

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

**FAKULTA
STAVEBNÍ**



**DIPLOMOVÁ
PRÁCE**

2023

**BC. VÍT
KEKULA**

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Kekula</u>	Jméno: <u>Vít</u>	Osobní číslo: <u>477057</u>
Zadávatel katedra: <u>K124 - Katedra konstrukcí pozemních staveb</u>		
Studijní program: <u>Budovy a prostředí</u>		
Studijní obor/specializace: <u>Budovy a prostředí</u>		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: <u>Energeticky efektivní přestavba administrativní budovy v Nymburku</u>	
Název diplomové práce anglicky: <u>Energy-efficient renovation of an office building in Nymburk</u>	
Pokyny pro vypracování: - zhodnocení stávajícího stavu budovy - návrh úprav / renovace nosných konstrukcí - koncepce opatření vedoucích ke snížení energetické náročnosti budovy při jejím provozu - návrh obvodového pláště - návrh stavebních detailů - řešení tepelných mostů - návrh opatření k zajištění letní stability - návrh konceptu systémů TZB - zejména vytápění a větrání - tepelně technické posouzení navržených variant	
Seznam doporučené literatury: IBO: Details for Passive Houses: Renovations Hazucha, Juraj: Konstrukční detaily pro pasivní a nulové domy Gabriel, Ingo - Ladener, Heinz: Od staré stavby k nízkoenergetickému a pasivnímu domu Tywoniak, Jan - kol.: Nízkoenergetické domy 1, 2, 3	
Jméno vedoucího diplomové práce: <u>Ing. Kateřina Mertenová, Ph.D.</u>	
Datum zadání diplomové práce: <u>27.9.2022</u>	Termín odevzdání DP v IS KOS: <u>9.1.2023</u> <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
_____	_____
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

<i>Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.</i>	
<u>27.9.2022</u>	_____
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: Bc. Vít Kekula

Název diplomové práce: Energeticky efektivní přestavba administrativní budovy v Nymburku

Základní část: Konstrukce pozemních staveb podíl: 70 %

Formulace úkolů: zhodnocení stávajícího stavu budovy, návrh úprav / renovace nosné konstrukce
návrh vhodných opatření energeticky úsporné renovace ve variantách
(návrh obálky budovy a konstrukčních detailů, řešení tepelných mostů, přehřívání)
porovnání variant
posouzení energetické náročnosti budovy

Podpis vedoucího DP: Datum: 14.12.2022

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

2. Část: Technická zařízení budov podíl: 20 %

Konzultant (jméno, katedra): Ing. Miroslav Urban, Ph.D., Katedra technických zařízení budov

Formulace úkolů: návrh konceptu systémů TZB (zdroj energie, koncepce vytápění a větrání)

Podpis konzultanta: Datum: 9.1.2022

3. Část: Ocelové a dřevěné konstrukce podíl: 10 %

Konzultant (jméno, katedra): Ing. Matyáš Kožich, Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Formulace úkolů: Předběžný statický návrh nosných prvků stropní konstrukce

Podpis konzultanta: Datum: 15.12.2022

4. Část: _____ podíl: _____ %

Konzultant (jméno, katedra): _____

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta: Datum:

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedených zdrojů a literatury.

V Pardubicích 8. 1. 2023

Bc. Vít Kekula

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucí mé diplomové práce Ing. Kateřině Mertenové, Ph.D., za odborné vedení této práce, za přístup a cenné rady při konzultacích a za věnovaný čas. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Matyášovi Kožichovi a Ing. Miroslavovi Urbanovi, Ph.D., za poskytnuté konzultace. V neposlední řadě chci poděkovat všem, kteří mě během studia podporovali.

Anotace

Tato diplomová práce se zabývá návrhem energeticky efektivní přestavby administrativní budovy. Na popis objektu navazuje posouzení jeho stávajícího stavu a návrh energeticky efektivních opatření, která povedou ke snížení energetické náročnosti budovy. Tato opatření jsou navržena v několika variantách a týkají se jak obálky budovy, tak jejího technického zařízení. Kombinace jednotlivých variant byly posuzovány z hlediska dosažitelných energetických úspor a také z hlediska vlastní realizovatelnosti. Při návrhu renovace byly v co největší míře využity obnovitelné stavební materiály. Výstupem je zhodnocení jednotlivých variant a doporučení nejvhodnějšího řešení pro realizaci.

Klíčová slova

administrativní budova, přestavba, energeticky efektivní opatření, energetická náročnost budov, obnovitelné stavební materiály

Annotation

This diploma thesis deals with the design of an energy-efficient renovation of an administrative building. The description of the building itself is followed by an assessment of its current condition and a proposal for energy-efficient measures that will lead to a reduction in the energy demand of the building. These measures are designed in several variants and concern both the building envelope and its technical equipment. Combinations of individual variants were assessed both in terms of achievable energy savings and with respect to their own feasibility. Renewable building materials were used as much as possible in the renovation design. The output is an evaluation of individual variants and a recommendation of the most suitable solution for implementation.

Keywords

administrative building, renovation, energy-efficient measures, energy efficiency of buildings, renewable building materials

Obsah

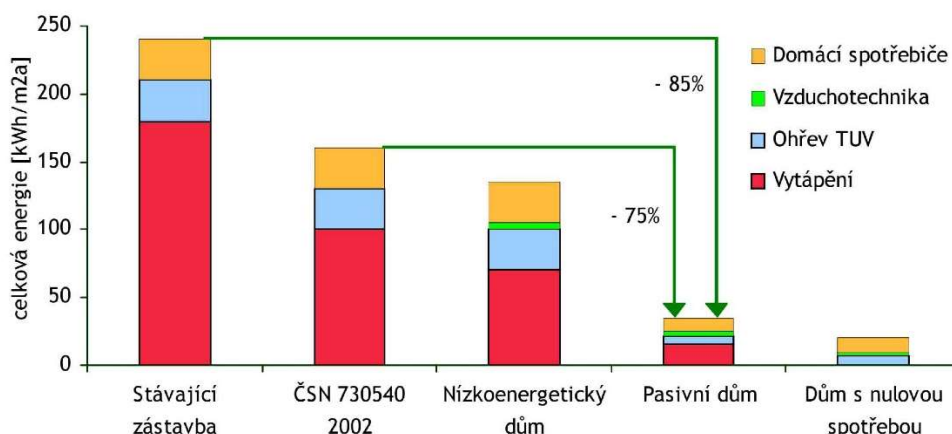
1	Úvod.....	3
2	Informace o objektu	6
2.1	Popis objektu	6
2.2	Popis stávajícího stavu konstrukcí	7
3	Posouzení stávajícího stavu objektu.....	11
3.1	Tepelné ztráty – jednozónový výpočet (dle ČSN EN ISO 13790)	11
3.2	Tepelné zisky (dle ČSN EN ISO 13790).....	12
3.3	Prostup tepla obálkou budovy (dle ČSN 730540-2)	12
3.4	Potřeba tepla na vytápění budovy (dle ČSN EN ISO 13790).....	13
3.5	Potřeba primární energie (dle vyhlášky č. 264/2020 Sb.).....	13
4	Návrh energeticky efektivních opatření	14
4.1	Návrh úprav obálky budovy	14
4.1.1	Varianta 1.....	16
4.1.2	Varianta 2.....	19
4.2	Návrh úprav technického zařízení budovy	24
4.2.1	Varianta 1 (TZB)	25
4.2.2	Varianta 2 (TZB)	26
4.3	Kombinace variant.....	27
5	Posouzení variant.....	28
5.1	Energetické posouzení kombinací.....	28
5.2	Posouzení variant podlahy na zemině	32
6	Posouzení detailu soklu	34
7	Tepelná stabilita v letním období.....	35
7.1	Posouzení kanceláře ve 2.NP	35
8	Závěr.....	37
	Zdroje.....	38

Seznam příloh.....	40
Seznam obrázků.....	40
Seznam tabulek.....	41
Seznam grafů.....	41
Seznam použitých programů	42

1 Úvod

V současné době jsou ceny energií velkým motivem pro snahu o snižování spotřeby energií. Velkou příležitostí dosáhnout energetických úspor skrývají renovace a přestavby starších budov. Největší podíl nákladů na provoz budov zaujímá vytápění. Proto můžeme energeticky efektivní přestavbou dosáhnout velkých energetických úspor, a to nejen za vytápění. Zároveň, pokud bude budova potřebovat méně energie, nebude majitel tolik zasažen výkyvy cen energií. K dosažení co největší energetické úspory, případně i pasivního standardu je zapotřebí řešit renovaci komplexně. To však neznamená, že je nutné vždy provádět celou přestavbu najednou. V některých případech může být překážkou renovace nedostatek finančních prostředků. Případným rozdělením na jednotlivé etapy je možné rekonstrukci rozložit v čase, a tím i rozložit finanční zatížení. S financováním renovace mohou také ve značné míře pomoci různé dotační programy. V případě dělení na etapy je vhodné nejdříve provádět ta opatření, která mají největší efekt. Opatření s nižší efektivností lze provést v následujících etapách. Z finančního hlediska je největší položkou mezi výdaji za energie teplo. Z hlediska možné energetické úspory je vhodné se prvně zaměřit na tuto oblast.

Pro dosažení maximálních energetických úspor je však nutno k renovaci objektu přistupovat komplexně, a to již ve fázi návrhu a projektu. [1]



Obrázek 1 – Ukázka grafu možných úspor při renovaci [7]

Tato diplomová práce se zabývá návrhem energeticky efektivní přestavby administrativní budovy v Nymburku. Jedná se o budovu z 80. let 20. století, která je z dnešního pohledu nevyhovující, jak z hlediska současných technických požadavků a uživatelského komfortu, tak hlavně z hlediska energetické náročnosti budovy.

Cílem práce je návrh a posouzení energeticky efektivních opatření, která povedou ke snížení energetické náročnosti budovy. Aby bylo možné navrhnout opatření pro výchozí stav, byl prvně proveden popis a posouzení stávajícího stavu budovy. Na základě obdržených výsledků byly navrženy vhodné kombinace variant energeticky efektivních opatření, která povedou ke snížení energetické náročnosti budovy. Opatření se týkají jak obálky budovy, tak jejího technického zařízení. V rámci opatření pro obálku budovy je řešena výměna výplní otvorů a zateplení neprůsvitných konstrukcí, včetně návrhu a posouzení stavebních detailů. Opatření technického zařízení budovy je zaměřeno na větrání, vytápění, přípravu teplé vody a zdroje energie. Jednotlivé varianty a kombinace stavebních a technických opatření byly posuzovány z hlediska dosažitelných energetických úspor a také z hlediska vlastní realizovatelnosti.

Následující tabulka shrnuje možná opatření a jejich přínos

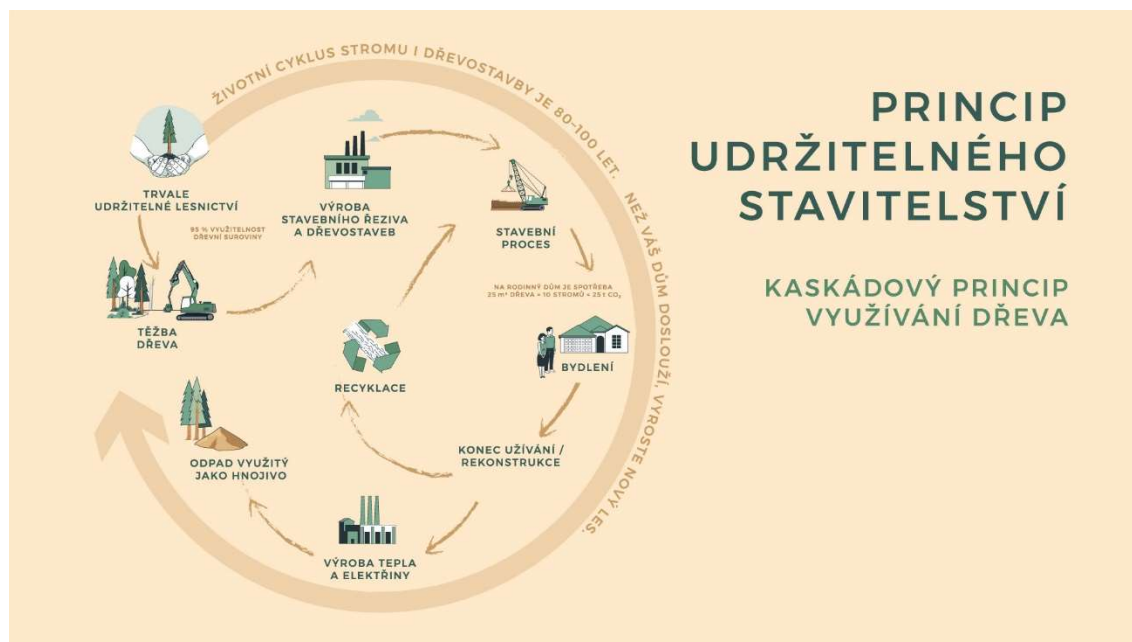
Opatření	Energetické úspory
Obnova a zateplení fasády	30 – 45 %
Tepelná izolace střechy	10 – 15 %
Výměna, případně zvětšení oken, zasklení trojskly	15 – 20 %
Tepelná izolace podlah, soklu	5 – 15 %
Nucené větrání s rekuperací tepla	10 %
Obnova systému vytápění, izolace	15 – 30 %

Tabulka 1 – Shrnutí možných opatření a jejich přínos [7]

Snahou návrhu je dosažení energeticky pasivního standardu. Renovace budov však obnáší spoustu problémů. Vlivem koncepčních a technických predispozic si návrh vyžaduje komplexní přístup a často i složitější řešení detailů. Proto je důležitý kvalitní koncept celé renovace, případně i více variant a jejich porovnání.

„U renovací není nejdůležitější dosažení hranice pasivního standardu, tedy spotřeby energie na vytápění 15 kWh/(m².rok), ale spíš co nejvyšších ekonomicky odůvodnitelných energetických úspor oproti původnímu stavu.“ [7]

Snahou tohoto projektu je také v co největší míře při návrhu využít obnovitelné stavební materiály. Díky tomu je možné přispět k trvale udržitelnému rozvoji a výstavbě.



Obrázek 2 – Princip udržitelného stavitelství [8]

Vedle snahy snížení energetické náročnosti je třeba myslet také na kvalitu vnitřního prostředí. Pokud dojde v objektu k výměně výplní otvorů a celkovému utěsnění obálky budovy a není řešena výměna vzduchu dochází k problémům. „Infiltrace spárami oken a vnějších dveří byla do dnešní doby základním prostředkem k výměně vzduchu v obytných stavbách. Zdokonalené těsnění oken přirozené větrání infiltrací omezuje, často až pod hygienické požadavky na přívod čerstvého venkovního vzduchu. Omezené větrání v zimním období snižuje odvod vlhkosti, což může vést ke kondenzaci vodních par na vnitřním povrchu obvodových konstrukcí, k jejich navlhání, tvorbě plísní i k narušení konstrukce.“ [6] Proto je třeba v rámci komplexního návrhu renovace řešit také výměnu vzduchu. Vhodným řešením je nucené větrání se zpětným získáváním tepla.

V rámci práce byl také proveden předběžný statický návrh nosných prvků stropní konstrukce, který je součástí přílohy. Přesnější specifikace a informace o stávajících nosnících nejsou dostupné. Proto nebylo možné posoudit přímo stávající nosníky. Byly navrženy profily, jaké by bylo potřeba použít pro stropní a střešní konstrukci v případě, že by byla při odkrytí stávající nosné konstrukce zjištěna závada a bylo nutné stávající nosníky nahradit.

2 Informace o objektu

2.1 Popis objektu

Řešený objekt se nachází v ulici Poděbradská v Nymburku.



Obrázek 3 – Letecký snímek objektu [9]



Obrázek 4 – Pohled na objekt [10]

Jedná se o nepodsklepený dvoupodlažní objekt administrativní budovy. Půdorys objektu má obdélníkový tvar o rozměrech 20 x 10 m. Výška atiky ploché střechy je 7,7 m nad terénem. Stavba byla realizována kolem roku 1977.

Dispozice budovy je jednoduchá, středem prochází v podélném směru chodba, k fasádám jsou orientovány kanceláře a další místnosti. Dispoziční řešení obou podlaží je téměř shodné. V 1. NP se dále nachází zasedací místnost a vstupní část se zádveřím. V obou podlažích jsou vedle schodiště toalety. V 1. NP je pod schodištěm umístěna místnost pro úklid. Vstup do budovy je na severozápadní straně objektu směrem do ulice.

2.2 Popis stávajícího stavu konstrukcí

Stávající obálka budovy nevyhovuje dnešním tepelně technickým požadavkům pro administrativní budovy. Fasáda je na několika místech také mechanicky poškozena a hydroizolace ploché střechy již také není plně funkční. Vlivem toho docházelo k zatékání dešťové vody.

a) Nosná konstrukce

Objekt je založen na betonových základových pasech. Nosná konstrukce je tvořena ocelovým skeletem v kombinaci s ocelobetonovým stropem a střešní konstrukcí. Ocelové sloupy jsou tvořeny dvojicí tenkostěnných C profilů. Celkový rozměr sloupu je 100 x 100 mm. Sloupy jsou v podélném směru rozmístěny po 1,3 m a v příčném směru po 1,8 m a 4,2 m. Stropní a střešní konstrukce se skládá z ocelových nosníků, které jsou rovněž tvořeny dvojicí C profilů. Výška nosníků je 200 mm. Na nosnících je trapézový plech tl. 0,6 mm a betonová vrstva z betonu B250 s ocelovou výztuží \varnothing 6 mm á 15 mm. Nosná konstrukce je v dobrém stavu, bude ponechána.

b) Fasáda

Opláštění budovy je tvořeno fasádou z tzv. „boletických panelů“ s vnější vrstvou ze skla. Panely jsou vkládány mezi ocelové sloupy. Problémové místo okolo sloupu je sice překryto krycím profilem a vzniklá dutina pod krycím profilem je vyplněna tepelnou izolací, i přesto zde vznikl tepelný most. Na několika místech je fasáda mechanicky poškozena. Okna jsou původní zdvojená dřevěná s jednoduchým zasklením.

c) Střešní plášť

Stávající střešní konstrukce je řešena jako střecha plochá jednoplášťová s povlakovou hydroizolací z asfaltových pásů. Souvrství střešního pláště již není plně funkční. Pravděpodobně došlo k poškození hydroizolační vrstvy a vlivem toho dochází k zatékání. Tepelná izolace stávajícího objektu je z tepelně izolačních dílců Polsid, které nebyly stabilizované vůči objemovým změnám. Vlivem jejich smršťování často docházelo k poruchám v hydroizolačním plášti. [5] Tepelně technické vlastnosti skladby střešní konstrukce neodpovídají současným požadavkům. Tloušťka tepelné izolace je nedostatečná a vlivem zatékání neplní správně svoji funkci. Vzhledem k technickému stavu střechy je předpokládáno odstranění všech hydroizolačních i tepelněizolačních vrstev a spádové vrstvy až na nosnou ocelobetonovou vrstvu. Po odstranění tohoto souvrství bude nosná deska zkontrolována a případně vyspravena.

stávající skladba střešního pláště:

- | | |
|--|----------|
| - HYDROIZOLAČNÍ VRSTVA – 3x SKLOBIT ASTP4 – A | 6 mm |
| - LEPICÍ VRSTVA – LEPICÍ ASFALTOVÝ NÁTĚR | - |
| - TEPELNĚ-IZOLAČNÍ VRSTVA – POLSID | 50 mm |
| - SPÁDOVÁ VRSTVA – BETONOVÁ MAZANINA B170 | 20-80 mm |
| - NOSNÁ VRSTVA | |
| - BETONOVÁ MAZANINA B250
(S OCEL. VÝZTUŽÍ Ø 6mm á 15mm) | 50 m |
| - OHÝBANÝ PROFILOVANÝ OCELOVÝ PLECH VSŽ | 0,6 mm |
| - OCELOVÁ KONSTRUKCE – STROPNÍ NOSNÍK | 200 mm |
| - SKELNÁ ROHOŽ – ROTAFLEX + 2x PVC FOLIE | 50 mm |
| - LAŤOVÁNÍ – LAŤ 30x50 mm | 30 mm |
| - SÁDROKARTON | 2x 10 mm |

d) Podlahy

Podlahy jsou ve všech místnostech kromě hygienického zařízení řešeny podlahovou krytinou z PVC. V prostorách toalet a úklidové místnosti je použita keramická dlažba.

Podlaha na zemině nevykazuje žádné viditelné poruchy, ani nejsou známy žádné problémy z minulosti. Z těchto informací se dá předpokládat, že stávající hydroizolace je stále funkční. Skladba podlahy na zemině však neodpovídá současným tepelně technickým požadavkům.

stávající skladba podlahy na zemině:

- NÁŠLAPNÁ VRSTVA – LEPENÉ PVC	5 mm
- CEMENTOVÝ POTĚR	20 mm
- PILINOBETON	40 mm
- TEPELNĚ IZOLAČNÍ VRSTVA – 2x IZOPLAT	24 mm
- ŠKVÁROBETON	6 mm
- HYDROIZOLAČNÍ VRSTVA – 2x LEPENKA A500H	5 mm
- PODKLADNÍ BETON B135	100 mm
- ŠTĚRKOPÍSKOVÁ VRSTVA	200 mm
- ZHUTNĚNÝ NÁSYP (2kg/cm ²)	250 mm
- ROSTLÁ ZEMINA	

Podlaha ve 2. NP byla provedena jako nulová, navíc bez tlumící podložky pod nášlapnou vrstvou. Na spodní straně stropní konstrukce 1. NP byla sice použita skelná rohož pro akustický útlum, ale byla pouze vložena mezi ocelové nosníky stropní konstrukce, čímž vznikl systematický akustický most. Zvuková izolace podlahy na stropní konstrukci je tedy nevyhovující.

stávající skladba stropu 1. NP:

- NÁŠLAPNÁ VRSTVA – LEPENÉ PVC	5 mm
- NOSNÁ VRSTVA	
- BETONOVÁ MAZANINA B250 (S OCEL. VÝZTUŽÍ Ø 6mm á 15mm)	100 mm
- OHÝBANÝ PROFILOVANÝ OCELOVÝ PLECH VSŽ	0,6 mm
- OCELOVÁ KONSTRUKCE – STROPNÍ NOSNÍK	200 mm
- AKUSTIKČÁ IZOLACE - SKELNÁ ROHOŽ ROTAFLEX + 2x PVC FOLIE	50 mm
- LAŤOVÁNÍ – LAŤ 30x50 mm	30 mm
- SÁDROKARTON	2x 10 mm

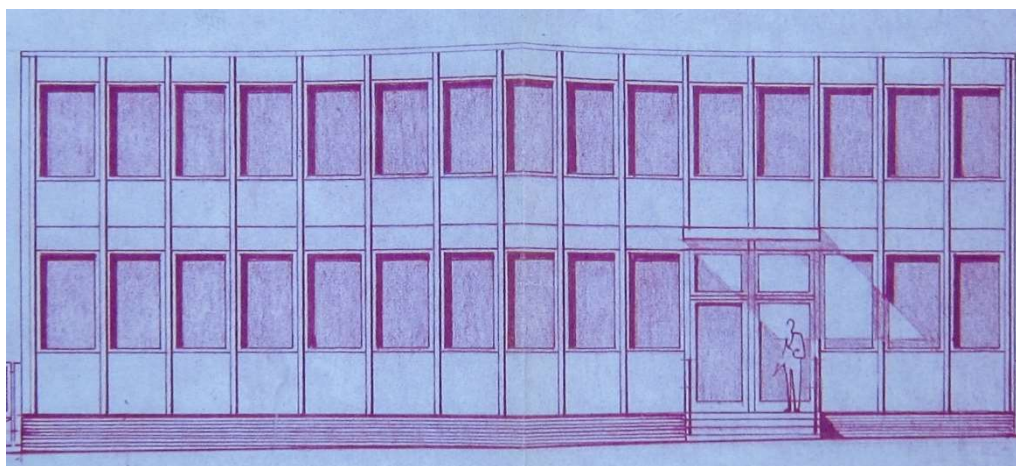
e) Příčky, podhledy

Po obvodu všech stěn je do výšky cca 900 mm realizován obklad z desek s dekorem dřeva. Zbylá část stěn a příček je omítnuta.

Podhledy jsou realizovány ze sádkartonových desek kotvených do roštu z dřevěných latí. Vlivem poškození hydroizolační vrstvy střechy byly konstrukce podhledů zejména v 2.NP vystaveny působení vlhkosti. Příčky jsou sádkartonové nebo sádrovoštinové.

f) Technické zařízení

Jednotlivé místnosti byly vytápěny elektrickými akumulacími kamny. Teplá voda byla zajišťována elektrickým zásobníkovým ohříváčem. Objekt byl větrán přirozeně otevíravými okny. Rozvody elektroinstalací, vody a potrubí kanalizace již z technického hlediska neodpovídají současným požadavkům. Napojení na inženýrské sítě zůstane stávající.



Obrázek 5 – Severozápadní pohled (stávající stav) [11]

3 Posouzení stávajícího stavu objektu

Pro stávající stav a navržené varianty bude provedeno posouzení z hlediska potřeby tepla na vytápění podle ČSN EN ISO 13790, průměrného součinitele prostupu tepla obálkou budovy podle ČSN 730540-2 a z hlediska množství primární energie, která je třeba pro provoz budovy dle vyhlášky č. 264/2020 Sb. Výsledné hodnoty budou porovnány s požadavky pro pasivní domy, které jsou uvedeny v ČSN 73 0540-2. Pro zhodnocení byl použit výpočetní nástroj poskytnutý Fakultou stavební ČVUT. [17]

Stanovení součinitele prostupu tepla jednotlivých skladeb pomocí softwaru Teplo 2017

Označení skladby	Konstrukce	Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² *K)]
S1	Střešní konstrukce	0,64
S2	Obvodový plášť	0,77
S3	Podlaha na zemině	1,77
Výplně otvorů	Okna	2,4
	Dveře	2,4

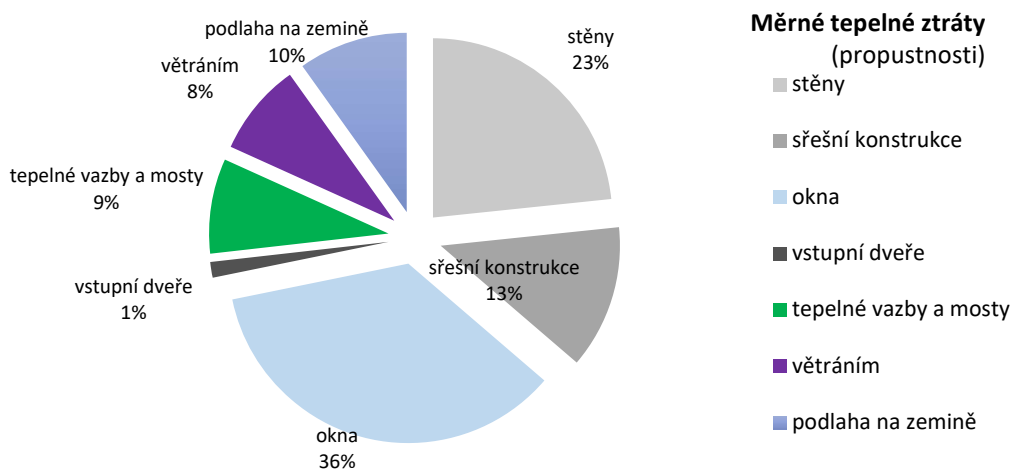
Tabulka 2 – Součinitel prostupu tepla jednotlivých skladeb stávajícího objektu

Kompletní protokoly výpočtu ze softwaru Teplo 2017 jsou součástí přílohy.

3.1 Tepelné ztráty – jednozónový výpočet (dle ČSN EN ISO 13790)

Měrná tepelná ztráta: 988,2 W/K

Celková roční tepelná ztráta: 102 397 kWh



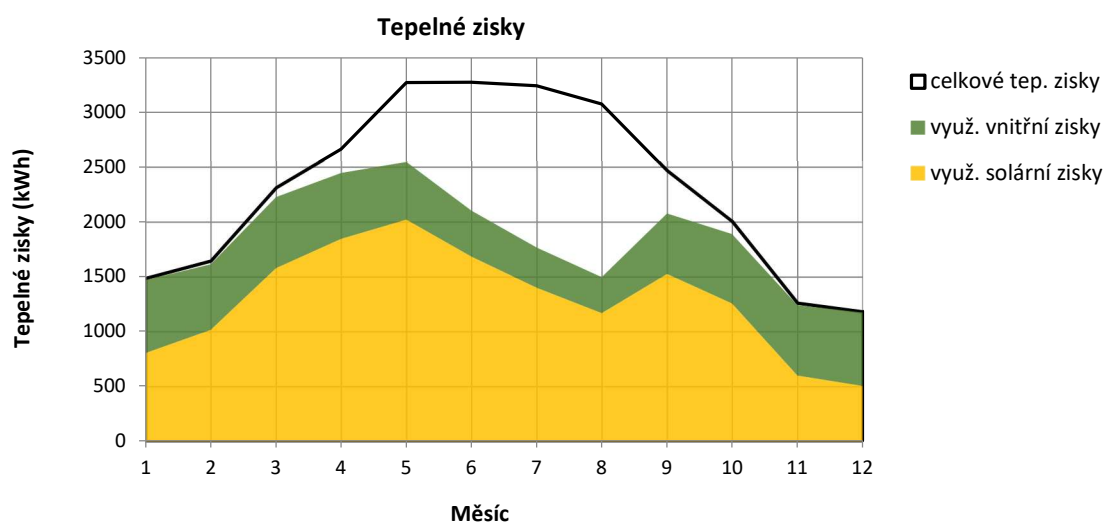
Graf 1 – Měrné tepelné ztráty stávajícího objektu

Na grafu měrných tepelných ztrát můžeme vidět, že největší množství tepla uniká z objektu okny, protože velká část obvodového pláště je tvořena právě výplněmi okenních otvorů. Druhá největší tepelná ztráta je přes samotné stěny, které jsou tvořeny z tzv. boletických panelů. Pro střešní konstrukci, podlahu na zemině, větrání a tepelné vazby a mosty je tepelná ztráta podobná. Vcelku překvapivé je, že přes podlahu na zemině a střešní konstrukci uniká významně méně tepla než přes obvodový plášť. Přestože obě tyto konstrukce obsahují pouze slabou vrstvu tepelné izolace. Z grafu je patrné, u kterých konstrukcí je největší potenciál pro snížení tepelných ztrát, potřeby tepla na vytápění a tím i snížení celkové energetické náročnosti objektu.

3.2 Tepelné zisky (dle ČSN EN ISO 13790)

Celkové tepelné zisky: 27 896 kWh

Celkové využitelné tepelné zisky: 22 034 kWh



Graf 2 – Tepelné zisky stávajícího objektu

Z grafu tepelných je vidět, že budova má největší tepelné zisky v letním období, kdy je však není možné využít.

3.3 Prostup tepla obálkou budovy (dle ČSN 730540-2)

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy:

$$U_{em} = 1,07 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) > 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Stávající budova nesplňuje průměrný součinitel prostupu tepla pro pasivní domy. (dle ČSN 73 0540-2)

3.4 Potřeba tepla na vytápění budovy (dle ČSN EN ISO 13790)

Měrná potřeba tepla budovy vztažená k vytápěné ploše:

$$E_A = 200,9 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) > 15,0 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$$

Stávající budova nesplňuje hodnotu měrné potřeby tepla na vytápění pro pasivní domy. (dle ČSN 73 0540-2)

3.5 Potřeba primární energie (dle vyhlášky č. 264/2020 Sb.)

Měrná celková primární energie:

$$E_{pC,A} = 769,4 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) > 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$$

Stávající budova nesplňuje měrnou celkovou potřebu primární energie. (dle ČSN 73 0540-2)

Kompletní výstup z výpočetního nástroje pro výpočet potřeby tepla na vytápění je součástí přílohy. [17]

4 Návrh energeticky efektivních opatření

Navržená opatření vycházejí ze zjištěného stávajícího stavu a tepelně technického posouzení objektu. Stávající objekt má kvůli nedostatečné tepelné izolaci velké tepelné ztráty. Záměrem návrhu přestavby je zlepšení tepelně technických vlastností obálky budovy, vylepšení technických zařízení budovy a celkové zlepšení vnitřního prostředí se snahou o dosažení pasivního standardu. Energeticky efektivní opatření jsou navržena ve variantách a týkají se jak obálky budovy, tak jejího technického zařízení. V rámci opatření pro obálku budovy je řešena výměna výplní otvorů, výměny obvodového pláště se zvýšenou tepelnou izolací, sanace a zateplení ploché střechy a podlahy na zemině, včetně návrhu a posouzení stavebních detailů. Dále bude vyměněno vnitřní schodiště, které je ve špatném technickém stavu, není řešeno jeho odizolování a pro nové tloušťky podlah by muselo dojít k úpravě. V interiéru budou provedeny nové sádkartonové příčky, podhledy, podlaha 2.NP a celkově všechny povrchy. Opatření technického zařízení budovy je zaměřeno na větrání, vytápění, přípravu teplé vody a zdroj energie. Jednotlivé varianty a kombinace stavebních a technických opatření byly posuzovány z hlediska dosažitelných energetických úspor a také z hlediska vlastní realizovatelnosti.

Stavební úpravy a výměna technických zařízení byly navrženy tak, aby objekt vyhovoval současným technologickým a tepelně technickým požadavkům a zároveň požadavkům na komfort uživatelů. Při návrhu renovace bylo snahou v co největší míře využít obnovitelné stavební materiály.

4.1 Návrh úprav obálky budovy

Obálka administrativní budovy se skládá z obvodového pláště, oken, dveří, střechy a podlahy na zemině. Z grafu měrných tepelných ztrát stávajícího objektu je patrné, že tepelné ztráty nejvíce ovlivní výměna oken a zateplení obvodového pláště budovy. Takže u těchto konstrukcí je potenciál pro největší zlepšení a energetické úspory. Je však nutné zlepšit tepelně izolační vlastnosti celé obálky budovy a zároveň by mělo být zateplení řešeno vždy komplexně, včetně návrhu a posouzení stavebních detailů. Dále nesmí být opomenuta návaznost a spojitost jednotlivých vrstev a také vzduchotěsnost.

Obálka budovy je podle normy ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky definována jako „soubor všech teplosměnných konstrukcí na systémové hranici celé budovy nebo zóny, které jsou vystaveny přilehlému prostředí, jež tvoří

venkovní vzduch, přilehlá zemina, vnitřní vzduch v přilehlém nevytápěném prostoru, sousední nevytápěné budově nebo sousední zóně budovy vytápěné na nižší vnitřní návrhovou teplotu“ [2]

Jednotlivé skladby jsou navrženy, tak aby jejich součinitel prostupu tepla U [$W/(m^2 \cdot K)$] odpovídal požadavkům pro pasivní budovy. Pro dosažení požadovaného výsledku je nutné při návrhu eliminovat tepelné mosty, tak aby byla vytvořena spojitá tepelně izolační obálka. Dále je třeba precizně navrhout stavební detaily a spojitou vzduchotěsnou vrstvou.

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla [$W/(m^2 \cdot K)$]		
	Požadované hodnoty $U_{N,20}$	Doporučené hodnoty $U_{rec,20}$	Doporučené hodnoty pro pasivní domy $U_{pas,20}$
Stěna vnější	0,30	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině	0,45	0,30	0,22 až 0,15
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří	1,5	1,2	0,8 až 0,6
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	1,7	1,2	0,9

Tabulka 3 – Vybrané normové hodnoty součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí [2]

Návrh obálky budovy je zpracovaný ve variantách, které jsou dále popsány a následně shrnuty v tabulce.

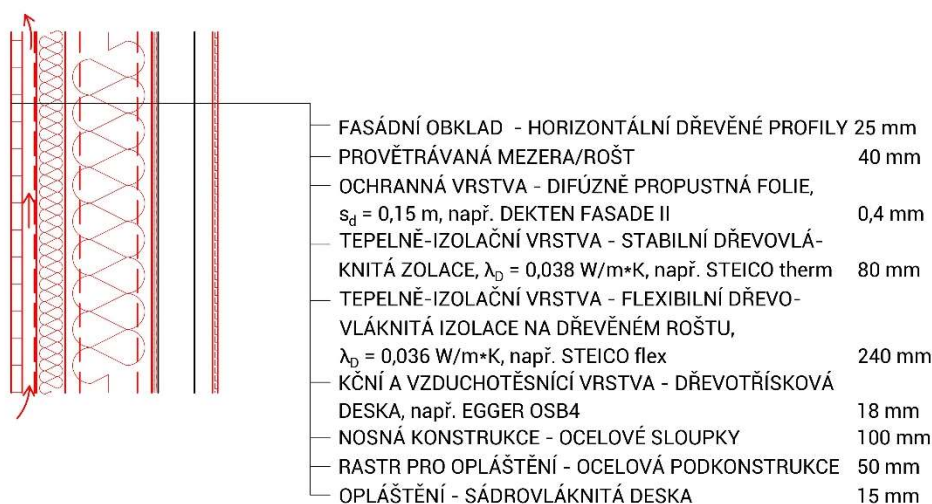
Bude odstraněn stávající obvodový plášť z tzv. boletických panelů včetně výplní otvorů. Dále bude odstraněna skladba střešního pláště nad nosnou betonovou deskou střechy. Navrženy jsou dvě základní varianty, které se liší řešením podlahy na zemině. Varianta 2, která řeší novou skladbu podlahy na zemině je dále rozpracována na tři podvarianty.

4.1.1 Varianta 1

Obvodová stěna

Na stávající nosnou konstrukci je navržen lehký obvodový plášť panelového typu na bázi dřeva. Skladba panelu je navržena s dostatečnou tepelnou izolací, která splňuje doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla pro pasivní budovy. Výsledná hodnota součinitele prostupu tepla $U = 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Tepelná izolace je tvořena měkkou tepelnou izolací z dřevěných vláken tloušťky 240 mm a tuhými tepelně izolačními deskami rovněž z dřevěných vláken tloušťky 80 mm.

Zároveň bude zateplena také soklová část. Prvně bude proveden výkop okolo základových pasů objektu. Následně bude provedeno zateplení pomocí desek XPS tloušťky 160 mm. Na stávající hydroizolační vrstvu bude přivedena pojistná hydroizolace provětrávané fasády.



Obrázek 6 – Skladba obvodové stěny

Výplně otvorů

Nově jsou navržena dřevěná okna s izolačním trojsklem. Součinitel prostupu tepla $U_w = 0,61 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Například okna Slavona Progression.

Výhody navržených oken:

- Moderní minimalistický vzhled zvenku
- Minimalizovaná plocha rámu
- Možnost překrytí rámu tepelnou izolací

- Dřevěné okno zevnitř
- Zvýšené solární zisky
- Dlouhá životnost
- Bezpečnostní kování se skrytými závěsy
- Certifikát Passive House Institutu v kat. pH A

Dveře jsou navrženy rovněž dřevěné v pasivním standardu, se součinitelem prostupu tepla $U_D = 0,67 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Například okna Slavona Progression.

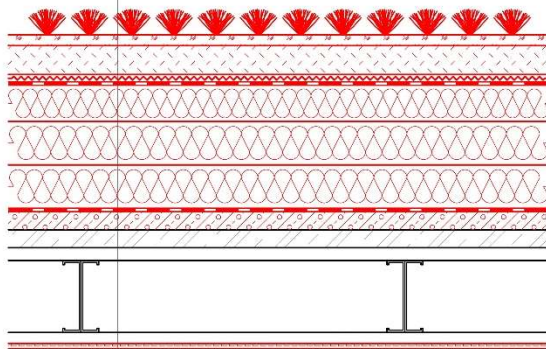


Obrázek 7 – Řez oknem Slavona Progression [15]

Střecha

Po odstranění stávající skladby střešní konstrukce nad nosnou železobetonovou deskou bude provedena kontrola a případné vyspravení nosné konstrukce. Na nosné desce bude vytvořena spádová vrstva z cementové lité pěny. Následně bude provedena nová skladba střešní konstrukce. Navržena je extenzivní vegetační střecha s tepelnou izolací z dřevovláknitých desek pro ploché střechy. Hydroizolační vrstvu tvoří folie z měkčeného PVC. Pro parotěsnicí vrstvu je navržený modifikovaný asfaltový pás s hliníkovou vložkou. Součinitel prostupu tepla nově navržené skladby střešní konstrukce $U = 0,11 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

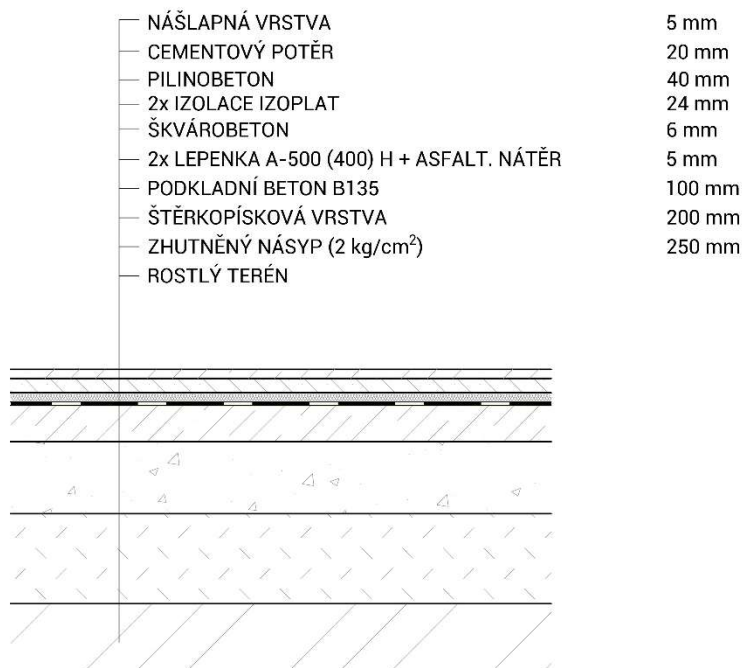
— VEGETAČNÍ VRSTVA - VEGETAČNÍ ROHOŽ SE SMĚSÍ EXTENZIVNÍCH ROSTLIN	30 mm
— VEGETAČNÍ, STABILIZAČNÍ VRSTVA - SUBSTRÁT PRO EXTENZIVNÍ ZELEŇ, např. GREENDEK	50 mm
— FILTRAČNÍ VRSTVA - NETKANÁ TEXTILIE, např. FILTEK 200	2 mm
— DRENÁŽNÍ VRSTVA - HDPE PROFILOVANÁ PERFOROVANÁ FOLIE, např. DEKDREN T20 GARDEN	20 mm
— OCHRANNÁ VRSTVA - NETKANÁ TEXTILIE, např. FILTEK 300	2,9 mm
— HYDROIZOLAČNÍ VRSTVA - FOLIE Z PVC-P, URČENÁ POD ZATĚŽOVACÍ VRSTVY, MECH. KOTVENÁ, např. DEKPLAN 77	1,8 mm
— SEPARAČNÍ VRSTVA - NETKANÁ TEXTILIE, např. FILTEK 300	2,9 mm
— TEPelnÉ-IZOLAČNÍ VRSTVA - DŘEVOVLÁKNITÉ DESKY PRO PLOCHÉ STŘECHY, např. STEICOroof dry	340 mm
— PAROTĚSNICÍ VRSTVA - NATAVITELNÝ ASFALTOVÝ PÁS, $\mu = 370000$, např. GLASTEK AL 40 MINERAL	4 mm
— SPÁDOVÁ VRSTVA - CEMENTOVÁ LITÁ PĚNA, $\rho = 700 \text{ kg/m}^3$, např. PORIMENT WS	20-80mm
— BETONOVÁ VRSTVA B250 S OCELOVOU VÝZTUŽÍ	50 mm
— OHÝBANÝ PROFILOVANÝ OCELOVÝ PLECH VSŽ tl. 0,6 mm	
— OCELOVÁ KONSTRUKCE STROPNÍCH NOSNÍKŮ	200 mm
— ZAVĚŠENÝ PODHLED - SÁDROVLÁKNITÉ DESKY	



Obrázek 8 – Skladba střešní konstrukce

Podlaha na zemině

V této variantě není uvažováno se zásahem do podlahy. Vyměněny budou pouze nášlapné vrstvy. Podle dostupných informací není s funkčností stávající hydroizolace problém. Součinitel prostupu tepla stávající skladby $U = 1,77 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.



Obrázek 9 – Skladba podlahy na zemině – stávající

4.1.2 Varianta 2

Obvodová stěna

Obvodový plášť je navržen shodně s variantou 1.

Výplně otvorů

Okna a dveře jsou navržena shodně jako ve variantě 1.

Střecha

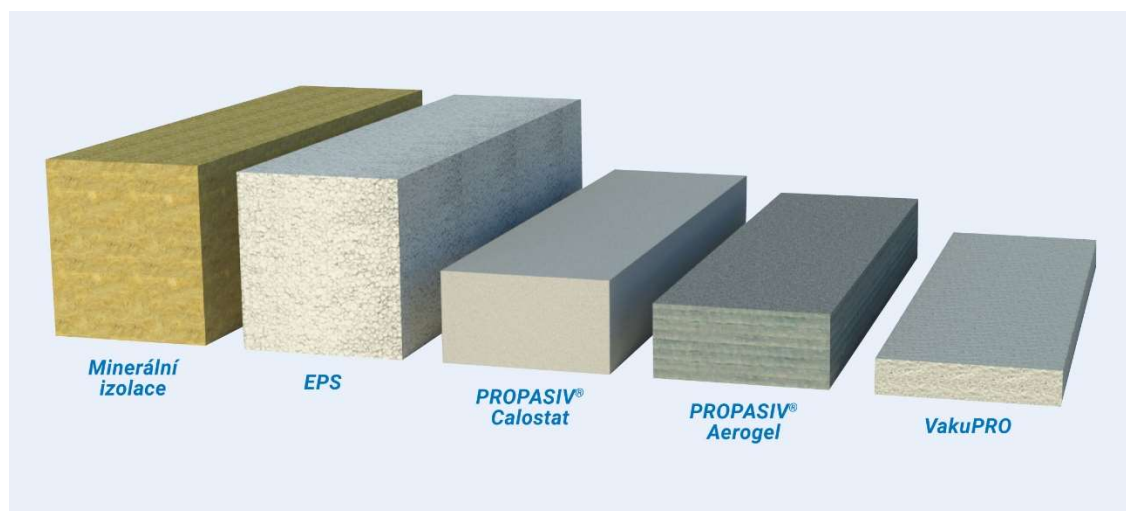
Nová skladba střechy je navržena shodně s variantou 1.

Podlaha na zemině

V této variantě je uvažováno s vybouráním stávající skladby podlahy na podkladní beton. Bude provedena jeho kontrola a případné vyspravení. Následně je navržena nová skladba podlahy s hydroizolací a tepelnou izolací. Úroveň podlahy je zhruba 0,6 m nad terénem, díky tomu je hydroizolace už tak v dostatečné výšce a není potřeba ji vytahovat výš. Hydroizolace bude ukončena na hraně zateplení soklu a bude na ni napojena pojistná hydroizolace provětrávané fasády, čímž bude docíleno ochrany tepelné izolace.

Zachováním stávající nosné konstrukce je limitována světlá výška. Snahou bylo zachování maximální světlé výšky 1. NP při dosažení potřebného součinitele prostupu tepla pro splnění pasivního standardu celého objektu. Skladba byla navržena ve třech podvariantách, které byly následně porovnány. V jednotlivých variantách byly pro tepelnou izolaci použity různé tepelně izolační materiály od běžných, až po high-tech, s čímž souvisí také finanční náročnost jednotlivých variant.

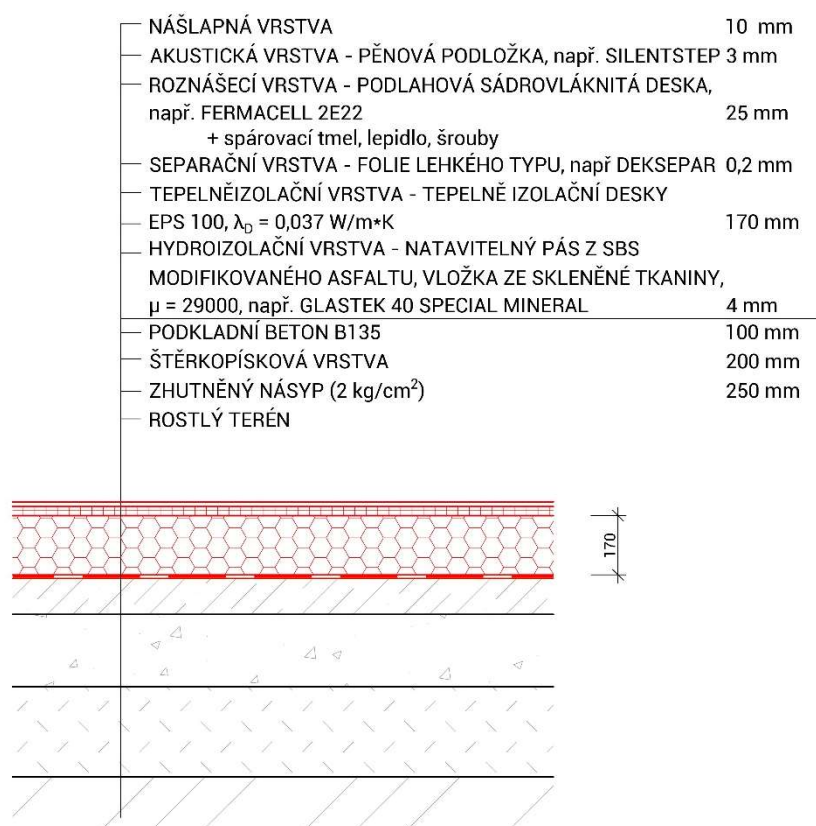
Podlahou prostupují nosné ocelové sloupky, které vytvářejí systematické tepelné mosty. To je důležitý fakt, který je také nutno vzít v úvahu při návrhu a posouzení nové skladby podlahy. Při optimálním návrhu skladeb ostatních konstrukcí na hodnoty, které splňují požadavky pro pasivní domy, je potřeba aby součinitel prostupu tepla nové podlahy byl alespoň $U = 0,32 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ nebo lepší. Při splnění této podmínky v kombinaci s dalšími opatřeními je možné dosáhnout pasivního standardu celého objektu.



Obrázek 10 – Srovnání různých tepelných izolací se stejným součinitelem prostupu tepla [13]

Varianta 2a

V této variantě je uvažováno s použitím běžného izolačního materiálu. Při návrhu byl použit polystyren EPS, $\lambda_d = 0,037 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Pro dosažení potřebné hodnoty součinitele prostupu tepla je zapotřebí použít 170 mm tohoto izolačního materiálu. Tím naroste tloušťka celé skladby na 212 mm a světlá výška místnosti bude snížena o 112 mm. Součinitel prostupu tepla nové skladby $U = 0,31 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

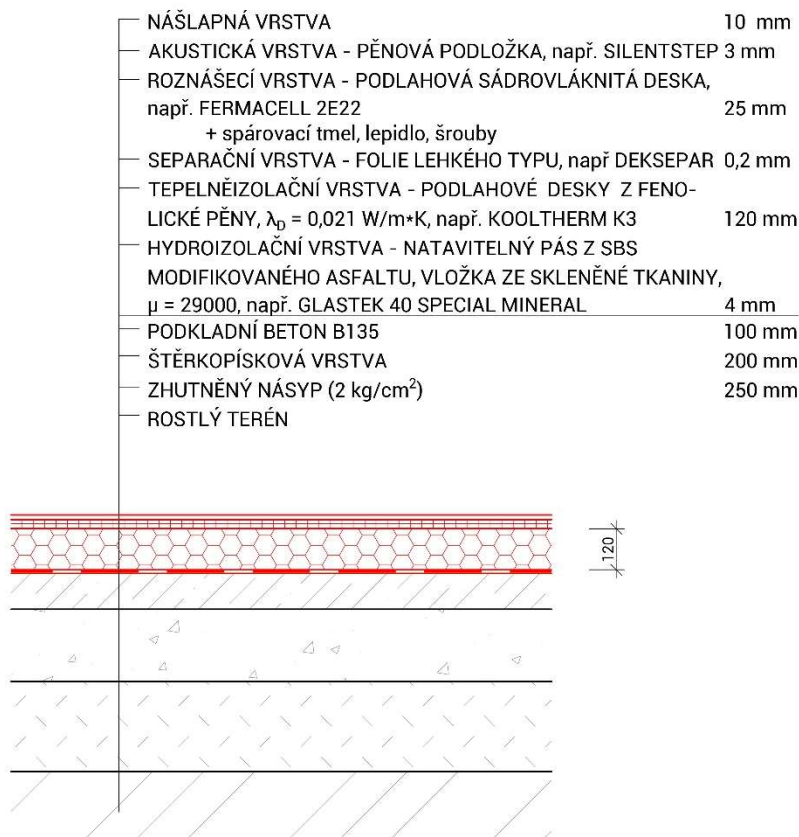


Obrázek 11 – Skladba podlahy na zemině – varianta a

Varianta 2b

V této variantě je uvažováno s použitím izolačního materiálu s lepšími tepelně izolačními vlastnostmi. Při návrhu byly použity podlahové desky z fenolické pěny, $\lambda_d = 0,021 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Pro dosažení potřebné hodnoty součinitele prostupu tepla je zapotřebí použít 120 mm tohoto izolačního materiálu. Tím naroste tloušťka celé

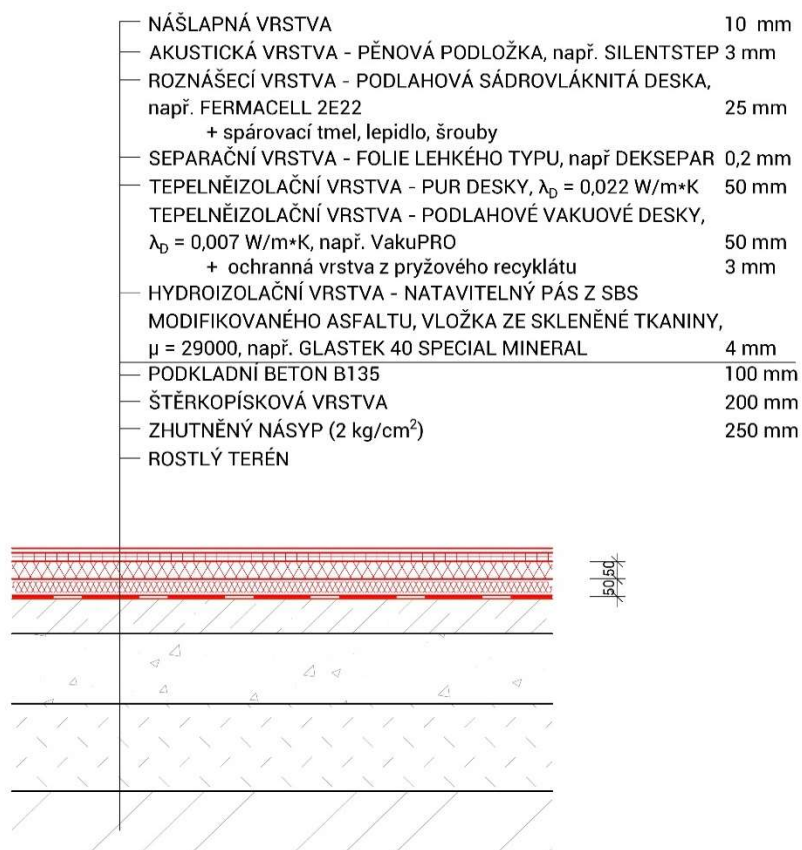
skladby na 162 mm a světlá výška místnosti bude snížena o 62 mm. Součinitel prostupu tepla nové skladby $U = 0,32 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$



Obrázek 12 – Skladba podlahy na zemině – varianta b

Varianta 2c

V této variantě je uvažováno s použitím izolačního materiálu s vynikajícími tepelně izolačními vlastnostmi. Při návrhu byly použity vakuové izolace, $\lambda_d = 0,007 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, v kombinaci s tepelněizolačními deskami PUR. Pro dosažení potřebné hodnoty součinitele prostupu tepla je zapotřebí použít 50 mm vakuové izolace a 50 mm tepelné izolace z PUR desek. Tím naroste tloušťka celé skladby na 145 mm a světlá výška místnosti bude snížena o 45 mm. Součinitel prostupu tepla nové skladby $U = 0,315 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$



Obrázek 13 – Skladba podlahy na zemině – varianta c

Posouzení jednotlivých skladeb v softwaru Teplo 2017 je součástí přílohy.

Varianta	Okna	Dveře	Obvodová stěna	Podlaha na zemině	Střecha
Výchozí stav	dřevěná zdvojená	dřevěné	boletický panel	24 mm tepelné izolace	50 mm tepelné izoace
Varianta 1	nová okna s izolačními trojskly $U_w=0,61 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	nové tepelně izolované dveře $U_D=0,67 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	nový obvodový plášť, zateplení na pasivní hodnoty $U = 0,12 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	beze změny $U = 1,77 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	nová skladba střechy, zateplení na pasivní hodnoty $U = 0,11 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
Varianta 2	nová okna s izolačními trojskly $U_w=0,61 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	nové tepelně izolované dveře $U_D=0,67 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	nový obvodový plášť, zateplení na pasivní hodnoty $U = 0,12 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	tři podvarianty $U = 0,32 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	nová skladba střechy, zateplení na pasivní hodnoty $U = 0,11 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

Tabulka 4 – Varianty úprav obálky budovy

Velmi důležitou vlastností obálky budovy je její neprůvzdušnost. Tu zajišťuje vzduchotěsnicí vrstva, která zabraňuje pronikání vzduchu konstrukcemi, tepelným ztrátám a chrání konstrukce před vlivem vlhkosti. Vzduchotěsnicí vrstvu obálky budovy můžou tvořit omítky nebo betonové stěny a stropy, asfaltové pásy se svařenými spoji, fólie lehkého typu nebo OSB desky s přelepenými spoji. Tyto vrstvy zpravidla zároveň plní i parotěsnicí funkci.

U vzduchotěsnicí vrstvy je velice důležitá její spojitost a dokonalé provedení všech spojů a prostupů. Pouze v takovém případě bude vzduchotěsnicí vrstva správně fungovat. Pro ověření funkčnosti vzduchotěsnicí vrstvy a stanovení celkové neprůvzdušnosti obvodového pláště budovy se používá tzv. blower-door-test. Je měřena celková intenzita výměny vzduchu za hodinu při tlakovém rozdílu 50 Pa. Pro pasivní dům s nuceným větráním s rekuperací je limitní hodnota $0,6 \text{ h}^{-1}$. Požadavky na celkovou neprůvzdušnost obálky budovy jsou uvedeny v ČSN 73 0540-2.

Pro administrativní budovu bude neprůvzdušnost zajištěna vzduchotěsným provedením spojů jednotlivých konstrukcí, které budou tvořit vzduchotěsnicí vrstvu. V obvodovém plášti budou vzduchotěsnicí vrstvu tvořit OSB desky s přelepenými spoji. Ve střešní konstrukci bude parotěsnicí vrstva z asfaltového pásu a v podlaze hydroizolace rovněž z asfaltového pásu. Napojení výplní staveních otvorů bude rovněž provedeno pomocí těsnících pásek.

4.2 Návrh úprav technického zařízení budovy

K dosažení co největší energetické úspory, případně i pasivního standardu je zapotřebí řešit rekonstrukci komplexně. Energetickou náročnost budovy určují nejen stavební úpravy a opatření, ale také technická zařízení. Vhodným návrhem energeticky efektivních úprav technického zařízení budovy lze snížit energetickou náročnost budovy a zajistit kvalitní vnitřní prostředí.

V rámci návrhu energeticky efektivních úprav technického zařízení je řešeno větrání, vytápění, příprava teplé vody a zdroj energie. Pro dosažení kvalitního vnitřního prostředí a energetických úspor při výměně vzduchu je navrženo nucené větrání se zpětným získáváním tepla. Díky výměně oken, zateplení objektu a celkové vzduchotěsnosti obálky budovy dochází k omezení infiltrace. Proto je důležité zajistit dostatečnou výměnu vzduchu.

Ve stávajícím objektu byla zdrojem tepla v jednotlivých místnostech elektrická akumulární kamna. Příprava teplé vody byla zajištěna pomocí elektrického zásobníkového ohřívače. Větrání objektu bylo zajištěno otevíravými okny.

4.2.1 Varianta 1 (TZB)

Větrání

Větrání objektu je navrženo jako nucené rovnotlaké se zpětným získáváním tepla. V přízemí objektu se nachází technická místnost, ve které bude osazena vzduchotechnická jednotka Atrea Duplex 1000 Multi. Větrání bude zajištěno pomocí vzduchotechnické jednotky, která pomocí distribučních prvků na koncích potrubí zajistí větrání jednotlivých místností.

Hlavní trasa vzduchotechnického potrubí povede v obou podlažích pod stropem v prostoru chodby. Z hlavní trasy povedou odbočky k jednotlivým distribučním prvkům. Na rozvodech k jednotlivým distribučním prvkům budou osazeny regulační prvky. Přívod čerstvého a odvod odpadního vzduchu pro vzduchotechnickou jednotku bude skrz obvodovou stěnu. Veškeré vzduchotechnické potrubí bude z pozinkované oceli. Vzduchotechnické potrubí bude na koncích osazeno distribučními elementy, které budou zajišťovat přívod a odvod vzduchu.

Vytápění a příprava TV

Vytápění objektu je navrženo jako teplovodní. Ohřev topné vody zajišťuje plynový kondenzační kotel. V objektu budou instalována nová otopná tělesa. Vytápění jednotlivých místností zajišťují lavicové konvektory. V přízemí objektu se nachází technická místnost, kde dochází k ohřevu topné vody.

Příprava teplé vody je zajištěna pomocí plynového kondenzačního kotle. Na pokrytí nárazových potřeb teplé vody se v technické místnosti bude akumulární zásobník teplé vody Stiebel Eltron SB 302 S. Objem nádrže 300 l. Plynový kondenzační kotel plně pokryje potřebný výkon na přípravu TV a vytápění.

Jako zdroj tepla je navržen plynový kondenzační kotel Gepard Condens.

4.2.2 Varianta 2 (TZB)

Větrání

Větrání objektu je navrženo shodně jako ve variantě 1 (TZB).

Vytápění a příprava TV

Vytápění objektu bude navrženo jako teplovodní. Ohřev topné vody bude zajišťovat tepelné čerpadlo (země-voda). V objektu budou instalována nová otopná tělesa. Vytápění jednotlivých místností zajistí lavicové konvektory. V přízemí objektu se nachází technická místnost, kde dochází k ohřevu topné vody.

Příprava teplé vody je řešena shodně jako ve variantě 1 (TZB). Zdrojem tepla pro přípravu teplé vody je tepelné čerpadlo

Jako zdroj tepla je navrženo TČ Stiebel Eltron HPG-I 15 DS Premium (země-voda).

Fotovoltaické panely

Na plochou střechu s extenzivní zelení jsou navrženy fotovoltaické panely. Výkon jednoho solárního panelu je 300 Wp. Administrativní budova je využívána přes den, takže veškerá vyrobená energie bude okamžitě spotřebována při provozu objektu.

Varianta	Větrání	Vytápění	Příprava TV
Výchozí stav	přírozené větrání otevíravými okny	elektrické akumulační kamna v jednotlivých místnostech	elektrický zásobníkový ohřívač vody
Varianta 1	nucené rovnotlaké, centrální jednotka se ZZT	ústřední teplovodní vytápění pomocí plynového kondenzačního kotle	kondenzační plynový kotel + zásobník TV
Varianta 2	nucené rovnotlaké, centrální jednotka se ZZT	ústřední teplovodní vytápění pomocí tepelného čerpadla	tepelné čerpadlo + zásobník TV

Tabulka 5 – Varianty úprav technického zařízení budovy

4.3 Kombinace variant

Z navržených variant opatření jak pro obálku budovy, tak pro technické zařízení budovy byly vytvořeny následující kombinace.

- Varianta 1 + Varianta 1 (TZB)
- Varianta 1 + Varianta 2 (TZB)
- Varianta 2 + Varianta 1 (TZB)
- Varianta 2 + Varianta 2 (TZB)

Ve variantě 2, která se týká obálky budovy byla řešena podlaha na zemině ve třech podvariantách.

5 Posouzení variant

Z navržených variant opatření byly vytvořeny výše uvedené kombinace, které jsou v této části posuzovány. Podlaha na zemině ve variantě 2 je navržena ve třech podvariantách, které jsou mezi sebou také posouzeny.

5.1 Energetické posouzení kombinací

Jednotlivé kombinace byly posuzovány z hlediska dosažitelných energetických úspor. Hodnotícími kritérii pro toto posouzení jsou průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} [W/(m².K)], měrná potřeba tepla na vytápění E_A [kWh/(m².a)], měrná celková primární energie $E_{pC,A}$ [kWh/(m².a)]. Shrnutí dosažených výsledků je uvedeno v následující tabulce. Výsledky jednotlivých kritérií jsou pro lepší přehlednost porovnány pomocí grafů, ve kterých jsou vyznačeny hodnoty pro splnění pasivního standardu dle ČSN 73 0540.

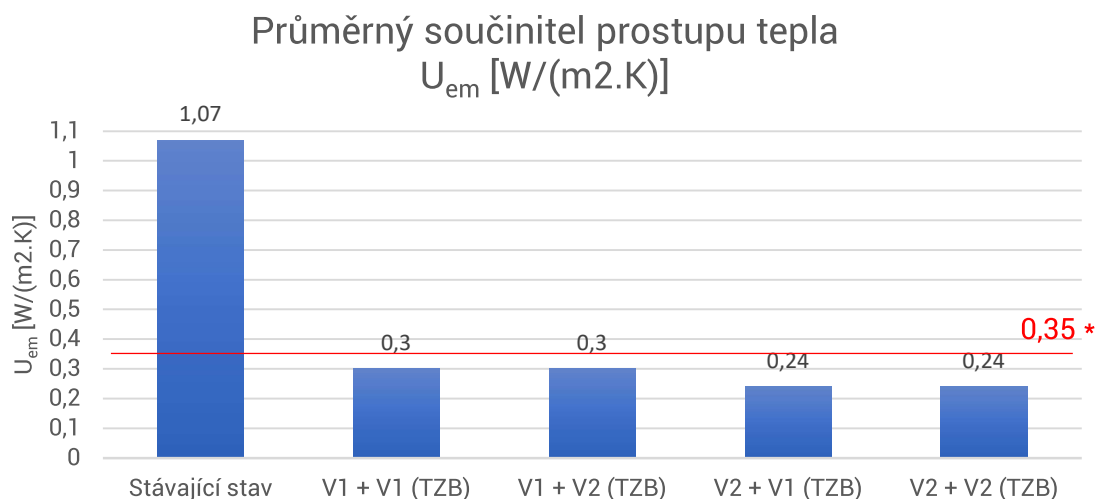
	Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} [W/(m ² .K)]	Měrná potřeba tepla na vytápění E_A [kWh/(m ² .a)]	Měrná celková primární energie $E_{pC,A}$ [kWh/(m ² .a)]
Stávající stav	1,07	200,9	769,4
V1 + V1 (TZB)	0,30	21,6	123,0
V1 + V2 (TZB)	0,30	21,6	117,4
V2 + V1 (TZB)	0,24	14,8	115,9
V2 + V2 (TZB)	0,24	14,8	111,3

Tabulka 6 – Výsledky posouzení kombinací jednotlivých variant opatření

Ve variantě 2 (TZB) byly navíc navrženy fotovoltaické panely, což se projeví ve snížení měrné neobnovitelné primární energie oproti celkové primární energii.

	Měrná celková primární energie $E_{pC,A}$ [kWh/(m ² .a)]	Měrná neobnovitelná primární energie $E_{pN,A}$ [kWh/(m ² .a)]
V1 + V2 (TZB)	117,4	67,4
V2 + V2 (TZB)	111,3	61,4

Tabulka 7 – Porovnání celkové a neobnovitelné primární energie pro vybrané kombinace



*Doporučená hodnota průměrného součinitele prostupu tepla U_{em} [W/(m².K)] pro neobytné pasivní budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou v rozmezí 18 °C až 22 °C. (dle ČSN 73 0540)

Graf 3 – Porovnání kombinací podle průměrného součinitele prostupu tepla

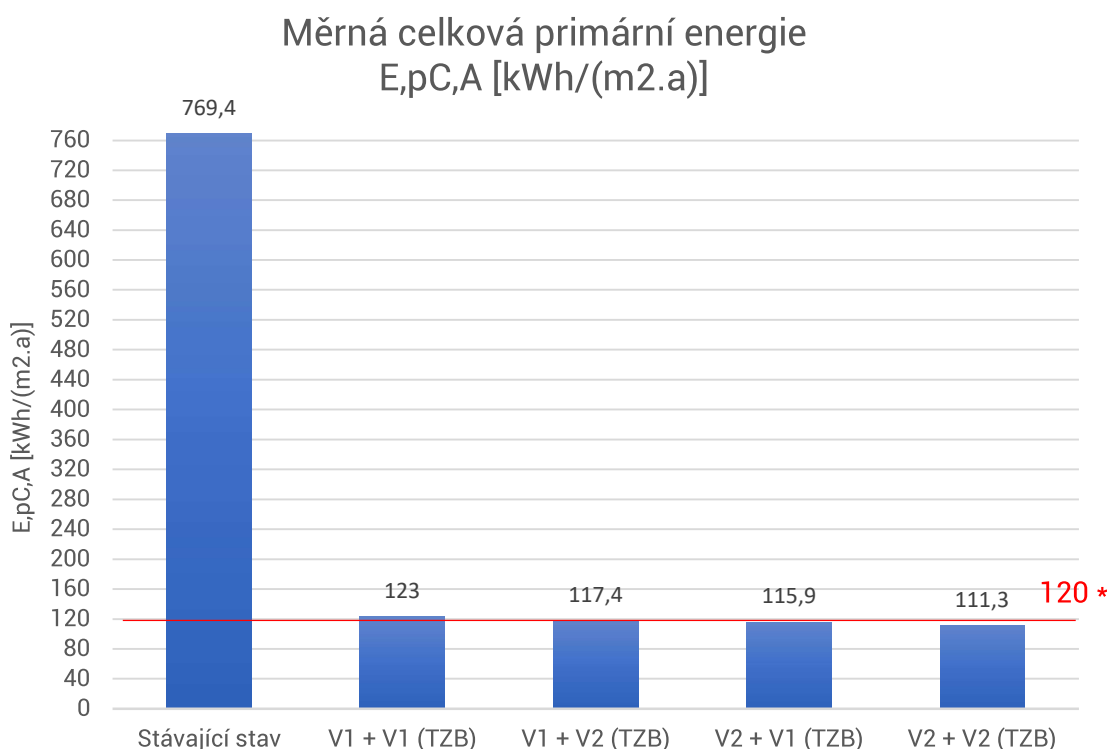
Z grafu je patrné výrazné zlepšení nově navržených variant oproti předchozímu stavu. Doporučená hodnota průměrného součinitele prostupu tepla $U_{em} = 0,35$ W/(m².K) je splněna pro všechny navržené kombinace.



Graf 4 – Porovnání kombinací podle měrné potřeby tepla na vytápění

*Mezní hodnota měrné potřeby tepla na vytápění E_A [kWh/(m².a)] pro neobytné pasivní budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou v rozmezí 18 °C až 22 °C. (dle ČSN 73 0540)

Z grafu je patrné výrazné zlepšení nově navržených variant oproti předchozímu stavu. Maximální hodnota měrné potřeby tepla na vytápění $E_A = 15$ kWh/(m².a) je splněna pro kombinace V2+V1 (TZB) a V2+V2(TZB). Jedná se o kombinace, ve kterých je řešena nová skladba podlahy na zemině, včetně dostatečné tepelné izolace.



*Mezní hodnota měrné celkové primární energie $E_{pC,A}$ [kWh/(m².a)] pro neobytné pasivní budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou v rozmezí 18 °C až 22 °C. (dle ČSN 73 0540)

Graf 5 – Porovnání kombinací podle měrné celkové primární energie

Z grafu je rovněž patrné výrazné zlepšení nově navržených variant oproti předchozímu stavu. Maximální hodnota měrné celkové primární energie $E_{pC,A} = 120$ kWh/(m².a) pro pasivní domy je splněna pro kombinace V1+V2 (TZB), V2+V1 (TZB) a V2+V2(TZB).

Jak již bylo patrné z předchozích grafů navrženými opatřeními dojde k výraznému zlepšení oproti stávajícímu stavu a tím i k výrazným energetickým úsporám. Je to zapříčiněné rozsahem renovace a nutností provádět v tomto případě komplexní rekonstrukci najednou. V následující tabulce jsou uvedeny roční úspory oproti stávajícímu stavu.

	Měrná potřeba tepla na vytápění E_A [kWh/(m ² .a)]	Roční úspora oproti stávajícímu stavu [%]
Stávající stav	200,9	0
V1 + V1 (TZB)	21,6	89,2
V1 + V2 (TZB)	21,6	89,2
V2 + V1 (TZB)	14,8	92,6
V2 + V2 (TZB)	14,8	92,6

Tabulka 8 – Porovnání energetických úspor pro jednotlivé kombinace

Při hodnocení dle energetických úspor dopadly nejlépe kombinace V2 + V1 (TZB), V2 + V1 (TZB). Jedná se o kombinace, ve kterých je řešena nová skladba podlahy na zemině, včetně dostatečné tepelné izolace. Tyto kombinace také splňují normové hodnoty pro neobytné pasivní budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou v rozmezí 18 °C až 22 °C (dle ČSN 73 0540). Při návrhu bylo uvažováno s kompaktní vzduchotěsnící obálkou, která splňuje hodnotu neprůvzdušnosti $n_{50} \leq 0,6$. Splněním těchto podmínek je možné klasifikovat budovu jako pasivní.

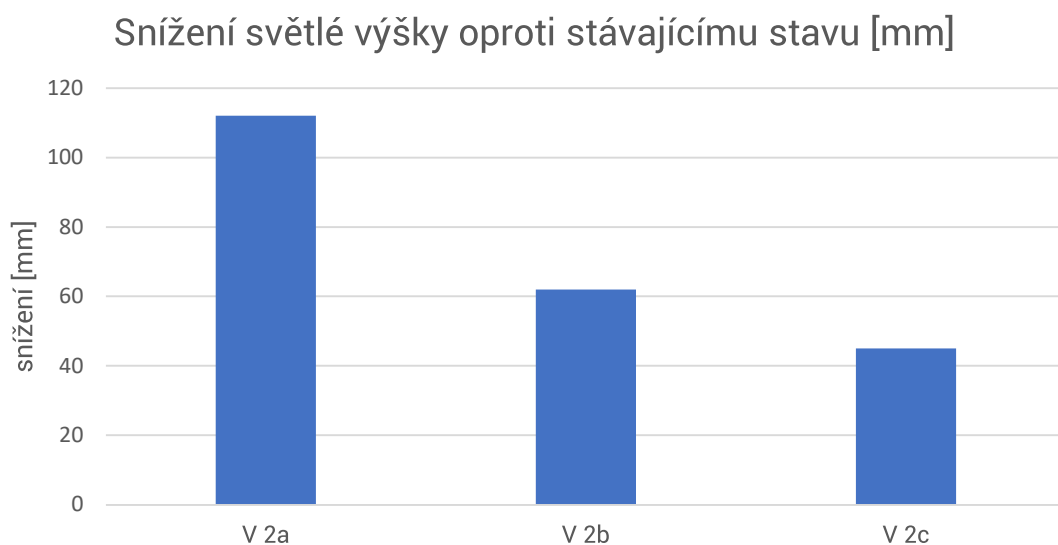
Ostatní varianty nesplňují normové hodnoty pro neobytné pasivní budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou v rozmezí 18 °C až 22 °C (dle ČSN 73 0540). Navrženými opatřeními také dojde k výraznému zlepšení oproti stávajícímu stavu a tím i k výrazným energetickým úsporám. Výsledné hodnoty se pak přibližují požadavkům pro pasivní budovu.

5.2 Posouzení variant podlahy na zemině

Ve variantě 2 byly navrženy tři podvarianty podlahy na zemině. Zachováním stávající nosné konstrukce je limitována světlá výška. Proto bylo snahou zachovat co největší světlou výšku při dosažení potřebného součinitele prostupu tepla pro splnění pasivního standardu celého objektu. Pro jednotlivé varianty byly použity různé izolační materiály a bylo dosaženo rozdílné tloušťky skladeb. V této části byly porovnány z hlediska dosažené tloušťky skladby a z hlediska realizovatelnosti.

	Tepelná izolace	Tloušťka tepelné izolace [mm]	Tloušťka skladby [mm]	Snížení světlé výšky [mm]	Součinitel prostupu tepla $U = 0,32$ $W/(m^2.K)$
Stávající stav	Izoplat	24	100	0	×
V 2a	EPS 100	170	212	112	✓
V 2b	Fenolická pěna	120	162	62	✓
V 2c	Vakuové desky + PUR desky	50 + 50	145	45	✓

Tabulka 9 – Porovnání variant podlahy na zemině



Graf 6 – Porovnání snížení světlé výšky oproti stávajícímu stavu

Před návrhem bylo stanoveno kritérium, nezmenšit světlou výšku o více než 100 mm. Z hlediska finančních nákladů by byla varianta 2a nejlevnější, ale z důvodu velké tloušťky skladby je varianta 2a vyhodnocena jako nevyhovující.

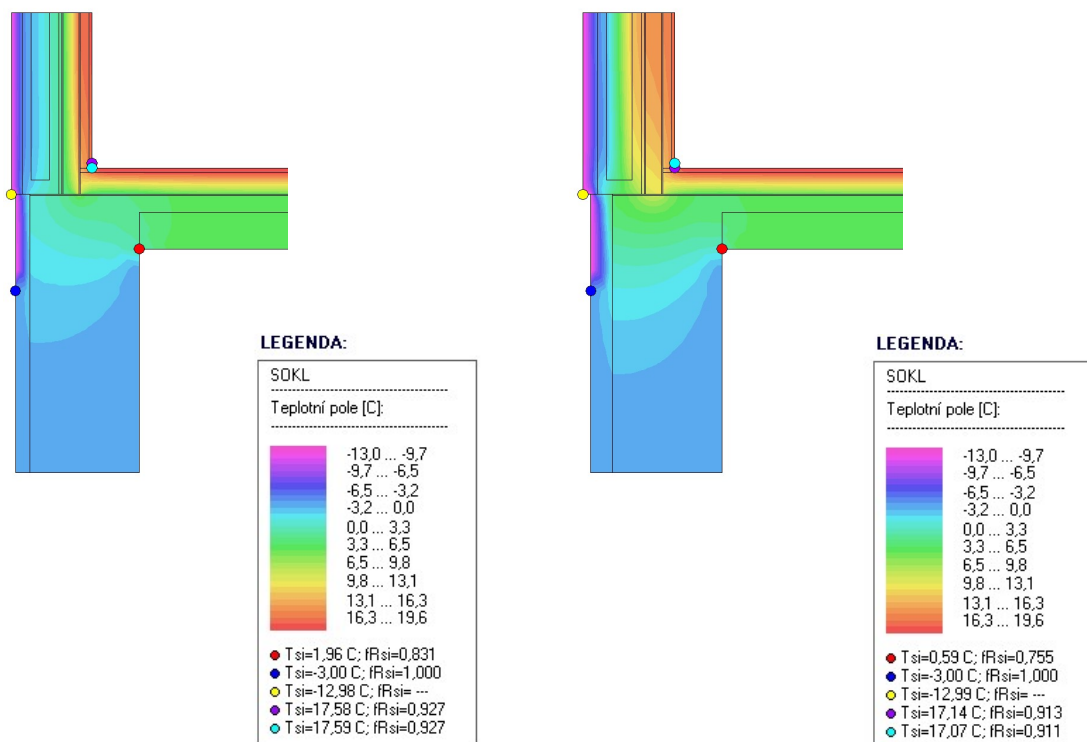
Zbývající varianty 2b a 2c vyhovují stanovenému kritériu. Rozdíl mezi těmito variantami v tloušťce skladby a tím i světlé výšce je 17 mm. Podlahou prostupují nosné ocelové sloupy, tyto prostupu je nutné, aby se co nejvíce eliminovali tepelné mosty. Vzhledem k malému rozdílu v tloušťce skladby, finančním nákladům a náročnosti realizace byla vyhodnocena jako nejvhodnější varianta 2b. Ve které jsou použity tepelněizolační desky z fenolické pěny.

6 Posouzení detailu soklu

Při návrhu byl posouzen detail soklu pro ověření případných problémů s kondenzací vodní páry. Byly uvažovány dvě základní varianty, obě s lehkým obvodovým pláštěm panelového typu na vnější straně sloupů nosné konstrukce. Varianta 1 s menší tloušťkou tepelné izolace v panelu a s tepelnou izolací mezi nosnými ocelovými sloupy. Ve variantě 2 byla navržena veškerá tepelná izolace v rámci panelu vně nosné sloupy.

Obě varianty při posouzení vyhověly. Z důvodu opakovaných tepelných mostů ve variantě 1 a možnosti využití vzduchové dutiny pro instalační vrstvu byla pro návrh zvolena varianta 2. Další důvod pro variantu 2 je bezpečný návrh, kdy je parobrzda umístěna na vnitřním líci tepelné izolace. Ve variantě 1 by pro umístění parobrzdy nebyla splněna doporučená 1/5 tloušťky tepelné izolace od interiéru.

Posouzení bylo provedeno pomocí softwaru Area 2017. Postupně byly posouzeny všechny varianty detailu (mimo sloup, řez sloupem stojinou, řez sloupem mimo stojinu). Kompletní protokoly výpočtu ze softwaru Area 2017 jsou součástí přílohy.



Obrázek 14 – 2D pole teplot pro variantu 1 řez sloupem mimo stojinu

Obrázek 15 – 2D pole teplot pro variantu 2 řez sloupem mimo stojinu

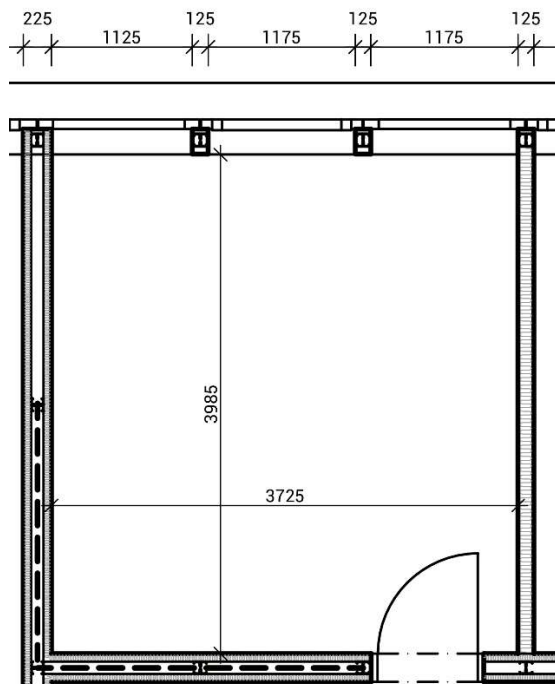
7 Tepelná stabilita v letním období

Pro zajištění uživatelského komfortu je zapotřebí zajistit tepelnou stabilitu v letním období. Současný trend stále se zvětšujícího podílu prosklené plochy fasád značně ovlivňuje solární zisky a tím i tepelnou stabilitu místností v letním období. Požadavky na letní tepelnou stabilitu jsou definovány v ČSN 73 0530. Pro posouzení se zvolí kritická místnost. „Kritická místnost je místnost s největší plochou přímo osluněných výplní otvorů orientovaných na Z, JZ, J, JV, V, a to v poměru k podlahové ploše přilehlého prostoru.“ [2]

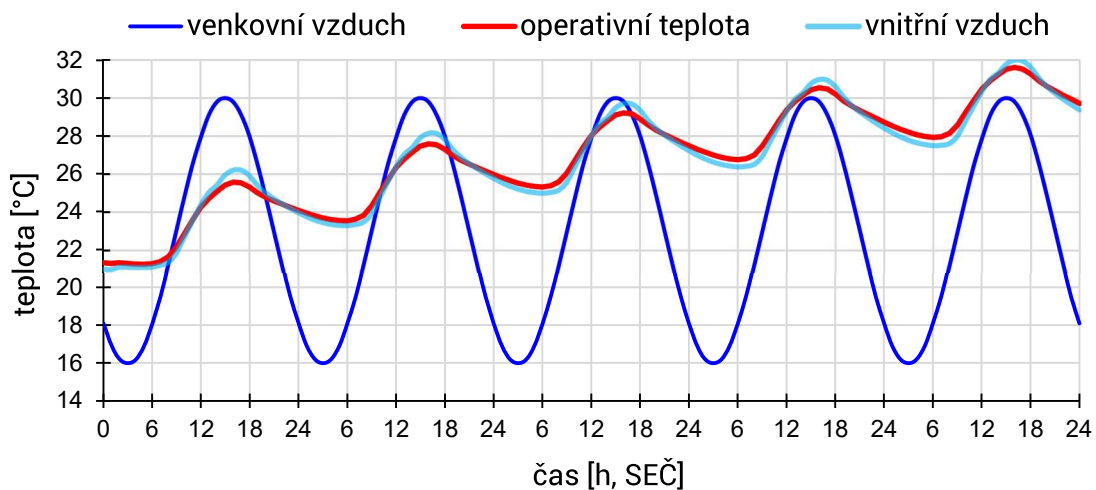
Pro nevýrobní objekt nesmí být nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období $\theta_{ai,max}$ vyšší než 27,0 °C.

Pro posouzení letní stability byla použita aplikace Letní přehřívání, která je poskytována Fakultou stavební ČVUT. [1]

7.1 Posouzení kanceláře ve 2.NP



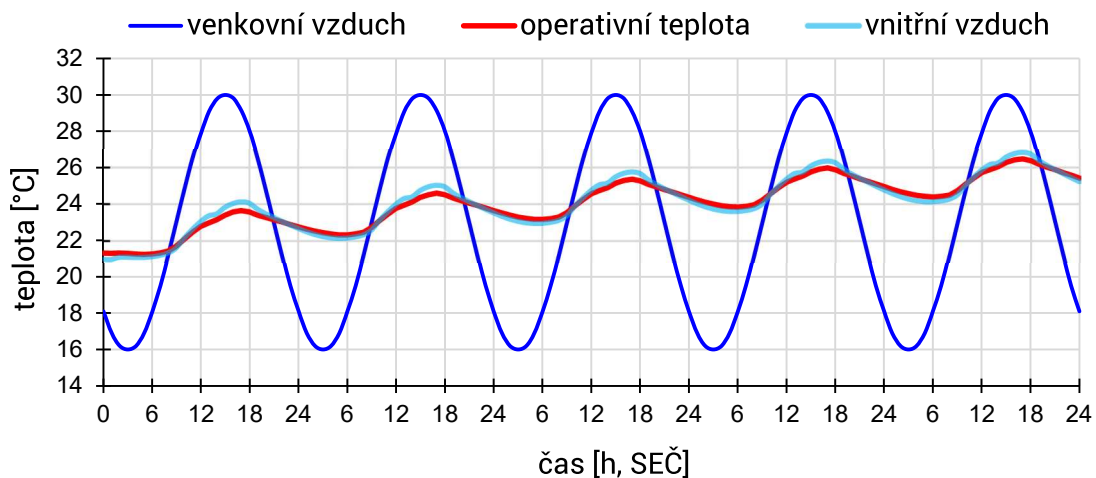
Obrázek 16 – Schéma posuzované kanceláře



Graf 7 – Průběh teploty vnitřního vzduchu pro kritickou místnost

$$\theta_{ai,max} = 31,6 \text{ °C} > \theta_{ai,max,N} = 27,0 \text{ °C}$$

Z grafu je patrné, že kritická místnost nevyhovuje z hlediska maximální denní teploty vzduchu. Jako opatření jsou navrženy vnější žaluzie.



Graf 8 – Průběh teploty vnitřního vzduchu pro kritickou místnost po provedení opatření

$$\theta_{ai,max} = 26,5 \text{ °C} \leq \theta_{ai,max,N} = 27,0 \text{ °C}$$

Z druhého grafu je zřejmé, že díky navrženému opatření nedochází k překročení maximální teploty vzduchu v kritické místnosti.

8 Závěr

Tato diplomová práce se zabývala návrhem energeticky efektivní přestavby administrativní budovy. Cílem práce byl návrh variant možných energeticky efektivních opatření, která povedou ke snížení energetické náročnosti budovy a jejich následné posouzení. Dále se práce zabývala návrhem a posouzením stavebních detailů, zajištěním letní stability, předběžným statickým návrhem nosných prvků stropní konstrukce a koncepcí technických zařízení budovy.

Nejdříve byl posouzen stávající stav objektu z hlediska energetické náročnosti budovy. V porovnání se současnými požadavky nevyhovoval. Pro tento stav byly navrženy možné varianty opatření, které se týkaly jak obálky budovy, tak jejího technického zařízení. Snahou bylo dosažení pasivního standardu budovy a v co největší míře využit obnovitelné stavební materiály. Kombinacemi jednotlivých variant opatření došlo k výrazným energetickým úsporám. Z výsledků je patrné, že nejvyšších energetických úspor oproti původnímu stavu budovy bylo dosaženo při celkovém zateplení obálky budovy, výměně výplní otvorů za tepelně izolační trojskla a návrhu nuceného větrání se zpětným získáváním tepla. Tyto parametry splňují kombinace variant V2 + V1 (TZB) a V2 + V2 (TZB). Obě tyto kombinace dosáhly úspory měrné potřeby tepla na vytápění 92,6 % a zároveň splňují požadavky na pasivní standard. Z hlediska celkové primární energie dopadla lépe kombinace V2 + V2 (TZB), proto byla doporučena jako výsledná kombinace pro realizaci.

Následně byly ve variantě V2 posuzovány různé tepelné izolace pro podlahu na zemině. Z hlediska ceny, realizovatelnosti a zanedbatelného výsledného rozdílu ve světlé výšce byl jako nejvhodnější materiál zvoleny desky z fenolické pěny.

V současné době je snižování spotřeby energií častým tématem. Na návrhu této energeticky efektivní přestavby bylo ukázáno, že úspory mohou být opravdu výrazné. Pro dosažení nejlepších výsledků, je třeba k renovacím a návrhům přistupovat komplexně.

Zdroje

- [1] Rekonstrukce budov s ohledem na energetické úspory – EnviWeb. EnviWeb.cz [online]. Copyright © 1999 [cit. 30.12.2022]. Dostupné z: <https://www.enviweb.cz/97108>
- [2] ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky
- [3] Tepelné mosty: konstrukční problém s řešením | www.propasiv.cz. PROPASIV s.r.o. - řešení tepelných mostů a speciálních izolací [online]. Copyright © 2022 PROPASIV S.R.O. VŠECHNA PRÁVA VYHRAZENA. [cit. 30.12.2022]. Dostupné z: <https://www.propasiv.cz/tepelne-mosty-konstrukcni-problem-s-elegantnim-resenim/>
- [4] GABRIEL, Ingo, LADENER Heinz. *Od staré stavby k nízkoenergetickému a pasivnímu domu: sanace budov, nové energetické normy, plánování a stavební praxe*. Ostrava: HEL, 2013. ISBN 978-80-86167-30-5.
- [5] Historie plochých střech | Střechy Praha. Úvodní stránka | Střechy Praha [online]. Dostupné z: <https://www.strechy-praha.cz/cs/historie-plochych-strech>
- [6] Přirozené větrání. *Panelové domy* [online]. [cit. 30.12.2022]. Dostupné z: <http://panelovedomy.ekowatt.cz/vetrani/25-prirozene-vetrani.html>
- [7] HAZUCHA Juraj, BÁRTA Jan. *Analýza rekonstrukce rodinných domů na pasivní standard*. Rosice u Brna: Centrum pasivního domu, 2008
- [8] Kaskádový princip využívání dřeva je synonymem udržitelnosti. *Dřevostavby a bydlení | nezávislý portál Dřevostavitel* [online]. [cit. 30.12.2022]. Dostupné z: <https://www.drevostavitel.cz/clanek/kaskadovy-princip-vyuzivani-dreva>
- [9] Mapy.cz. *Mapy.cz* [online]. [cit. 31.12.2022]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=15.0470230&y=50.1877281&z=19&base=ophoto>
- [10] Google [online]. [cit. 31.12.2022]. Dostupné z: https://www.google.com/maps/@50.1878844,15.0468738,3a,50.2y,156.9h,90.83t/data=!3m6!1e1!3m4!1s2_6c0umEHrg2KURNkW163Q!2e0!7i16384!8i8192
- [11] PÁCAL J., *Původní dokumentace*

- [12] STEICO – *Das Naturbausystem / Home* [online]. Copyright © [cit. 31.12.2022].
Dostupné
z: [https://web.steico.com/fileadmin/steico/content/pdf/Marketing/Czech/Products/S
TEICOflex_036_cz_i.pdf](https://web.steico.com/fileadmin/steico/content/pdf/Marketing/Czech/Products/S TEICOflex_036_cz_i.pdf)
- [13] VakuPRO - vakuová izolace | Propasiv. *Úvod / Propasiv* [online]. Copyright © 2017
Propasiv CZ s.r.o. [cit. 07.01.2023]. Dostupné
z: <https://eshop.propasiv.cz/category/18-vakupro-vakuova-izolace>
- [14] TYWONIAK, Jan. *Nízkoenergetické domy 3: nulové, pasivní a další*. Praha: Grada,
2012. Stavitel. ISBN 978-80-247-3832-1.
- [15] Progression | Slavona - dřevěná okna a dveře. *Dřevěná okna, dřevěné dveře |
Slavona - dřevěná okna a dveře* [online]. Copyright ©2023 Slavona.cz [cit. 07.01.2023].
Dostupné z: <https://www.slavona.cz/okna-progression/#specifikace>
- [16] Kolik elektřiny vyrobí solární panel | E.ON. [online]. [cit. 07.01.2023]. Dostupné
z: [https://www.eon.cz/radce/zelena-energie/solarni-energie/kolik-elekriny-vyrobi-
solarni-panel/](https://www.eon.cz/radce/zelena-energie/solarni-energie/kolik-elekriny-vyrobi-solarni-panel/)
- [17] *Centrum pasivního domu - Pasivnidomy.cz* [online]. Copyright © [cit. 09.01.2023].
Dostupné z: [https://www.pasivnidomy.cz/infolist19-07-vzduchotesnost-a-
testovani/f8158](https://www.pasivnidomy.cz/infolist19-07-vzduchotesnost-a-testovani/f8158)
- [17] STANĚK, Kamil. *Potrebatepla_spj_2018_11_06* [online]. [cit. 07.01.2023].
Dostupné z:
[https://kps.fsv.cvut.cz/index.php?lmut=cz&part=vyuka&sub=druh&type=mgr&kod=12
4SPB1](https://kps.fsv.cvut.cz/index.php?lmut=cz&part=vyuka&sub=druh&type=mgr&kod=124SPB1).
- [18] STANĚK, Kamil. *letniprehrivani_drs_spj* [online]. [cit. 07.01.2023]. Dostupné z:
[https://kps.fsv.cvut.cz/index.php?lmut=cz&part=vyuka&sub=druh&type=mgr&kod=12
4SPB1](https://kps.fsv.cvut.cz/index.php?lmut=cz&part=vyuka&sub=druh&type=mgr&kod=124SPB1).

Seznam příloh

Příloha č. 1 – Posouzení navržených a stávajících skladeb

Příloha č. 2 – Posouzení stávajícího stavu a navržených variant z hlediska energetické náročnosti

Příloha č. 3 – Posouzení detailu soklu

Příloha č. 4 – Posouzení letní stability

Příloha č. 5 – Výpočty TZB

Příloha č. 6 – Předběžný statický návrh

Příloha č. 7 – Výkresová dokumentace

Seznam obrázků

Obrázek 1 – Ukázka grafu možných úspor při renovaci

Obrázek 2 – Princip udržitelného stavitelství

Obrázek 3 – Letecký snímek objektu

Obrázek 4 – Pohled na objekt

Obrázek 5 – Severozápadní pohled (stávající stav)

Obrázek 6 – Skladba obvodové stěny

Obrázek 7 – Řez oknem Slavona Progression

Obrázek 8 – Skladba střešní konstrukce

Obrázek 9 – Skladba podlahy na zemině – stávající

Obrázek 10 – Srovnání různých tepelných izolací se stejným součinitelem prostupu tepla

Obrázek 11 – Skladba podlahy na zemině – varianta a

Obrázek 12 – Skladba podlahy na zemině – varianta b

Obrázek 13 – Skladba podlahy na zemině – varianta c

Obrázek 14 – 2D pole teplot pro variantu 1 – řez sloupem mimo stojinu

Obrázek 15 – 2D pole teplot pro variantu 2 – řez sloupem mimo stojinu

Obrázek 16 – Schéma posuzované kanceláře

Seznam tabulek

Tabulka 1 – Shrnutí možných opatření a jejich přínos

Tabulka 2 – Součinitel prostupu tepla jednotlivých skladeb stávajícího objektu

Tabulka 3 – Vybrané normové hodnoty součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí

Tabulka 4 – Varianty úprav obálky budovy

Tabulka 5 – Varianty úprav technického zařízení budovy

Tabulka 6 – Výsledky posouzení kombinací jednotlivých variant opatření

Tabulka 7 – Porovnání celkové a neobnovitelné primární energie pro vybrané kombinace

Tabulka 8 – Porovnání energetických úspor pro jednotlivé kombinace

Tabulka 9 – Porovnání variant podlahy na zemině

Seznam grafů

Graf 1 – Měrné tepelné ztráty stávajícího objektu

Graf 2 – Tepelné zisky stávajícího objektu

Graf 3 – Porovnání kombinací podle průměrného součinitele prostupu tepla

Graf 4 – Porovnání kombinací podle měrné potřeby tepla na vytápění

Graf 5 – Porovnání kombinací podle měrné celkové primární energie

Graf 6 – Porovnání snížení světlé výšky oproti stávajícímu stavu

Graf 7 – Průběh teploty vnitřního vzduchu pro kritickou místnost

Graf 8 – Průběh teploty vnitřního vzduchu pro kritickou místnost po provedení opatření

Seznam použitých programů

AutoCAD 2022 [software]

Teplo 2017 EDU [software]

Area 2017 EDU [software]

Microsoft Office 365 [software]

Přílohy

Příloha č. 1 – Posouzení navržených a stávajících skladeb

Protokol k posouzení stávající střešní konstrukce – software Teplo 2017

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **S1 - Střešní plášť_ stávající**

Zpracovatel : Bc. Vít Kekula

Zakázka : DP

Datum : 9.11.2022

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střeška jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Sádrokarton	0,0200	0,2200	1060,0	750,0	9,0	0.0000
2	Folie PVC	0,0005	0,1600	960,0	1400,0	16700,0	0.0000
3	Rotaflex	0,0500	0,1820*	843,3	930,0	1,4	0.0000
4	Trapézové plec	0,0006	50,0000	870,0	7850,0	1720,0	0.0000
5	Železobeton 3	0,0700	1,7400	1020,0	2500,0	32,0	0.0000
6	Pěnový polysty	0,0500	0,0510	1270,0	10,0	40,0	0.0000
7	Sklobit	0,0060	0,2100	1470,0	1200,0	49250,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Sádrokarton	---
2	Folie PVC	---
3	Rotaflex	vliv systematických tep. mostů dle EN ISO 6946 Tep. vodivost zákl. materiálu: 0.050 W/(m.K) Tep. vodivost tep. mostů: 50.0 W/(m.K) Šířka tepelných mostů: 0.1000 m Tloušťka tepelných mostů: 0.0500 m Os. vzdálenost tep. mostů: 0.9000 m
4	Trapézové plechy	---
5	Železobeton 3	---
6	Pěnový polystyren 1 (do roku 2003)	---
7	Sklobit	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH_i : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	21.0	44.0	1093.7	-3.7	80.9	362.6
2	28 672	21.0	46.6	1158.3	-1.8	80.3	422.2
3	31 744	21.0	49.1	1220.4	2.0	79.1	557.9
4	30 720	21.0	54.0	1342.2	6.8	76.9	759.5
5	31 744	21.0	61.4	1526.1	11.9	73.6	1024.9
6	30 720	21.0	67.1	1667.8	15.1	70.8	1214.5
7	31 744	21.0	69.5	1727.5	16.4	69.4	1293.8
8	31 744	21.0	68.4	1700.1	15.8	70.1	1257.7
9	30 720	21.0	61.6	1531.1	12.0	73.6	1031.7
10	31 744	21.0	54.3	1349.7	7.1	76.7	773.3
11	30 720	21.0	48.9	1215.4	1.9	79.0	553.2
12	31 744	21.0	46.6	1158.3	-1.7	80.4	426.3

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

Průměrná měsíční venkovní teplota Te byla v souladu s EN ISO 13788 snížena o 2 C (orientační zohlednění výměny tepla sáláním mezi střechou a oblohou).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 1.418 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.642 W/m2K**

Součinitel prostupu zabudované kce U_{k,c} : 0.66 / 0.69 / 0.74 / 0.84 W/m2K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce ZpT : 1.6E+0012 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 80.4
Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 7.1 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 16.02 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : **0.854**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně Rsi=0,25 m2K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m			
1	11.6	0.620	8.3	0.485	17.4	0.854	55.1
2	12.5	0.627	9.1	0.480	17.7	0.854	57.4
3	13.3	0.594	9.9	0.417	18.2	0.854	58.4
4	14.8	0.560	11.3	0.320	18.9	0.854	61.4
5	16.8	0.534	13.3	0.153	19.7	0.854	66.7
6	18.2	0.520	14.7	-----	20.1	0.854	70.8
7	18.7	0.506	15.2	-----	20.3	0.854	72.4
8	18.5	0.514	15.0	-----	20.2	0.854	71.7
9	16.8	0.535	13.3	0.149	19.7	0.854	66.8
10	14.8	0.557	11.4	0.311	19.0	0.854	61.6
11	13.2	0.593	9.9	0.417	18.2	0.854	58.2
12	12.5	0.625	9.1	0.477	17.7	0.854	57.3

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	18.8	16.8	16.8	10.8	10.8	9.9	-11.5	-12.1
p [Pa]:	1367	1366	1334	1334	1330	1321	1313	166
p,sat [Pa]:	2171	1916	1908	1292	1292	1218	227	214

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

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

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.1911	0.1911	1.640E-0008

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.1506 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **0.0979 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 15.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m2 za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m2 za měsíc Mc/Mev	Akumul. vlhkost v kg/m2 za měsíc Ma
	levá	pravá	g,in	g,out		
9	0.1911	0.1911	0.0034	0.0007	0.0027	0.0027
10	0.1911	0.1911	0.0115	0.0005	0.0110	0.0138
11	0.1911	0.1911	0.0176	0.0003	0.0173	0.0311
12	0.1911	0.1911	0.0225	0.0003	0.0222	0.0533
1	0.1911	0.1911	0.0225	0.0002	0.0223	0.0763
2	0.1911	0.1911	0.0205	0.0002	0.0202	0.0965
3	0.1911	0.1911	0.0182	0.0003	0.0179	0.1144
4	0.1911	0.1911	0.0116	0.0005	0.0112	0.1255
5	0.1911	0.1911	0.0037	0.0007	0.0030	0.1285
6	0.1911	0.1911	-0.0029	0.0009	-0.0038	0.1247
7	0.1911	0.1911	-0.0062	0.0011	-0.0073	0.1174
8	0.1911	0.1911	-0.0047	0.0010	-0.0057	0.1118

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.1285 kg/m2**

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **0.0168 kg/m2**

z toho se odpaří do exteriéru: 0.0030 kg/m2

..... a do interiéru: 0.0137 kg/m2

Na konci modelového roku je zóna stále vlhká (tj. $M_{c,a} > M_{ev,a}$).

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozeznání relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Sádrokarton	181	92	92	---	---
2	Folie PVC	181	92	92	---	---
3	Rotaflex	151	92	91	31	---
4	Trapézové plec	151	92	91	31	---
5	Železobeton 3	212	31	60	62	---
6	Pěnový polysty	---	---	---	---	365
7	Sklobit	---	---	---	---	365

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.

Protokol k posouzení stávající podlahy na zemině – software Teplo 2017

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **Podlaha na zemině_stávající**
Zpracovatel : Bc. Vít Kekula
Zakázka : DP
Datum : 9.11.2022

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha na zemině
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Potěr cementov	0,0200	1,1600	840,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Pilnobeton 2	0,0400	0,3200	1470,0	1000,0	12,0	0.0000
3	Dřevovláknité	0,0240	0,1700	1630,0	1000,0	12,5	0.0000
4	Škvárobeton	0,0060	0,5200	830,0	1000,0	6,0	0.0000
5	A 500 H	0,0050	0,2100	1470,0	1070,0	8550,0	0.0000
6	Beton hutný	0,1000	1,3000	1020,0	2200,0	20,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Potěr cementový	---
2	Pilnobeton 2	---
3	Dřevovláknité desky lisované 3	---
4	Škvárobeton	---
5	A 500 H	---
6	Beton hutný	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.00 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 8.8 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 100.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	21.0	44.0	1093.7	4.6	100.0	847.8
2	28 672	21.0	46.6	1158.3	3.6	100.0	790.2
3	31 744	21.0	49.1	1220.4	4.5	100.0	841.9
4	30 720	21.0	54.0	1342.2	6.4	100.0	960.8
5	31 744	21.0	61.4	1526.1	8.8	100.0	1132.0
6	30 720	21.0	67.1	1667.8	11.4	100.0	1347.3

7	31	744	21.0	69.5	1727.5	13.0	100.0	1497.0
8	31	744	21.0	68.4	1700.1	13.6	100.0	1556.7
9	30	720	21.0	61.6	1531.1	13.3	100.0	1526.6
10	31	744	21.0	54.3	1349.7	11.4	100.0	1347.3
11	30	720	21.0	48.9	1215.4	9.0	100.0	1147.5
12	31	744	21.0	46.6	1158.3	6.4	100.0	960.8

Poznámka: T_{ai} , RH_i a P_i jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a T_e , RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Průměrná měsíční venkovní teplota T_e byla vypočtena podle čl. 4.2.3 v EN ISO 13788 (vliv tepelné setrvačnosti zeminy).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 0.396 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **1.768 W/m²K**

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 1.79 / 1.82 / 1.87 / 1.97 W/m²K

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

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 2.4E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce N_y^* podle EN ISO 13786 : 5.3

Fázový posun teplotního kmitu Ψ_{si}^* podle EN ISO 13786 : 6.1 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$: 16.28 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$: **0.613**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně $R_{si}=0,25$ m²K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		$T_{si}[C]$	f_{Rsi}	$RH_{si}[%]$
	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$	$T_{si}[C]$	f_{Rsi}	$RH_{si}[%]$
1	11.6	0.428	8.3	0.225	14.7	0.613	65.6
2	12.5	0.511	9.1	0.318	14.3	0.613	71.3
3	13.3	0.533	9.9	0.328	14.6	0.613	73.4
4	14.8	0.572	11.3	0.339	15.3	0.613	77.0
5	16.8	0.653	13.3	0.368	16.3	0.613	82.5
6	18.2	0.705	14.7	0.340	17.3	0.613	84.6
7	18.7	0.716	15.2	0.276	17.9	0.613	84.3
8	18.5	0.659	15.0	0.184	18.1	0.613	81.7
9	16.8	0.456	13.3	0.006	18.0	0.613	74.1
10	14.8	0.358	11.4	0.003	17.3	0.613	68.5
11	13.2	0.352	9.9	0.071	16.4	0.613	65.4
12	12.5	0.417	9.1	0.188	15.3	0.613	66.5

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

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
theta [C]:	17.3	17.0	14.3	11.2	11.0	10.5	8.8
p [Pa]:	1367	1365	1363	1361	1361	1144	1134
p,sat [Pa]:	1979	1933	1627	1333	1311	1267	1134

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

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

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny		Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
	levá	pravá	
1	0.0900	0.0900	8.576E-0009

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0466 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **1.2457 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

Poznámka: Vypočtená celoroční bilance má pouze informativní charakter, protože výchozí venkovní teplota nebyla zadána v rozmezí od -10 do -21 C. Uvedený výsledek byl vypočten za předpokladu, že se konstrukce nachází v teplotní oblasti -15 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m2 za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m2 za měsíc Mc/Mev	Akumul. vlhkost v kg/m2 za měsíc Ma
	levá	pravá	g,in	g,out		
12	0.0900	0.0900	0.0049	0.0022	0.0026	0.0026
1	0.0900	0.0900	0.0243	0.0022	0.0221	0.0254
2	0.0900	0.0900	0.0718	0.0021	0.0697	0.0952
3	0.0900	0.0900	0.0845	0.0023	0.0822	0.1773
4	0.0900	0.0900	0.0844	0.0022	0.0823	0.2596
5	0.0900	0.0900	0.0970	0.0021	0.0949	0.3545
6	0.0900	0.0900	0.0694	0.0019	0.0675	0.4220
7	0.0900	0.0900	0.0382	0.0017	0.0364	0.4584
8	0.0900	0.0900	0.0021	0.0017	0.0005	0.4589
9	0.0900	0.0900	-0.0596	0.0016	-0.0613	0.3976
10	0.0900	0.0900	-0.0708	0.0019	-0.0727	0.3249
11	0.0900	0.0900	-0.0470	0.0020	-0.0491	0.2758

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.4589 kg/m2**

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **0.1831 kg/m2**

z toho se odpaří do exteriéru: 0.0056 kg/m2

..... a do interiéru: 0.1774 kg/m2

Na konci modelového roku je zóna stále vlhká (tj. $M_{c,a} > M_{ev,a}$).

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Potěr cementov	---	182	122	61	---
2	Pílinobeton 2	---	---	151	214	---
3	Dřevovláknité	---	---	---	---	365
4	Škvárobeton	---	---	---	---	365
5	A 500 H	---	---	---	---	365
6	Beton hutný	---	---	---	---	365

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.

Protokol k posouzení navržené obvodové stěny – software Teplo 2017

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **S2 - Obvodová stěna_návrh**

Zpracovatel : Bc. Vít Kekula

Zakázka : DP

Datum : 23.11.2022

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější dvouplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Fermacell	0,0150	0,3200	1100,0	1150,0	13,0	0.0000
2	Uzavřená vzduc	0,1000	0,5930*	1009,8	10,6	0,1	0.0000
3	Egger OSB4 TOP	0,0180	0,1300	1700,0	620,0	200,0	0.0000
4	STEICO flex 03	0,2400	0,0420*	2107,9	66,5	2,0	0.0000
5	STEICO therm	0,0800	0,0380	2100,0	50,0	5,0	0.0000
6	DEKTEN FASAD	0,0002	0,3900	1700,0	675,0	100,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Fermacell	---
2	Uzavřená vzduch. dutina tl. 100 mm	vliv kovových tep. mostů dle BRE Digest 465 Tep. vodivost zákl. materiálu: 0.588 W/(m.K) Tep. vodivost kov. profilů: 50.0 W/(m.K) Typ profilů: CW a obdobné (SDK příčky) Vzduch uvnitř profilů: ano Šířka kovových profilů: 0.0800 m Tloušťka (hloubka) profilů: 0.1000 m Tloušťka stěn profilů: 0.0006 m Osová vzdálenost profilů: 1.3000 m
3	Egger OSB4 TOP	---
4	STEICO flex 036	vliv systematických tep. mostů dle EN ISO 6946 Tep. vodivost zákl. materiálu: 0.036 W/(m.K) Tep. vodivost tep. mostů: 0.410 W/(m.K) Šířka tepelných mostů: 0.0250 m Tloušťka tepelných mostů: 0.2400 m Os. vzdálenost tep. mostů: 1.3000 m
5	STEICO therm	---
6	DEKTEN FASADE II	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.13 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.13 m²K/W

Návrhová venkovní teplota T_e : -13.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 21.0 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]	
1	31	744	21.0	43.1	1071.3	-2.4	81.2	406.1
2	28	672	21.0	45.1	1121.0	-0.9	80.8	457.9
3	31	744	21.0	48.3	1200.5	3.0	79.5	602.1
4	30	720	21.0	52.7	1309.9	7.7	77.5	814.1
5	31	744	21.0	59.5	1478.9	12.7	74.5	1093.5
6	30	720	21.0	65.0	1615.6	15.9	72.0	1300.1
7	31	744	21.0	67.9	1687.7	17.5	70.4	1407.2
8	31	744	21.0	66.9	1662.9	17.0	70.9	1373.1
9	30	720	21.0	60.5	1503.8	13.3	74.1	1131.2
10	31	744	21.0	53.3	1324.8	8.3	77.1	843.7
11	30	720	21.0	48.2	1198.1	2.9	79.5	597.9
12	31	744	21.0	45.6	1133.4	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: T_{ai} , RHi a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a T_e , RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 8.174 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.119 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.14 / 0.17 / 0.22 / 0.32 W/m²K

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

Difúzní odpor a tepelně akumuláční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce ZpT : 2.5E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny^* podle EN ISO 13786 : 326.1

Fázový posun teplotního kmitu Psi^* podle EN ISO 13786 : 13.4 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$: 20.01 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$: 0.971

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně $R_{si}=0,25$ m²K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		$T_{si}[C]$	f_{Rsi}	$RH_{si}[%]$
	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$			
1	11.3	0.586	8.0	0.444	20.3	0.971	45.0
2	12.0	0.589	8.7	0.436	20.4	0.971	46.9
3	13.0	0.558	9.7	0.371	20.5	0.971	49.9
4	14.4	0.502	11.0	0.246	20.6	0.971	54.0
5	16.3	0.430	12.8	0.014	20.8	0.971	60.4
6	17.7	0.346	14.2	-----	20.9	0.971	65.6
7	18.4	0.245	14.8	-----	20.9	0.971	68.3
8	18.1	0.280	14.6	-----	20.9	0.971	67.4
9	16.5	0.419	13.1	-----	20.8	0.971	61.3
10	14.6	0.492	11.1	0.224	20.6	0.971	54.5
11	13.0	0.558	9.6	0.372	20.5	0.971	49.8

12 12.2 0.591 8.8 0.436 20.4 0.971 47.4

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
theta [C]:	20.5	20.3	19.6	19.0	-4.0	-12.5	-12.5
p [Pa]:	1367	1317	1315	396	273	171	166
p,sat [Pa]:	2407	2379	2281	2203	437	208	208

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

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

Množství difundující vodní páry Gd : 5.104E-0008 kg/(m2.s)

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozeznání relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Fermacell	243	122	---	---	---
2	Uzavřená vzduc	212	153	---	---	---
3	Egger OSB4 TOP	212	153	---	---	---
4	STEICO flex 03	59	306	---	---	---
5	STEICO therm	---	---	365	---	---
6	DEKTEN FASADE	---	---	365	---	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **S1 - Střešní plášť_návrh**

Zpracovatel : Bc. Vít Kekula

Zakázka : DP

Datum : 9.11.2022

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střeška jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Trapézové plec	0,0007	50,0000	870,0	7850,0	1720,0	0.0000
2	Beton hutný	0,0700	1,3000	1020,0	2200,0	20,0	0.0000
3	Poriment WS	0,0200	0,1800	840,0	700,0	27,0	0.0000
4	Elastodek 40 S	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	30000,0	0.0000
5	STEICO roof dr	0,3400	0,0400	2100,0	200,0	5,0	0.0000
6	DEKPLAN 77	0,0018	0,1600	960,0	1300,0	20000,0	0.0000
7	Hlína suchá	0,1000	0,7000	750,0	1600,0	1,5	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Trapézové plechy	---
2	Beton hutný	---
3	Poriment WS	---
4	Elastodek 40 Special Mineral	---
5	STEICO roof dry	---
6	DEKPLAN 77	---
7	Hlína suchá	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 22.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHl : 31.7 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	21.0	43.1	1071.3	-4.4	81.2	342.9
2	28 672	21.0	45.1	1121.0	-2.9	80.8	387.4
3	31 744	21.0	48.3	1200.5	1.0	79.5	521.8
4	30 720	21.0	52.7	1309.9	5.7	77.5	709.4
5	31 744	21.0	59.5	1478.9	10.7	74.5	958.1

6	30	720	21.0	65.0	1615.6	13.9	72.0	1142.9
7	31	744	21.0	67.9	1687.7	15.5	70.4	1239.1
8	31	744	21.0	66.9	1662.9	15.0	70.9	1208.4
9	30	720	21.0	60.5	1503.8	11.3	74.1	991.8
10	31	744	21.0	53.3	1324.8	6.3	77.1	735.7
11	30	720	21.0	48.2	1198.1	0.9	79.5	518.1
12	31	744	21.0	45.6	1133.4	-2.6	80.7	396.8

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

Průměrná měsíční venkovní teplota Te byla v souladu s EN ISO 13788 snížena o 2 C (orientační zohlednění výměny tepla sáláním mezi střechem a oblohou).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 8.838 m²K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.111 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.13 / 0.16 / 0.21 / 0.31 W/m²K
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 8.6E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 12002.3

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 6.7 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 21.04 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.973

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R_{si}=0,25 m²K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
T _{si} ,m[C]	f _{Rsi} ,m	T _{si} ,m[C]	f _{Rsi} ,m				
1	11.3	0.618	8.0	0.488	20.3	0.973	45.0
2	12.0	0.623	8.7	0.483	20.3	0.973	47.0
3	13.0	0.602	9.7	0.434	20.5	0.973	50.0
4	14.4	0.567	11.0	0.345	20.6	0.973	54.1
5	16.3	0.541	12.8	0.205	20.7	0.973	60.5
6	17.7	0.530	14.2	0.038	20.8	0.973	65.8
7	18.4	0.520	14.8	-----	20.8	0.973	68.5
8	18.1	0.520	14.6	-----	20.8	0.973	67.6
9	16.5	0.539	13.1	0.182	20.7	0.973	61.5
10	14.6	0.561	11.1	0.330	20.6	0.973	54.6
11	13.0	0.602	9.6	0.435	20.4	0.973	49.9
12	12.2	0.625	8.8	0.484	20.4	0.973	47.5

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

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	21.6	21.6	21.4	21.0	20.9	-12.2	-12.3	-12.8

p [Pa]: 838 833 827 825 324 317 167 166
 p,sat [Pa]: 2580 2580 2547 2481 2469 212 211 201

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

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

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny [m]		Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
	levá	pravá	
1	0.4347	0.4347	7.491E-0010

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0013 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **0.0743 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 0.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m2 za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m2 za měsíc Mc/Mev	Akumul. vlhkost v kg/m2 za měsíc Ma
	levá	pravá	g,in	g,out		
12	0.4347	0.4347	0.0027	0.0017	0.0009	0.0009
1	0.4347	0.4347	0.0026	0.0014	0.0012	0.0022
2	0.4347	0.4347	0.0024	0.0015	0.0009	0.0030
3	0.4347	0.4347	0.0022	0.0023	-0.0001	0.0030
4	0.4347	0.4347	0.0016	0.0033	-0.0017	0.0013
5	---	---	0.0007	0.0051	-0.0044	0.0000
6	---	---	---	---	---	---
7	---	---	---	---	---	---
8	---	---	---	---	---	---
9	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---
11	---	---	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0030 kg/m2**

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$ je min.: **0.0030 kg/m2**

z toho se odpaří do exteriéru: 0.0030 kg/m2

..... a do interiéru: 0.0000 kg/m2

Na konci modelového roku je zóna suchá (tj. $M_{c,a} < M_{ev,a}$).

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Trapézové plec	243	122	---	---	---
2	Beton hutný	243	122	---	---	---
3	Poriment WS	212	153	---	---	---
4	Elastodek 40 S	212	153	---	---	---
5	STEICO roof dr	---	---	92	92	181
6	DEKPLAN 77	---	---	92	92	181
7	Hlína suchá	---	---	306	59	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **S3 - Podlaha na zemině_varianta 2a_návrh**
Zpracovatel : Bc. Vít Kekula
Zakázka : DP
Datum : 9.11.2022

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha na zemině
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Sádrovláknitá	0,0250	0,3420*	1099,9	1153,0	13,0	0.0000
2	PE folie	0,0001	0,3500	1470,0	900,0	144000,0	0.0000
3	EPS 100	0,1700	0,0590*	1269,8	23,5	30,0	0.0000
4	Glastek 40 Spe	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	29000,0	0.0000
5	Podkladní beto	0,1000	1,3000	1020,0	2200,0	20,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

U vrstvy č. 4 je faktor difuzního odporu proměnný v roce.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Sádrovláknitá deska Fermacell	vliv běžných bodových tep. mostů Tep. vodivost zákl. materiálu: 0.320 W/(m.K) Tep. vodivost bod. mostu: 50.0 W/(m.K) Průřez. plocha bod. mostu: 446.0 mm2 Počet bod. mostů v 1 m2: 1.0
2	PE folie	---
3	EPS 100	vliv běžných bodových tep. mostů Tep. vodivost zákl. materiálu: 0.037 W/(m.K) Tep. vodivost bod. mostu: 50.0 W/(m.K) Průřez. plocha bod. mostu: 446.0 mm2 Počet bod. mostů v 1 m2: 1.0
4	Glastek 40 Special Mineral	---
5	Podkladní beton B135	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.00 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 7.9 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 100.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]	
1	31	744	21.0	53.9	1339.7	3.6	100.0	790.2
2	28	672	21.0	56.0	1391.9	2.7	100.0	741.4
3	31	744	21.0	57.5	1429.2	3.5	100.0	784.7
4	30	720	21.0	59.3	1473.9	5.4	100.0	896.5
5	31	744	21.0	63.4	1575.9	7.8	100.0	1057.7
6	30	720	21.0	67.2	1670.3	10.3	100.0	1252.2
7	31	744	21.0	69.2	1720.0	11.9	100.0	1392.6
8	31	744	21.0	68.5	1702.6	12.7	100.0	1467.8
9	30	720	21.0	64.1	1593.3	12.4	100.0	1439.2
10	31	744	21.0	59.7	1483.9	10.6	100.0	1277.5
11	30	720	21.0	57.5	1429.2	8.1	100.0	1079.5
12	31	744	21.0	56.5	1404.4	5.4	100.0	896.5

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

Průměrná měsíční venkovní teplota Te byla vypočtena podle čl. 4.2.3 v EN ISO 13788 (vliv tepelné setrvačnosti zeminy).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 3.051 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.310 W/m²K**

Součinitel prostupu zabudované kce U_{k,c} : 0.33 / 0.36 / 0.41 / 0.51 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 7.3E+0011 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 23.9
Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 4.8 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 20.01 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : **0.924**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R_{si}=0,25 m²K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m			
1	14.7	0.639	11.3	0.443	19.7	0.924	58.5
2	15.3	0.690	11.9	0.502	19.6	0.924	61.0
3	15.7	0.699	12.3	0.503	19.7	0.924	62.4
4	16.2	0.693	12.8	0.472	19.8	0.924	63.8
5	17.3	0.717	13.8	0.454	20.0	0.924	67.4
6	18.2	0.738	14.7	0.410	20.2	0.924	70.6
7	18.7	0.743	15.1	0.356	20.3	0.924	72.2
8	18.5	0.699	15.0	0.275	20.4	0.924	71.2
9	17.4	0.586	14.0	0.181	20.3	0.924	66.7
10	16.3	0.550	12.9	0.218	20.2	0.924	62.7
11	15.7	0.592	12.3	0.325	20.0	0.924	61.1
12	15.5	0.645	12.0	0.425	19.8	0.924	60.8

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
theta [C]:	20.3	20.0	20.0	8.3	8.2	7.9
p [Pa]:	1367	1366	1335	1323	1067	1063
p,sat [Pa]:	2382	2338	2338	1091	1086	1063

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

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

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny [m]		Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
	levá	pravá	
1	0.1951	0.1951	2.732E-0009

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: **0.0180 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a: **0.0754 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 15.0 C.

Poznámka: Vypočtená celoroční bilance má pouze informativní charakter, protože výchozí venkovní teplota nebyla zadána v rozmezí od -10 do -21 C. Uvedený výsledek byl vypočten za předpokladu, že se konstrukce nachází v teplotní oblasti -15 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m2 za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m2 za měsíc Mc/Mev	Akumul. vlhkost v kg/m2 za měsíc Ma
	levá	pravá	g,in	g,out		
2	0.1951	0.1951	0.0152	0.0001	0.0150	0.0150
3	0.1951	0.1951	0.0166	0.0001	0.0165	0.0315
4	0.1951	0.1951	0.0143	0.0001	0.0142	0.0457
5	0.1951	0.1951	0.0132	0.0001	0.0131	0.0588
6	0.1951	0.1951	0.0102	0.0001	0.0101	0.0689
7	0.1951	0.1951	0.0082	0.0001	0.0081	0.0770
8	0.1951	0.1951	0.0057	0.0001	0.0056	0.0826
9	0.1951	0.1951	0.0034	0.0001	0.0033	0.0859
10	0.1951	0.1951	0.0049	0.0001	0.0047	0.0906
11	0.1951	0.1951	0.0084	0.0001	0.0083	0.0989
12	0.1951	0.1951	0.0129	0.0001	0.0128	0.1117
1	0.1951	0.1951	0.0136	0.0001	0.0135	0.1256

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: **0.1256 kg/m2**

Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a: **0.0000 kg/m2**

z toho se odpaří do exteriéru: 0.0000 kg/m2

..... a do interiéru: 0.0000 kg/m2

Na konci modelového roku je zóna stále vlhká (tj. Mc,a > Mev,a).

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozeznání relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Sádrovláknitá	31	242	92	---	---
2	PE folie	31	242	92	---	---
3	EPS 100	---	---	---	---	365
4	Glastek 40 Spe	---	---	---	---	365
5	Podkladní beto	---	---	---	---	365

Teplu 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software

Protokol k posouzení navržené podlahy na zemině varianta 2b – software Teplu 2017

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **S3 - Podlaha na zemině_varianta 2b_návrh**
Zpracovatel : Bc. Vít Kekula
Zakázka : DP
Datum : 9.11.2022

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha na zemině
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Sádrovláknitá	0,0250	0,3430*	1099,9	1153,1	13,0	0.0000
2	PE folie	0,0001	0,3500	1470,0	900,0	144000,0	0.0000
3	Kooltherm K3	0,1200	0,0430*	1269,8	28,5	30,0	0.0000
4	Glastek 40 Spe	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	29000,0	0.0000
5	Podkladní beto	0,1000	1,3000	1020,0	2200,0	20,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

U vrstvy č. 4 je faktor difúzního odporu proměnný v roce.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Sádrovláknitá deska Fermacell	vliv běžných bodových tep. mostů Tep. vodivost zákl. materiálu: 0.320 W/(m.K) Tep. vodivost bod. mostu: 50.0 W/(m.K) Průřez. plocha bod. mostu: 460.0 mm2 Počet bod. mostů v 1 m2: 1.0
2	PE folie	---
3	Kooltherm K3	vliv běžných bodových tep. mostů Tep. vodivost zákl. materiálu: 0.021 W/(m.K) Tep. vodivost bod. mostu: 50.0 W/(m.K) Průřez. plocha bod. mostu: 446.0 mm2 Počet bod. mostů v 1 m2: 1.0
4	Glastek 40 Special Mineral	---
5	Podkladní beton B135	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.00 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 8.8 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 100.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
-------	--------------------	---------	---------	---------	--------	---------	---------

1	31	744	21.0	44.0	1093.7	4.6	100.0	847.8
2	28	672	21.0	46.6	1158.3	3.6	100.0	790.2
3	31	744	21.0	49.1	1220.4	4.5	100.0	841.9
4	30	720	21.0	54.0	1342.2	6.4	100.0	960.8
5	31	744	21.0	61.4	1526.1	8.8	100.0	1132.0
6	30	720	21.0	67.1	1667.8	11.4	100.0	1347.3
7	31	744	21.0	69.5	1727.5	13.0	100.0	1497.0
8	31	744	21.0	68.4	1700.1	13.6	100.0	1556.7
9	30	720	21.0	61.6	1531.1	13.3	100.0	1526.6
10	31	744	21.0	54.3	1349.7	11.4	100.0	1347.3
11	30	720	21.0	48.9	1215.4	9.0	100.0	1147.5
12	31	744	21.0	46.6	1158.3	6.4	100.0	960.8

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

Průměrná měsíční venkovní teplota Te byla vypočtena podle čl. 4.2.3 v EN ISO 13788 (vliv tepelné setrvačnosti zeminy).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 2.960 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.320 W/m²K**

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.34 / 0.37 / 0.42 / 0.52 W/m²K

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

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 7.2E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 23.1

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 4.7 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 20.05 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : **0.922**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R_{si}=0,25 m²K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}			
1	11.6	0.428	8.3	0.225	19.7	0.922	47.6
2	12.5	0.511	9.1	0.318	19.6	0.922	50.7
3	13.3	0.533	9.9	0.328	19.7	0.922	53.2
4	14.8	0.572	11.3	0.339	19.9	0.922	57.9
5	16.8	0.653	13.3	0.368	20.0	0.922	65.1
6	18.2	0.705	14.7	0.340	20.3	0.922	70.3
7	18.7	0.716	15.2	0.276	20.4	0.922	72.2
8	18.5	0.659	15.0	0.184	20.4	0.922	70.9
9	16.8	0.456	13.3	0.006	20.4	0.922	63.9
10	14.8	0.358	11.4	0.003	20.3	0.922	56.9
11	13.2	0.352	9.9	0.071	20.1	0.922	51.8
12	12.5	0.417	9.1	0.188	19.9	0.922	50.0

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

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
theta [C]:	20.3	20.1	20.1	9.2	9.1	8.8
p [Pa]:	1367	1367	1342	1336	1137	1134
p,sat [Pa]:	2386	2345	2345	1163	1157	1134

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

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

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny [m]		Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
	levá	pravá	
1	0.1451	0.1451	2.183E-0009

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0155 kg/(m2.rok)**
Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **0.0808 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 15.0 C.

Poznámka: Vypočtená celoroční bilance má pouze informativní charakter, protože výchozí venkovní teplota nebyla zadána v rozmezí od -10 do -21 C. Uvedený výsledek byl vypočten za předpokladu, že se konstrukce nachází v teplotní oblasti -15 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m2 za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m2 za měsíc Mc/Mev	Akumul. vlhkost v kg/m2 za měsíc Ma
	levá	pravá	g,in	g,out		
11	0.1451	0.1451	0.0011	0.0001	0.0010	0.0010
12	0.1451	0.1451	0.0049	0.0001	0.0048	0.0057
1	0.1451	0.1451	0.0061	0.0001	0.0060	0.0119
2	0.1451	0.1451	0.0089	0.0001	0.0088	0.0207
3	0.1451	0.1451	0.0102	0.0001	0.0100	0.0307
4	0.1451	0.1451	0.0099	0.0001	0.0098	0.0405
5	0.1451	0.1451	0.0107	0.0001	0.0105	0.0511
6	0.1451	0.1451	0.0083	0.0001	0.0082	0.0593
7	0.1451	0.1451	0.0060	0.0001	0.0059	0.0652
8	0.1451	0.1451	0.0035	0.0001	0.0034	0.0686
9	0.1451	0.1451	-0.0005	0.0001	-0.0006	0.0680
10	0.1451	0.1451	-0.0007	0.0001	-0.0008	0.0672

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0686 kg/m2**
Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **0.0015 kg/m2**
z toho se odpaří do exteriéru: 0.0002 kg/m2
..... a do interiéru: 0.0012 kg/m2

Na konci modelového roku je zóna stále vlhká (tj. $M_{c,a} > M_{ev,a}$).

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Sádrovláknitá	212	61	92	---	---
2	PE folie	212	61	92	---	---
3	Kooltherm K3	---	---	---	---	365
4	Glastek 40 Spe	---	---	---	---	365
5	Podkladní beto	---	---	---	---	365

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **S3 - Podlaha na zemině_varianta 2c_návrh**
Zpracovatel : Bc. Vít Kekula
Zakázka : DP
Datum : 9.11.2022

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha na zemině
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Fermacell	0,0180	0,3420*	1099,9	1153,0	13,0	0.0000
2	PE folie	0,0001	0,3500	1470,0	900,0	144000,0	0.0000
3	Desky TPD-PUR	0,0500	0,0440*	1499,7	38,2	20,0	0.0000
4	VakuPRO	0,0500	0,0290*	999,9	203,4	70000,0	0.0000
5	Glastek 40 Spe	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	29000,0	0.0000
6	Podkladní beto	0,1000	1,3000	1020,0	2200,0	20,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

U vrstvy č. 5 je faktor difúzního odporu proměnný v roce.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Fermacell	vliv běžných bodových tep. mostů Tep. vodivost zákl. materiálu: 0.320 W/(m.K) Tep. vodivost bod. mostu: 50.0 W/(m.K) Průřez. plocha bod. mostu: 446.0 mm ² Počet bod. mostů v 1 m ² : 1.0
2	PE folie	---
3	Desky TPD-PUR 30/40	vliv běžných bodových tep. mostů Tep. vodivost zákl. materiálu: 0.022 W/(m.K) Tep. vodivost bod. mostu: 50.0 W/(m.K) Průřez. plocha bod. mostu: 446.0 mm ² Počet bod. mostů v 1 m ² : 1.0
4	VakuPRO	vliv běžných bodových tep. mostů Tep. vodivost zákl. materiálu: 0.007 W/(m.K) Tep. vodivost bod. mostu: 50.0 W/(m.K) Průřez. plocha bod. mostu: 446.0 mm ² Počet bod. mostů v 1 m ² : 1.0
5	Glastek 40 Special Mineral	---
6	Podkladní beton B135	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.00 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 7.9 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 100.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH_i : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	744	21.0	53.9	1339.7	3.6	790.2
2	28	672	21.0	56.0	1391.9	2.7	741.4
3	31	744	21.0	57.5	1429.2	3.5	784.7
4	30	720	21.0	59.3	1473.9	5.4	896.5
5	31	744	21.0	63.4	1575.9	7.8	1057.7
6	30	720	21.0	67.2	1670.3	10.3	1252.2
7	31	744	21.0	69.2	1720.0	11.9	1392.6
8	31	744	21.0	68.5	1702.6	12.7	1467.8
9	30	720	21.0	64.1	1593.3	12.4	1439.2
10	31	744	21.0	59.7	1483.9	10.6	1277.5
11	30	720	21.0	57.5	1429.2	8.1	1079.5
12	31	744	21.0	56.5	1404.4	5.4	896.5

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

Průměrná měsíční venkovní teplota Te byla vypočtena podle čl. 4.2.3 v EN ISO 13788 (vliv tepelné setrvačnosti zeminy).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 3.009 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.315 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.33 / 0.36 / 0.41 / 0.51 W/m²K

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

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 1.9E+0013 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 24.1

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 5.5 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 19.99 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.923

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R_{si}=0,25 m²K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
1	14.7	0.639	11.3	0.443	19.7	0.923	58.5
2	15.3	0.690	11.9	0.502	19.6	0.923	61.1
3	15.7	0.699	12.3	0.503	19.7	0.923	62.5
4	16.2	0.693	12.8	0.472	19.8	0.923	63.8
5	17.3	0.717	13.8	0.454	20.0	0.923	67.5
6	18.2	0.738	14.7	0.410	20.2	0.923	70.7
7	18.7	0.743	15.1	0.356	20.3	0.923	72.2
8	18.5	0.699	15.0	0.275	20.4	0.923	71.2
9	17.4	0.586	14.0	0.181	20.3	0.923	66.8
10	16.3	0.550	12.9	0.218	20.2	0.923	62.7
11	15.7	0.592	12.3	0.325	20.0	0.923	61.1
12	15.5	0.645	12.0	0.425	19.8	0.923	60.8

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

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:

(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
theta [C]:	20.3	20.1	20.1	15.4	8.3	8.2	7.9
p [Pa]:	1367	1367	1366	1366	1073	1063	1063
p,sat [Pa]:	2380	2349	2348	1747	1092	1086	1063

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

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

Množství difundující vodní páry Gd : 1.675E-0011 kg/(m2.s)

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m2 za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m2 za měsíc	Akumul. vlhkost v kg/m2 za měsíc
	levá	pravá	g,in	g,out	Mc/Mev	Ma
2	0.1054	0.1081	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000
3	0.1054	0.1081	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000
4	---	---	0.0001	0.0001	-0.0000	0.0000
5	---	---	---	---	---	---
6	---	---	---	---	---	---
7	---	---	---	---	---	---
8	---	---	---	---	---	---
9	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---
11	---	---	---	---	---	---
12	---	---	---	---	---	---
1	---	---	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: **0.0000 kg/m2**
Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a je min.: **0.0000 kg/m2**
z toho se odpaří do exteriéru: 0.0000 kg/m2
..... a do interiéru: 0.0000 kg/m2

Na konci modelového roku je zóna suchá (tj. Mc,a < Mev,a).

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Fermacell	31	242	92	---	---
2	PE folie	31	242	92	---	---
3	Desky TPD-PUR	---	---	31	214	120
4	VakuPRO	---	---	---	---	365
5	Glastek 40 Spe	---	---	---	---	365
6	Podkladní beto	---	---	---	---	365

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.

Příloha č. 2 – Posouzení stávajícího stavu a navržených variant z hlediska energetické náročnosti

Stávající stav

TEPELNÉ ZTRÁTY - JEDNOZÓNOVÝ VÝPOČET - BEZ PŘERUŠOVANÉHO VYTÁPĚNÍ

dle ČSN EN ISO 13790

Celková tepelná ztráta Q_t (kW/h):

Měsíc	délka t. dny	hodiny	ventilovni teplota t _v (°C)	vnitřní teplota t _i (°C)	stěry	střešny	okna	tepelná ztráta dveřny	tepelná ztráta prostupem	CELKEM	tep. ztráta větráním	tep. ztráta zeminnou	tepelné ztráta Q _t kW/h
1	31	744	-1,0	21,0	3775	2095	5745	225	1383	0	1354	1055	15 632
2	28	672	1,0	21,0	3100	1720	4717	185	1136	0	1112	1031	13 001
3	31	744	4,0	21,0	2517	1619	4439	174	1069	0	1046	1135	12 359
4	30	720	9,0	21,0	1933	1006	3033	119	730	0	715	1004	8 698
5	31	744	14,5	21,0	1098	639	1671	65	402	0	3847	374	5 115
6	30	720	17,0	21,0	664	350	1011	40	243	0	2327	667	3 232
7	31	744	18,2	21,0	480	237	731	29	176	0	1683	172	2 388
8	31	744	18,8	21,0	377	210	575	22	138	0	1322	429	1 904
9	30	720	13,8	21,0	1196	654	1820	71	438	0	4188	438	5 055
10	31	744	9,4	21,0	1590	1105	3029	118	729	0	6972	714	8 237
11	30	720	4,0	21,0	2823	1567	4296	168	1035	0	9 888	691	11 592
12	31	744	-0,5	21,0	3689	2047	5615	220	1332	0	1323	898	15 144
CELKEM					24 103	13 377	36 652	4 435	8 833	0	84 430	9 324	102 397
					23,5%	13,1%	35,0%	1,4%	8,0%	0,0%	62,5%	9,4%	100,0%

Rekapitulace měrných tepelných ztrát:

Tepelná propustnost - stěny

Tepelná propustnost - střešny

Tepelná propustnost - okna

Tepelná propustnost - vstupní dveřny

Tepelná propustnost - tepelné vazby a mosty

Tepelná propustnost - nevytápěné prostory

Měrná tepelná ztráta prostupem

Měrná tepelná ztráta větráním

Ustálená tepelná propustnost zeminnou

Měrná tepelná ztráta (bez ztrát zeminnou)

Měrná tepelná ztráta (se ztrátou zeminnou L_s)

↑ pro výpočet číselných emisivních budov

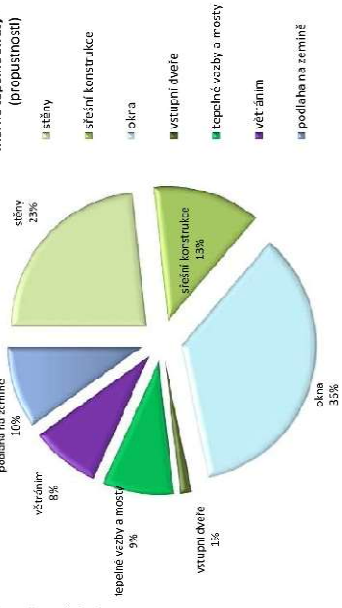
Tepelná ztráta, potřebný výkon jednotky zdrojem (cizí)

Q

35,576 W

0,1 W/m²·K

Měrné tepelné ztráty (propustnost)



TEPELNÉ ZISKY - VNITŘNÍ A SOLÁRNÍ

dle ČSN EN ISO 13790

Vnitřní tepelné zisky:

ivěné vnitřní tepelné zisky

Vnitřní tepelné zisky

Q_i [W]

100

500

W

Rekapitulace celkových sběrných plochý okna A_s:

Orientace sběrná plocha A_s (m²) ← doplnit dle skutečnosti odložením ra okna!

	S	J	V	Z	H	SV	SZ	JV	JZ	CELKEM
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	164	12	36	602
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	274	20	46	696
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	493	36	71	1040
4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	698	48	90	1177
5	13,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1081	107	1341	2599
6	13,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1245	71	106	1204
7	13,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1087	73	101	1327
8	13,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	876	62	99	1368
9	13,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	520	39	80	1177
10	13,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	287	24	50	971
11	13,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	137	11	24	436
12	13,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	123	9	22	356
CELKEM	29,32									10467,8

Čisté solární zisky, vnitřní tepelné zisky a stupeň využití tepelných zisků:

čisté solární zisky pro jednotlivé orientace

světelné zisky pro jednotlivé orientace

celkové zisky pro jednotlivé orientace

vnitřní tepelné zisky pro jednotlivé orientace

celkové zisky pro jednotlivé orientace

vnitřní tepelné zisky pro jednotlivé orientace

celkové zisky pro jednotlivé orientace

vnitřní tepelné zisky pro jednotlivé orientace

celkové zisky pro jednotlivé orientace

vnitřní tepelné zisky pro jednotlivé orientace

celkové zisky pro jednotlivé orientace

vnitřní tepelné zisky pro jednotlivé orientace

celkové zisky pro jednotlivé orientace

vnitřní tepelné zisky pro jednotlivé orientace

celkové zisky pro jednotlivé orientace

vnitřní tepelné zisky pro jednotlivé orientace

celkové zisky pro jednotlivé orientace

vnitřní tepelné zisky pro jednotlivé orientace

celkové zisky pro jednotlivé orientace

vnitřní tepelné zisky pro jednotlivé orientace

celkové zisky pro jednotlivé orientace

vnitřní tepelné zisky pro jednotlivé orientace

celkové zisky pro jednotlivé orientace

vnitřní tepelné zisky pro jednotlivé orientace

celkové zisky pro jednotlivé orientace

vnitřní tepelné zisky pro jednotlivé orientace

celkové zisky pro jednotlivé orientace

vnitřní tepelné zisky pro jednotlivé orientace

celkové zisky pro jednotlivé orientace

vnitřní tepelné zisky pro jednotlivé orientace

celkové zisky pro jednotlivé orientace

vnitřní tepelné zisky pro jednotlivé orientace

celkové zisky pro jednotlivé orientace

vnitřní tepelné zisky pro jednotlivé orientace

celkové zisky pro jednotlivé orientace

vnitřní tepelné zisky pro jednotlivé orientace

celkové zisky pro jednotlivé orientace

vnitřní tepelné zisky pro jednotlivé orientace

celkové zisky pro jednotlivé orientace

vnitřní tepelné zisky pro jednotlivé orientace

celkové zisky pro jednotlivé orientace

vnitřní tepelné zisky pro jednotlivé orientace

celkové zisky pro jednotlivé orientace

vnitřní tepelné zisky pro jednotlivé orientace

celkové zisky pro jednotlivé orientace

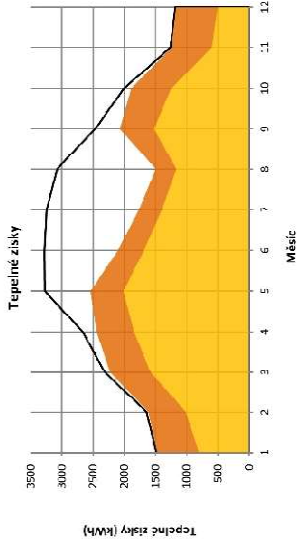
vnitřní tepelné zisky pro jednotlivé orientace

celkové zisky pro jednotlivé orientace

celkové tep. zisky

vyř. vnitřní zisky

vyř. solární zisky



Měsíc	délka t d	hac	S	J	V	Z	H	SV	SZ	JV	JZ	CELKEM	vnitřní tep. zisky Q _i (kWh)	celkové tep. zisky Q _e (kWh)	podíl zisků a ztrát γ (-)	stupeň využití η (-)
1	31	744	0	0	0	0	0	0	164	12	36	602	814	1487	0,10	0,99
2	28	672	0	0	0	0	0	0	274	20	46	696	1037	1645	0,13	0,98
3	31	744	0	0	0	0	0	0	493	36	71	1040	1640	2323	0,10	0,96
4	30	720	0	0	0	0	0	0	698	48	90	1177	2012	2664	0,31	0,82
5	31	744	0	0	0	0	0	0	1081	107	1341	2599	3273	3277	1,01	0,84
6	30	720	0	0	0	0	0	0	1245	71	106	1204	3626	3241	1,36	0,94
7	31	744	0	0	0	0	0	0	1087	73	101	1327	2568	3077	1,62	0,89
8	31	744	0	0	0	0	0	0	876	62	99	1368	2404	2467	0,49	0,84
9	30	720	0	0	0	0	0	0	520	39	80	1177	1816	2000	0,24	0,94
10	31	744	0	0	0	0	0	0	287	24	50	971	1333	1261	0,11	0,98
11	30	720	0	0	0	0	0	0	137	11	24	436	510	1193	0,08	0,99
12	31	744	0	0	0	0	0	0	123	9	22	356	510	77 896	0,08	0,99
CELKEM													10467,8	14 659		

Využitelné solární a vnitřní tepelné zisky:

čisté solární zisky pro jednotlivé orientace

světelné zisky pro jednotlivé orientace

celkové zisky pro jednotlivé orientace

vnitřní tepelné zisky pro jednotlivé orientace

celkové zisky pro jednotlivé orientace

vnitřní tepelné zisky pro jednotlivé orientace

celkové zisky pro jednotlivé orientace

vnitřní tepelné zisky pro jednotlivé orientace

celkové zisky pro jednotlivé orientace

vnitřní tepelné zisky pro jednotlivé orientace

celkové zisky pro jednotlivé orientace

vnitřní tepelné zisky pro jednotlivé orientace

celkové zisky pro jednotlivé orientace

vnitřní tepelné zisky pro jednotlivé orientace

celkové zisky pro jednotlivé orientace

vnitřní tepelné zisky pro jednotlivé orientace

celkové zisky pro jednotlivé orientace

vnitřní tepelné zisky pro jednotlivé orientace

celkové zisky pro jednotlivé orientace

vnitřní tepelné zisky pro jednotlivé orientace

celkové zisky pro jednotlivé orientace

vnitřní tepelné zisky pro jednotlivé orientace

celkové zisky pro jednotlivé orientace

vnitřní tepelné zisky pro jednotlivé orientace

celkové zisky pro jednotlivé orientace

vnitřní tepelné zisky pro jednotlivé orientace

celkové zisky pro jednotlivé orientace

vnitřní tepelné zisky pro jednotlivé orientace

celkové zisky pro jednotlivé orientace

vnitřní tepelné zisky pro jednotlivé orientace

celkové zisky pro jednotlivé orientace

Pomocné charakteristiky pro výpočet stupně využití tepelných zisků:

Číselný parametr

Číselná konstanta

Číselný parametr

d₀ 1 -

T₀ 15 h

n 1,8 -

← hodnota pro trvale vytopené budovy z měsíční výpočet

← hodnota pro trvale vytopené budovy z měsíční výpočet

← hodnota pro trvale vytopené budovy z měsíční výpočet

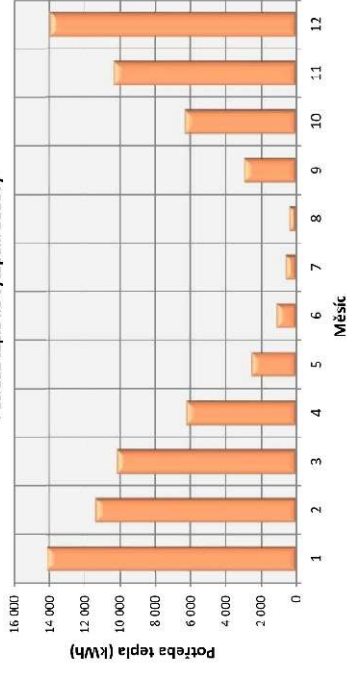
POTŘEBA TEPLA

dle ČSN EN ISO 13790

Potřeba tepla na vytápění budovy Q_H (kWh):

Měsíc	úlný d	délka t hodiny	venkovní teplota θ_e (°C)	vnitřní teplota θ_i (°C)	tepelná ztráta $Q_{t,i}$ (kWh)	celkové využit. tep. zisky $Q_{t,e}$ (kWh)	potřeba tepla $Q_{t,h}$ (kWh)
1	31	744	-1,0	21,0	15 632	1 469	14 163
2	28	672	1,0	21,0	13 001	1 612	11 389
3	31	744	4,0	21,0	12 399	2 224	10 175
4	30	720	9,0	21,0	8 698	2 443	6 256
5	31	744	14,6	21,0	5 115	2 544	2 570
6	30	720	17,0	21,0	3 232	2 102	1 130
7	31	744	18,2	21,0	2 388	1 765	623
8	31	744	18,8	21,0	1 904	1 497	407
9	30	720	13,8	21,0	5 055	2 074	2 981
10	31	744	5,4	21,0	8 237	1 889	6 348
11	30	720	4,0	21,0	11 592	1 242	10 350
12	31	744	-0,5	21,0	15 144	1 173	13 971
CELKEM ZA ROK					102 397	22 034	80 363

Potřeba tepla na vytápění budovy



Měrná potřeba tepla budovy:

Měrná potřeba tepla budovy vztážená k vytápěné ploše

Měrná potřeba tepla budovy vztážená k vytápěnému objemu

$$E_A = 200,9 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

$$E_V = 52,1 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3 \cdot \text{a}}$$

PROSTUP TEPLA OBÁLKOU BUDOVY

dle ČSN 730540-2

Vypočtená hodnota

$$U_{em} = 1,07 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

Varianta 1

TEPELNÉ ZTRÁTY - JEDNOZÓNOVÝ VÝPOČET - BEZ PŘERUŠOVANÉHO VYTÁPĚNÍ

dle ČSN EN ISO 13790

Celková tepelná ztráta Q_{t} (kWh):

Měsíc	délka t dny	hodiny	vaníkovní teplota θ_{i} (°C)	vnitřní teplota θ_{i} (°C)	stěny	střešy	okna	tepelná ztráta prostupem dveře a mosty	nevytápěné kWh	CELKEM	tep. ztráta větráním	tep. ztráta zeminnou	tepelná ztráta Q_{t} kWh
1	31	744	-1,0	21,0	587	360	1402	58	276	2 683	231	940	3 854
2	28	672	1,0	21,0	482	296	1151	48	227	2 203	190	917	3 310
3	31	744	4,0	21,0	454	278	1083	45	214	2 074	178	1 010	3 262
4	30	720	9,0	21,0	310	190	740	31	145	1 416	172	895	2 483
5	31	744	14,6	21,0	171	105	408	7	80	781	67	789	1 630
6	30	720	17,0	21,0	103	63	247	0	49	472	41	602	1 115
7	31	744	18,2	21,0	75	46	178	7	35	342	29	486	857
8	31	744	18,8	21,0	59	36	140	6	28	268	23	410	702
9	30	720	13,8	21,0	186	114	444	8	88	850	73	403	1 326
10	31	744	9,4	21,0	310	190	759	31	145	1 415	172	501	2 088
11	30	720	4,0	21,0	439	269	1048	43	207	2 007	173	622	2 802
12	31	744	-0,5	21,0	574	352	1370	57	270	2 622	226	804	3 652
CELKEM					3 749	2 259	8 950	370	1 765	17 133	1 475	8 372	26 980
					13,9%	8,5%	33,2%	1,4%	5,5%	63,5%	5,5%	31,0%	100,0%

Rekapitulace měrných tepelných ztrát:

Tepelná propustnost - stěny	$L_{e,1}$	55,9	W/K
Tepelná propustnost - střešy	$L_{e,2}$	22,0	W/K
Tepelná propustnost - podlaha	$L_{e,3}$	0,0	W/K
Tepelná propustnost - okna	$L_{e,4}$	85,5	W/K
Tepelná propustnost - vstupní dveře	$L_{e,5}$	3,5	W/K
Tepelná propustnost - tepelné vazby a mosty	$L_{e,6}$	16,9	W/K
Tepelná propustnost - nevytápěné prostory	$L_{e,7}$	0,0	W/K
Měrná tepelná ztráta prostupem	H_T	163,9	W/K
Měrná tepelná ztráta větráním	H_V	14,1	W/K
Ustálená tepelná propustnost zeminaou	L_s	87,7	W/K
Měrná tepelná ztráta (bez ztráty zeminaou)	H'	178,1	W/K

ψ (m²·K)

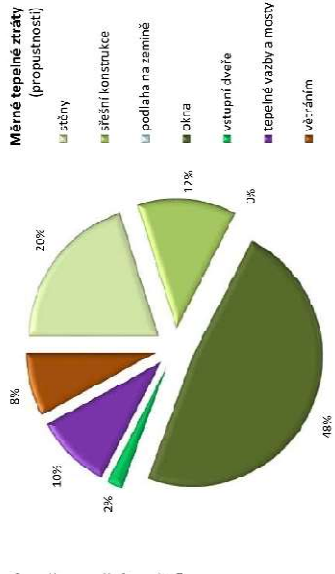
0,02

Přirážka na tepelné vazby a mosty

Měrná tepelná ztráta (se ztrátou zeminaou L_s)
† pro výpočet časové konstanty budovy

Tepelná ztráta (potřebný výkon dotávaný zdrojem tepla):

Q_t 9 566 W



TEPELNÉ ZISKY - VNITŘNÍ A SOLÁRNÍ

dle ČSN EN ISO 13790

Vnitřní tepelné zisky:

Vážené vnitřní tepelné zisky $Q_{i,1}$ W/cs

Vnitřní tepelné zisky $Q_{i,2}$ W

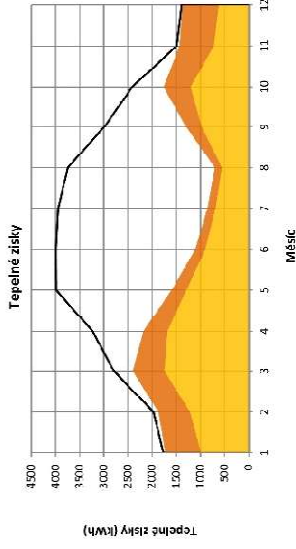
1,00 W/cs

1,000 W

Rekapitulace celkové sběrné plochy oken $A_{s,1}$:

Orientace sběrná plocha $A_{s,1}$ (m²) ← doplnit ale současně i tabulku na okna!

S	J	V	Z	SZ	SV	IZ	CELKEM
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,39
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	
1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	
CELKEM							36,39



Čistě solární zisky, vnitřní tepelné zisky a stupeň využití tepelných zisků:

čistě solární zisky pro jednotlivé orientace

Měsíc	délka t		S	J	Y	Z	I	SV	SZ	IV	IZ	CELKEM	vnitřní tep. zisky $Q_{i,1}$ (kWh)	celkové tep. zisky $Q_{t,1}$ (kWh)	poměr zisků a ztrát γ (-)	stupeň využití η (-)
	dny	hodiny														
1	31	744	0	0	0	0	0	204	15	45	747	1010	759	1759	0,46	0,58
2	28	672	0	0	0	0	0	340	24	57	865	1287	585	1972	0,60	0,95
3	31	744	0	0	0	0	0	611	45	89	1291	2036	759	2794	0,86	0,86
4	30	720	0	0	0	0	0	866	59	112	1461	2498	734	3232	1,33	0,68
5	31	744	0	0	0	0	0	1342	89	132	1864	3227	759	3986	2,44	0,40
6	30	720	0	0	0	0	0	1545	89	131	1454	3255	734	3994	3,58	0,28
7	31	744	0	0	0	0	0	1325	91	123	1677	3188	759	3947	4,61	0,22
8	31	744	0	0	0	0	0	1087	76	123	1698	2981	759	3713	5,33	0,19
9	30	720	0	0	0	0	0	645	49	96	1461	2754	714	2988	2,95	0,43
10	31	744	0	0	0	0	0	357	30	62	1206	1655	759	2413	1,18	0,73
11	30	720	0	0	0	0	0	170	13	30	503	757	734	1091	0,53	0,96
12	31	744	0	0	0	0	0	155	11	28	442	633	759	1332	0,38	0,99
CELKEM												24787,6	33723	0,38		

Využití solární a vnitřní tepelné zisky:

využití solární zisky pro jednotlivé orientace

Měsíc	délka t		S	J	Y	Z	I	SV	SZ	IV	IZ	CELKEM	vnitřní tep. zisky $Q_{i,1}$ (kWh)	celkové využit. tep. zisky $Q_{t,1}$ (kWh)
	dny	hodiny												
1	31	744	0	0	0	0	0	199	14	44	730	987	741	1728
2	28	672	0	0	0	0	0	322	23	54	820	1219	549	1868
3	31	744	0	0	0	0	0	525	39	76	1109	1749	552	2401
4	30	720	0	0	0	0	0	585	40	70	587	1688	496	2385
5	31	744	0	0	0	0	0	540	36	53	670	1299	306	1605
6	30	720	0	0	0	0	0	430	25	36	415	906	204	1110
7	31	744	0	0	0	0	0	287	20	27	357	691	164	855
8	31	744	0	0	0	0	0	204	14	23	313	559	142	701
9	30	720	0	0	0	0	0	280	21	45	634	979	319	1298
10	31	744	0	0	0	0	0	260	22	45	860	1207	354	1761
11	30	720	0	0	0	0	0	163	13	29	523	729	707	1435
12	31	744	0	0	0	0	0	151	11	28	435	625	750	1375
CELKEM												5684	18322	

Pomocné charakteristiky pro výpočet stupně využití tepelných zisků:

časový parametr

časová konstanta

časový parametr

časový parametr

časový parametr

časový parametr

časový parametr

časový parametr

časový parametr

časový parametr

časový parametr

časový parametr

časový parametr

časový parametr

← hodnoty pro teplotní vyhodnocení a měření vypočítat

← hodnoty pro teplotní vyhodnocení a měření vypočítat

← hodnoty pro teplotní vyhodnocení a měření vypočítat

← hodnoty pro teplotní vyhodnocení a měření vypočítat

← hodnoty pro teplotní vyhodnocení a měření vypočítat

← hodnoty pro teplotní vyhodnocení a měření vypočítat

← hodnoty pro teplotní vyhodnocení a měření vypočítat

← hodnoty pro teplotní vyhodnocení a měření vypočítat

← hodnoty pro teplotní vyhodnocení a měření vypočítat

← hodnoty pro teplotní vyhodnocení a měření vypočítat

← hodnoty pro teplotní vyhodnocení a měření vypočítat

← hodnoty pro teplotní vyhodnocení a měření vypočítat

← hodnoty pro teplotní vyhodnocení a měření vypočítat

← hodnoty pro teplotní vyhodnocení a měření vypočítat

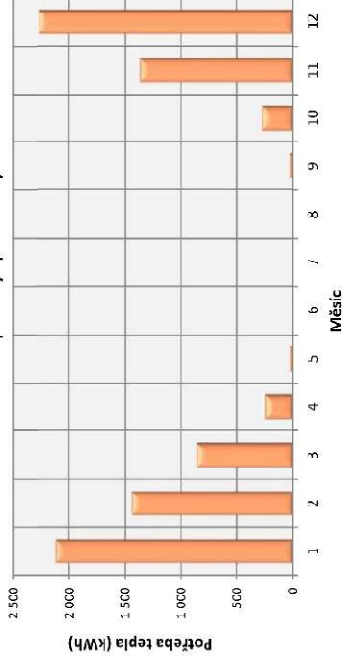
POTŘEBA TEPLA

dle ČSN EN ISO 13790

Potřeba tepla na vytápění budovy Q_h (kWh):

Měsíc	dny	délka t	hodiny	venkovní teplota θ_e (°C)	vnitřní teplota θ_i (°C)	tepelná ztráta Q_L (kWh)	celkové využit. tep. zisky Q_g (kWh)	potřeba tepla Q_h (kWh)
1	31	744	744	-1,0	21,0	3 854	1 728	2 126
2	28	672	672	1,0	21,0	3 310	1 868	1 442
3	31	744	744	4,0	21,0	3 262	2 401	860
4	30	720	720	9,0	21,0	2 433	2 185	248
5	31	744	744	14,6	21,0	1 630	1 605	26
6	30	720	720	17,0	21,0	1 115	1 110	4
7	31	744	744	16,2	21,0	857	855	1
8	31	744	744	18,8	21,0	702	701	1
9	30	720	720	17,1	21,0	1 326	1 298	28
10	31	744	744	9,4	21,0	2 038	1 761	277
11	30	720	720	4,0	21,0	2 802	1 435	1 366
12	31	744	744	0,5	21,0	3 652	1 375	2 277
CELKEM ZA ROK						26 980	18 322	8 657

Potřeba tepla na vytápění budovy



Měrná potřeba tepla budovy:

Měrná potřeba tepla budovy vztažená k vytápěné ploše

Měrná potřeba tepla budovy vztažená k vytápěnému objemu

$$E_A = 21,6 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$$

$$E_V = 5,6 \text{ kWh}/(\text{m}^3 \cdot \text{a})$$

PROSTUP TEPLA OBÁLKOU BUDOVY

dle ČSN 730540-2

Vypočtená hodnota

$$U_{em} = 0,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Varianta 2

TEPELNÉ ZTRÁTY - JEDNOZÓNOVÝ VÝPOČET - BEZ PŘERUŠOVANÉHO VYTÁPĚNÍ

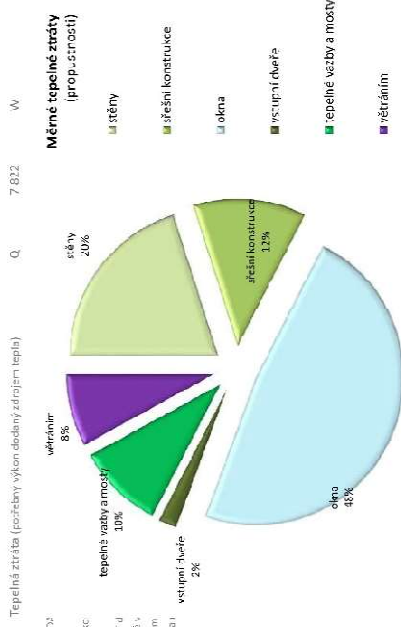
dle ČSN EN ISO 13790

Celková tepelná ztráta Q_t (kWh):

Měsíc	délka t		velikosti		vnitřní teplota t _i (°C)	tepelná ztráta prostupem		tepelná ztráta větráním	tepelná ztráta zemníou	tepelná ztráta Q _t (kWh)				
	dny	hodiny	stěny	střešiny		okna	dveře				vazby a mosty	nesvápěné		
1	31	744	-1,3	587	21,0	360	1402	56	276	2 653	231	3 177	3 291	
2	28	672	1,0	482	21,0	295	1151	48	227	2 203	190	375	2 768	
3	31	744	4,0	454	21,0	278	1083	45	214	2 074	178	427	2 679	
4	30	720	9,0	310	21,0	91	747	31	146	1 416	122	387	1 936	
5	31	744	14,6	171	21,0	-0,5	405	17	80	781	67	389	1 217	
6	30	720	17,0	103	21,0	63	247	10	49	472	41	384	817	
7	31	744	18,2	75	21,0	46	173	7	35	342	29	261	632	
8	31	744	18,8	59	21,0	36	143	6	28	268	23	213	515	
9	30	720	13,8	136	21,0	-1,1	411	18	88	850	73	284	1 127	
10	31	744	9,4	310	21,0	-9,0	733	31	146	1 415	122	218	1 754	
11	30	720	4,0	439	21,0	269	1048	43	207	2 007	173	260	2 440	
12	31	744	-0,5	574	21,0	352	1370	43	270	2 622	226	324	3 172	
CELKOVĚ						3 749	2 239	8 950	370	1 785	17 133	1 475	3 750	23 358
						16,3%	10,2%	40,0%	-7%	7,9%	76,0%	9,5%	10,8%	100,0%

Rekapitulace měrných tepelných ztrát:

Tepelná propustnost - stěny	L _{0,1}	35,9	W/K
Tepelná propustnost - střešiny	L _{0,2}	22,0	W/K
Tepelná propustnost - okna	L _{0,3}	85,6	W/K
Tepelná propustnost - vstupní dveře	L _{0,4}	3,5	W/K
Tepelná propustnost - tepelné vazby a mosty	L _{0,5}	16,9	W/K
Tepelná propustnost - nevydipené prostory	L _{0,6}	0,0	W/K
Měrná tepelná ztráta prostupem	H_T	163,9	W/K
Měrná tepelná ztráta větráním	H_V	14,1	W/K
Ustálená tepelná propustnost zemníou	L _s	39,2	W/K
Měrná tepelná ztráta (bez ztráty zemníou)	H'	176,1	W/K
Měrná tepelná ztráta (se ztrátou zemníou L _s)	h	217,3	W/K
†) pro výpočet časové konstanty budovy	Q	7 832	W
Tepelná ztráta (pročteny výkon dodaný zajiřením tepla)			
Ff rádko na tepelné vazby a mosty		0,02	W/(m ² ·K)



TEPELNÉ ZISKY - VNITŘNÍ A SOLÁRNÍ

dle ČSN EN ISO 13790

Vnitřní tepelné zisky:

Měrné vnitř. tepelné zisky

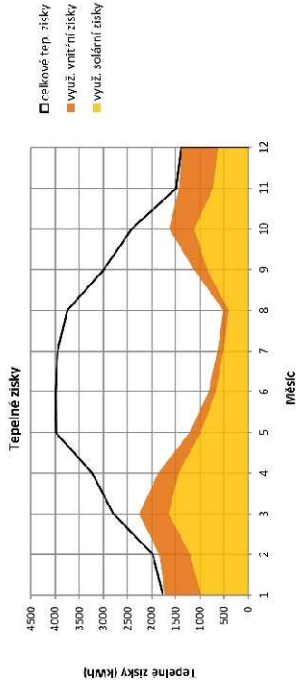
$Q_{i,1}$ 1,00 W/os

W 10,20 W

Rekapitulace celkové sběrné plochy oken A_s :

Orientace sběrná plocha $A_{s,i}$ (m²) ← doplnit dle skutečnosti odkazem na okna!

Měsíc	dny	hodiny	S	J	V	Z	H	SV	SZ	CELKEM
	1-31	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1-31	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1-31	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1-31	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1-31	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	1-31	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
CELKEM			36,39							



Čistě solární zisky, vnitřní tepelné zisky a stupeň využití tepelných zisků:

Měsíc	dny	hodiny	čistě solární zisky pro jednotlivé orientace						CELKEM	vnitřní tep. zisky $Q_{i,1}$ (kWh)	celkové tep. zisky $Q_{t,1}$ (kWh)	poměr získků a ztrát γ (-)	stupeň využití η (-)
			S	J	V	Z	H	SV						SZ
1	31	744	0	0	0	0	0	0	747	1010	759	0,54	0,98
2	28	672	0	0	0	0	0	340	865	1287	685	0,71	0,93
3	31	744	0	0	0	0	0	611	2036	2794	759	1,04	0,81
4	30	720	0	0	0	0	0	866	112	2498	734	3,23	0,58
5	31	744	0	0	0	0	0	1342	85	3277	759	3,98	0,30
6	30	720	0	0	0	0	0	1545	85	3259	734	4,83	0,20
7	31	744	0	0	0	0	0	1325	91	3188	759	6,24	0,15
8	31	744	0	0	0	0	0	1087	76	2984	724	7,27	0,14
9	30	720	0	0	0	0	0	645	45	2588	734	2,65	0,37
10	31	744	0	0	0	0	0	357	30	1655	759	2,41	0,68
11	30	720	0	0	0	0	0	170	13	757	734	1,37	0,96
12	31	744	0	0	0	0	0	155	11	633	759	1,99	0,99
CELKEM									24787,6		31723		

Využitelné solární a vnitřní tepelné zisky:

využitelné solární zisky pro jednotlivé orientace

Měsíc	dny	hodiny	využitelné solární zisky pro jednotlivé orientace						CELKEM	využitelné vnitřní tep. zisky $Q_{i,2}$ (kWh)	celkové využitelné tep. zisky $Q_{t,2}$ (kWh)			
			S	J	V	Z	H	SV				SZ		
1	31	744	0	0	0	0	0	0	199	14	44	729	985	1725
2	28	672	0	0	0	0	0	317	23	55	803	639	1840	
3	31	744	0	0	0	0	0	494	36	72	1043	613	2259	
4	30	720	0	0	0	0	0	489	34	64	842	424	1864	
5	31	744	0	0	0	0	0	409	27	40	507	231	1214	
6	30	720	0	0	0	0	0	316	18	27	305	667	817	
7	31	744	0	0	0	0	0	212	15	20	264	122	632	
8	31	744	0	0	0	0	0	149	11	17	233	104	515	
9	30	720	0	0	0	0	0	242	18	37	548	275	1120	
10	31	744	0	0	0	0	0	242	21	42	817	514	1636	
11	30	720	0	0	0	0	0	163	13	25	522	705	1432	
12	31	744	0	0	0	0	0	151	11	26	437	626	1376	
CELKEM									5269	11161	16430			

Pomocné charakteristiky pro výpočet stupně využití tepelných zisků:

Číselný parametr

Číselná konstanta

Číselný parametr

ϵ_0 1 ← hodnota pro trvalý výdejně budovy a měsíční výpočet

T_0 15 h ← hodnota pro trvalé výdejně budovy a měsíční výpočet

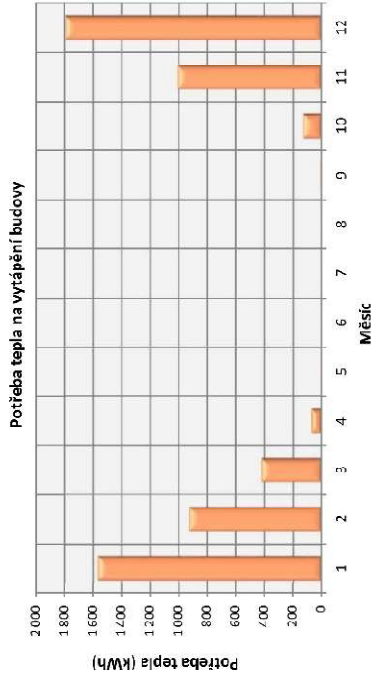
a 4,7 -

POTŘEBA TEPLA

dle ČSN EN ISO 13790

Potřeba tepla na vytápění budovy Q_{h} (kWh):

Měsíc:	délka t		venkovní teplota t_{e} (°C)	vnitřní teplota t_{i} (°C)	tepelná ztráta Q_{z} (kWh)	celkové využit. tep. zisky Q_{g} (kWh)	potřeba tepla Q_{h} (kWh)
	dny	hodiny					
1	31	744	-1,0	21,0	3 291	1 725	1 566
2	28	672	1,0	21,0	2 768	1 840	928
3	31	744	4,0	21,0	2 679	2 259	421
4	30	720	9,0	21,0	1 936	1 864	72
5	31	744	14,6	21,0	1 217	1 214	3
6	30	720	17,0	21,0	817	817	0
7	31	744	18,2	21,0	632	632	0
8	31	744	18,8	21,0	515	515	0
9	30	720	13,8	21,0	1 127	1 120	7
10	31	744	9,4	21,0	1 764	1 636	128
11	30	720	4,0	21,0	2 440	1 432	1 008
12	31	744	-0,5	21,0	3 172	1 376	1 795
CELKEM ZA ROK					22 358	15 430	5 928



Měrná potřeba tepla budovy:

Měrná potřeba tepla budovy vztážená k vytápěné ploše

Měrná potřeba tepla budovy vztážená k vytápěnému objemu

$$E_A = 14,8 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$$

$$E_v = 3,8 \text{ kWh}/(\text{m}^3 \cdot \text{a})$$

PROSTUP TEPLA OBÁLKOU BUDOVY

dle ČSN 730540-2

Vypočtená hodnota

$$U_{em} = 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Stanovení potřeby primární energie

Potřeba tepla na přípravu TV (stávající stav):

$$Q_{TV,d} = (1 + z) * V_{TV} * c * (t_2 - t_1)$$

kde:

$c = 4200 \text{ J/kg}\cdot\text{K} = 1,163 \text{ kWh/m}^3\cdot\text{K}$	... měrná tepelná kapacita vody
$t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$	... teplota studené vody
$t_2 = 55 \text{ }^\circ\text{C}$	... teplota teplé vody
$V_{TV} = 0,28 \text{ m}^3/\text{den}$	... potřeba teplé vody na den
$z = 2,5$	... koeficient energetických ztrát

$$Q_{TV,d} = 2,5 * 0,28 * 1,163 * (55 - 10)$$

$$\underline{Q_{TV,d} = 51,3 \text{ kWh/den}}$$

$$Q_{TV,r} = Q_{TV,d} * d + 0,8 * Q_{TV,d} * \frac{t_2 - t_{svl}}{t_2 - t_{svz}} * (N - d)$$

kde:

$d = 228 \text{ dní}$	... délka otopného období
$t_{svl} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$	... teplota studené vody v létě
$t_{svz} = 5 \text{ }^\circ\text{C}$	... teplota studené vody v zimě
$N = 365 \text{ dní}$	... počet prac. dní soustavy v roce

$$Q_{TV,r} = 51,3 * 228 + 0,8 * 51,3 * \frac{55 - 15}{55 - 5} * (365 - 228)$$

$$\underline{Q_{TV,r} = 16\,198 \text{ kWh/rok}}$$

Potřeba tepla na přípravu TV (nový stav pro navržené varianty):

$$Q_{TV,d} = (1 + z) * V_{TV} * c * (t_2 - t_1)$$

$$Q_{TV,d} = 0,3 * 0,28 * 1,163 * (55 - 10)$$

$$\underline{Q_{TV,d} = 19,1 \text{ kWh/den}}$$

$$Q_{TV,r} = Q_{TV,d} * d + 0,8 * Q_{TV,d} * \frac{t_2 - t_{svl}}{t_2 - t_{svz}} * (N - d)$$

$$Q_{TV,r} = 19,1 * 228 + 0,8 * 19,1 * \frac{55 - 15}{55 - 5} * (365 - 228)$$

$$\underline{Q_{TV,r} = 6029,5 \text{ kWh/rok}}$$

Stávající stav

Roční spotřeba primárních energií:

Položka	Roční spotřeba energie (kWh/a)	Energonositel	Faktor energetické přeměny	Roční spotřeba primární energie (kWh/a)
Vytápění	80363	elektřina	2,6	208944
Větrání	-	-	-	-
Příprava teplé vody	16200	elektřina	2,6	42120
Osvětlení	7200	elektřina	2,6	18720
Kancelářské vybavení	8500	elektřina	2,6	22100
Pomocné energie	3000	elektřina	2,6	7800

Stanovení měrné celkové primární energie:

Položka	jednotka	Hodnota
Celková primární energie za rok	kWh/a	299683,8
Celková podlahová plocha	m ²	389,5
Měrná celková primární energie	kWh/(m ² .a)	769,4

Varianta 1 + Varianta 1 (TZB)

Roční spotřeba primárních energií:

Položka	Roční spotřeba energie (kWh/a)	Energonositel	Faktor energetické přeměny	Roční spotřeba primární energie (kWh/a)
Vytápění	8657	plyn	1,0	8657
Nucené větrání	1830	elektřina	2,6	4758
Příprava teplé vody	6030	plyn	1,0	6030
Osvětlení	1200	elektřina	2,6	3120
Kancelářské vybavení	6500	elektřina	2,6	16900
Pomocné energie	3000	elektřina	2,6	7800

Stanovení měrné celkové primární energie:

Položka	jednotka	Hodnota
Celková primární energie za rok	kWh/a	47264,5
Celková podlahová plocha	m ²	384,2
Měrná celková primární energie	kWh/(m ² .a)	123,0

Varianta 1 + Varianta 2 (TZB)

Roční spotřeba primárních energií:

Položka	Roční spotřeba energie (kWh/a)	Energonositel	Faktor energetické přeměny	Roční spotřeba primární energie (kWh/a)
Vytápění	2838	elektřina (TČ)	2,6	7380
Nucené větrání	1830	elektřina	2,6	4758
Příprava teplé vody	1977	elektřina (TČ)	2,6	5140
Osvětlení	1200	elektřina	2,6	3120
Kancelářské vybavení	6500	elektřina	2,6	16900
Pomocné energie	3000	elektřina	2,6	7800

Stanovení měrné celkové primární energie:

Položka	jednotka	Hodnota
Celková primární energie za rok	kWh/a	45097,6
Neobnovitelná primární energie za rok	kWh/a	25897,6
celková podlahová plocha	m ²	384,2
Měrná celková primární energie	kWh/(m ² .a)	117,4
Měrná neobnovitelná primární energie	kWh/(m ² .a)	67,4

Varianta 2 + Varianta 1 (TZB)

Roční spotřeba primárních energií:

Položka	Roční spotřeba energie (kWh/a)	Energonositel	Faktor energetické přeměny	Roční spotřeba primární energie (kWh/a)
Vytápění	5928	plyn	1,0	5928
Nucené větrání	1830	elektrina	2,6	4758
Příprava teplé vody	6030	plyn	1	6030
Osvětlení	1200	elektrina	2,6	3120
Kancelářské vybavení	6500	elektrina	2,6	16900
Pomocné energie	3000	elektrina	2,6	7800

Stanovení měrné celkové primární energie:

Položka	jednotka	Hodnota
Celková primární energie za rok	kWh/a	44535,5
Celková podlahová plocha	m ²	384,2
Měrná celková primární energie	kWh/(m ² .a)	115,9

Varianta 2 + Varianta 2 (TZB)

Roční spotřeba primárních energií:

Položka	Roční spotřeba energie (kWh/a)	Energonositel	Faktor energetické přeměny	Roční spotřeba primární energie (kWh/a)
Vytápění	1944	elektrina (TČ)	2,6	5053
Nucené větrání	1830	elektrina	2,6	4758
Příprava teplé vody	1977	elektrina (TČ)	2,6	5140
Osvětlení	1200	elektrina	2,6	3120
Kancelářské vybavení	6500	elektrina	2,6	16900
Pomocné energie	3000	elektrina	2,6	7800

Stanovení měrné celkové primární energie:

Položka	m.j.	Hodnota
Celková primární energie za rok	kWh/a	42771,3
Neobnovitelná primární energie za rok	kWh/a	23571,3
celková podlahová plocha	m ²	384,2
Měrná celková primární energie	kWh/(m ² .a)	111,3
Měrná neobnovitelná primární energie	kWh/(m ² .a)	61,4

Příloha č. 3 – Posouzení detailu soklu

Protokol k posouzení varianty 1

DVOUROZMĚRNÉ STACIONÁRNÍ POLE TEPLOT A ČÁSTEČNÝCH TLAKŮ VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 10211 a ČSN 730540 - MKP/FEM model

Area 2017 EDU

Název úlohy : **Sokl - varianta 1**
Varianta : 1
Zpracovatel : Bc. Vít Kekula
Zakázka : DP
Datum : 7.12.2022

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Parametry pro výpočet teplotního faktoru:

Teplota vzduchu v exteriéru: -13.0 C
Teplota vzduchu v interiéru: 20.0 C

Parametry charakterizující rozsah úlohy:

Počet svislých os: 33
Počet vodorovných os: 41
Počet prvků: 2560
Počet uzlových bodů: 1353

Souřadnice os sítě - osa x [m] :

0.00000 0.18750 0.37500 0.56250 0.75000 0.93750 1.12500 1.31250 1.50000 1.63000
1.69500 1.72750 1.76000 1.77500 1.80000 1.81250 1.82500 1.83100 1.85300 1.87500
1.89700 1.91900 1.92500 1.94300 1.99300 2.04300 2.06800 2.09300 2.10000 2.12150
2.14300 2.18000 2.20300

Souřadnice os sítě - osa y [m] :

0.00000 0.09563 0.19125 0.28688 0.38250 0.47813 0.57375 0.66938 0.76500 0.82375
0.88250 0.94125 1.00000 1.11500 1.23000 1.33000 1.38000 1.43000 1.47800 1.50200
1.51400 1.52000 1.52600 1.53000 1.53500 1.54000 1.55000 1.57000 1.61000 1.65000
1.67500 1.70172 1.72844 1.78188 1.88875 1.99563 2.10250 2.20938 2.31625 2.42313
2.53000

Zadané materiály :

č.	Název	LambdaX	LambdaY	MiX	MiY	X1	X2	Y1	Y2
1	Beton hutný 3	1.360	1.360	23	23	9	29	1	24
2	Austrotherm XPS	0.035	0.035	140	140	29	32	1	13
3	Beton hutný 3	1.360	1.360	23	23	1	9	18	24
4	Štěrkopísek	2.000	2.000	50	50	1	9	15	18
5	Egger OSB4 TOP	0.130	0.130	200	200	23	24	24	41
6	Dřevotříská	0.180	0.180	13	13	24	31	29	41
7	STEICO therm	0.038	0.038	5.000	5.000	31	33	24	41
8	Sklodek 40 Spec	0.210	0.210	30000	30000	1	29	23	24
9	STEICO flex 036	0.038	0.038	2.000	2.000	17	23	24	41
10	Desky TPD-PUR 3	0.022	0.022	20	20	1	17	24	30
11	Fermacell	0.320	0.320	13	13	1	17	30	31
12	Austrotherm XPS	0.035	0.035	140	140	29	32	13	24
13	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	24	31	24	29
14	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	24	25	29	41
15	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	28	31	29	41

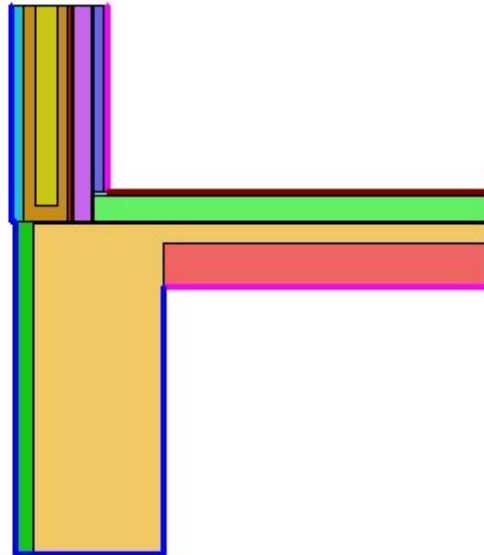
16	Vzduch slabě vě	0.533	6.2	0.200	0.012	14	17	31	41
17	Fermacell	0.320	0.320	13	13	13	14	31	41
18	Ocel uhlíková	50.0	50.0	1000000	1000000	22	23	24	41
19	Ocel uhlíková	50.0	50.0	1000000	1000000	17	18	24	41

Poznámka: LambdaX a LambdaY jsou návrhové hodnoty tepelné vodivosti materiálu ve směru osy X a Y ve W/(m.K); Mix a MiY jsou návrhové faktory difúzního odporu materiálu ve směru osy X a Y; X1 a X2 jsou čísla os ve směru osy X a Y1 a Y2 jsou čísla os ve směru osy Y vymezující zadanou oblast.

Geometrie detailu a zadané podmínky:

Počet vertik. os: 33
Počet horizont. os: 41
Počet prvků: 2560

Teplota	Odpor Rs
≤ 0	≤ 0,05
≤ 0	> 0,05
> 0	≤ 0,16
> 0	0,17-0,24
> 0	≥ 0,25



Zadané okrajové podmínky a jejich rozmístění :

číslo	1.uzel	2.uzel	Teplota [C]	Rs [m2K/W]	RH [%]	P [kPa]	h,p [s/m]
1	15	343	5.00	0.00	99.0	0.86	20.00
2	329	343	-3.00	0.00	99.0	0.47	20.00
3	329	1272	-3.00	0.00	99.0	0.47	20.00
4	1272	1284	-3.00	0.00	99.0	0.47	20.00
5	1284	1295	-13.00	0.04	84.0	0.17	20.00
6	1295	1336	-13.00	0.04	84.0	0.17	10.00
7	1336	1353	-13.00	0.04	84.0	0.17	20.00
8	523	533	20.00	0.13	50.0	1.17	10.00
9	31	523	20.00	0.17	50.0	1.17	10.00

Poznámka: Rs je odpor při přestupu tepla na příslušném povrchu, RH je relativní vlhkost v prostředí působícím na příslušný povrch, P je částečný tlak vodní páry v prostředí působícím na daný povrch a h,p je součinitel přestupu vodní páry na příslušném povrchu.

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉHO DETAILU :

NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLoty A HUSTOTY TEPELNÉHO TOKU:

Prostředí	T [C]	Rs [m2K/W]	R.H. [%]	Ts,min [C]	Tep.tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	5.0	0.00	99	1.96	28514.49609	---
2	-3.0	0.00	99	-3.00	-28507.73242	---
3	-13.0	0.04	84	-12.98	-22.85584	---
4	20.0	0.13	50	17.58	10.99891	---
5	20.0	0.17	50	17.59	5.12309	---

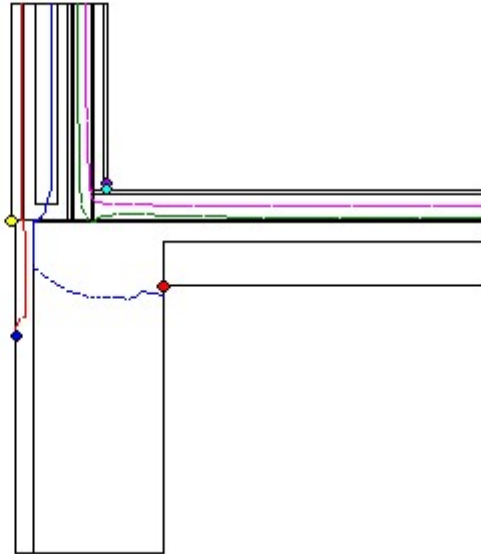
Vysvětlivky:

T zadaná teplota v daném prostředí [C]
Rs zadaný odpor při přestupu tepla v daném prostředí [m2K/W]
R.H. zadaná relativní vlhkost v daném prostředí [%]
Ts,min minimální povrchová teplota v daném prostředí [C]
Tep.tok Q hustota tepelného toku z daného prostředí [W/m]
(hodnota je vztažena na 1m délky tepelného mostu, přičemž ztráta je kladná a zisk je záporný)
Propust. L tepelná propustnost mezi daným prostředím a okolím [W/mK]
(Ize určit jen pro maximálně 2 prostředí; pro určité charakteristické výseky lze získat průměrný součinitel prostupu tepla vydělením hodnoty L šířkou hodnoceného výseku konstrukce)

Izotermy:

— -6,00 C
 — 0,00 C
 — 7,00 C
 — 13,00 C

● Tsi=1,96 C
 ● Tsi=-3,00 C
 ● Tsi=-12,98 C
 ● Tsi=17,58 C
 ● Tsi=17,59 C

**NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLoty, TEPLOTNÍ FAKTORY A RIZIKO KONDENZACE:**

Prostředí	Tw [C]	Ts,min [C]	f,Rsi [-]	KOND.	RH,max [%]	T,min [C]
1	4.86	1.96	0.831	ANO	80	8.5
2	-3.12	-3.00	1.000	ne	---	---
3	-14.90	-12.98	???	ne	---	---
4	9.26	17.58	0.927	ne	---	---
5	9.26	17.59	0.927	ne	---	---

Vysvětlivky:

Tw teplota rosného bodu v daném prostředí [C] - lze určit jen pro teploty do 100 C

Ts,min minimální povrchová teplota v daném prostředí [C]

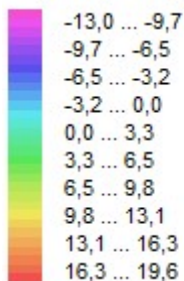
f,Rsi teplotní faktor dle ČSN 730540, EN ISO 10211 a EN ISO 13788 [-]

[rozdíl minimální povrchové teploty a vnější teploty podělený rozdílem vnitřní (20.0 C) a vnější (-13.0 C) teploty - přesně lze určit jen pro max. 2 prostředí a pro rozdílnou vnitřní a vnější teplotu, program nicméně určuje orientační hodnoty i pro více prostředí, přičemž se uvažuje vnitřní teplota podle daného prostředí a konstantní vnější teplota Te = -13.0 C]

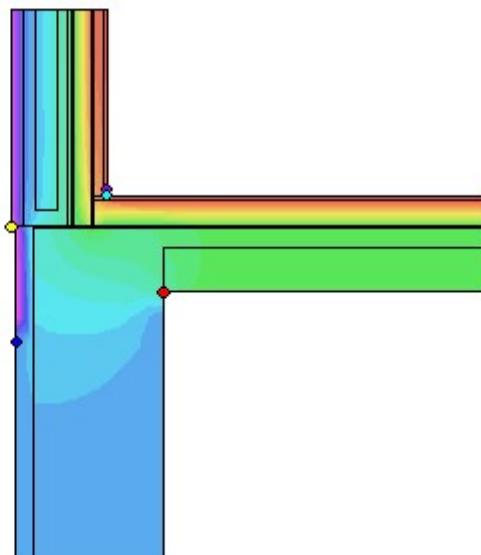
KOND. označuje vznik povrchové kondenzace
 RH,max maximální možná relativní vlhkost při dané teplotě v daném prostředí, která zajistí odstranění povrchové kondenzace [%]

T,min minimální potřebná teplota při dané absolutní vlhkosti v daném prostředí, která zajistí odstranění povrchové kondenzace [C] - platí jen pro případ dvou prostředí

Poznámka: Zde uvedené vyhodnocení rizika povrchové kondenzace neodpovídá hodnocení podle ČSN 730540-2. Program pouze porovnává teplotu povrchu s teplotou rosného bodu v okolním prostředí.

Teplotní pole [C]:

● Tsi=1,96 C
 ● Tsi=-3,00 C
 ● Tsi=-12,98 C
 ● Tsi=17,58 C
 ● Tsi=17,59 C



ODHAD CHYBY VÝPOČTU:

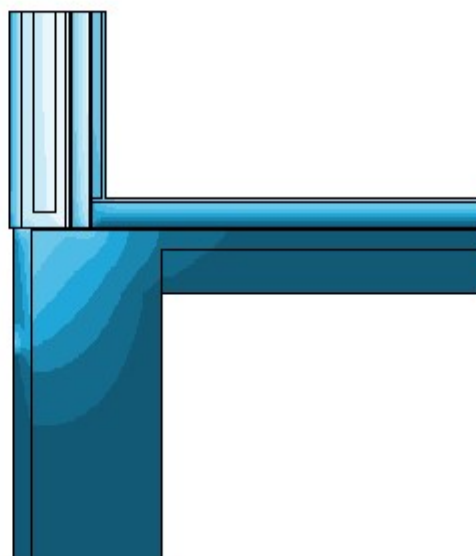
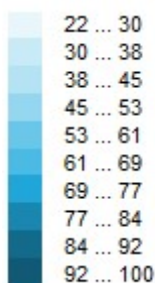
Součet tepelných toků: 0.0303 W/m
Součet abs.hodnot tep.toků: 57089.5234 W/m
Podíl: 0.0000
Podíl je menší než 0.001 - požadavek EN ISO 10211 je splněn.

TOKY DIFUNDUJÍCÍ VODNÍ PÁRY PŘI ZADANÝCH PODMÍNKÁCH:

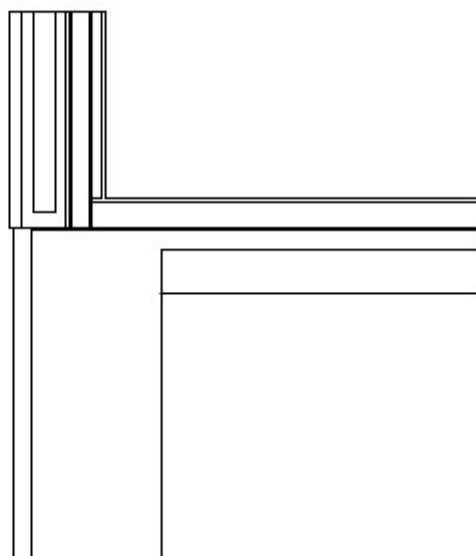
Množství vstupující do konstrukce: 3.8E-0008 kg/m,s.
Množství vystupující z konstrukce: 3.0E-0008 kg/m,s.
Množství kondenzující vodní páry: 6.8E-0008 kg/m,s.

Poznámka: Uvedená množství jsou vztažena k 1 m výšky detailu a platí pro zadané okrajové podmínky. Množství vodní páry vstupující do konstrukce bylo stanoveno pro povrchy se souč. přestupu vodní páry 10.e-9 s/m. Množství vystupující z konstrukce pak pro povrchy se souč. přestupu vodní páry 20.e-9 s/m. Ostatní povrchy se ve výpočtu neuplatnily.

Rel. vlhkost [%]:



Oblast kondenzace vodní páry v detailu



Protokol k posouzení varianty 2

DVOUROZMĚRNÉ STACIONÁRNÍ POLE TEPLOT A ČÁSTEČNÝCH TLAKŮ VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 10211 a ČSN 730540 - MKP/FEM model

Area 2017 EDU

Název úlohy : **Sokl - varianta 2**
Varianta : 1
Zpracovatel : Bc. Vít Kekula
Zakázka : DP
Datum : 7.12.2022

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Parametry pro výpočet teplotního faktoru:

Teplota vzduchu v exteriéru: -13.0 C
Teplota vzduchu v interiéru: 20.0 C

Parametry charakterizující rozsah úlohy:

Počet svislých os: 41
Počet vodorovných os: 41
Počet prvků: 3200
Počet uzlových bodů: 1681

Souřadnice os sítě - osa x [m] :

0.00000	0.09375	0.18750	0.28125	0.37500	0.46875	0.56250	0.65625	0.75000	0.84375
0.93750	1.03125	1.12500	1.21875	1.31250	1.40625	1.50000	1.63000	1.69500	1.72750
1.76000	1.77500	1.80000	1.81250	1.82500	1.83100	1.84200	1.85300	1.87500	1.89700
1.90800	1.91900	1.92500	1.94300	1.99300	2.04650	2.10000	2.13300	2.18300	2.22000
2.26300									

Souřadnice os sítě - osa y [m] :

0.00000	0.09563	0.19125	0.28688	0.38250	0.47813	0.57375	0.66938	0.76500	0.82375
0.88250	0.94125	1.00000	1.11500	1.23000	1.33000	1.38000	1.43000	1.47800	1.50200
1.51400	1.52000	1.52600	1.53000	1.53500	1.54000	1.55000	1.57000	1.61000	1.65000
1.67500	1.70172	1.72844	1.78188	1.88875	1.99563	2.10250	2.20938	2.31625	2.42313
2.53000									

Zadané materiály :

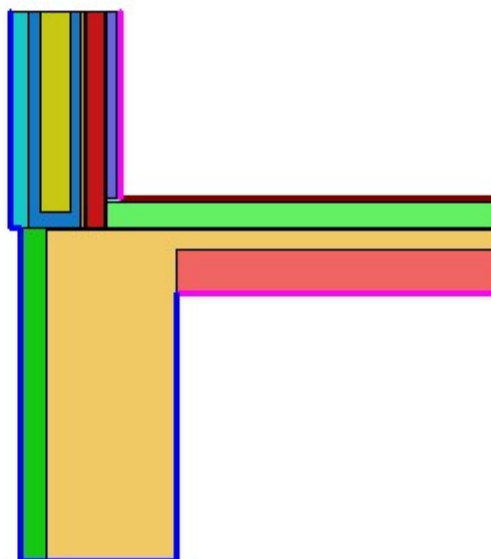
č.	Název	LambdaX	LambdaY	MiX	MiY	X1	X2	Y1	Y2
1	Beton hutný 3	1.360	1.360	23	23	17	37	1	24
2	Austrotherm XPS	0.035	0.035	140	140	37	40	1	13
3	Beton hutný 3	1.360	1.360	23	23	1	17	18	24
4	Štěrkopísek	2.000	2.000	50	50	1	17	15	18
5	Egger OSB4 TOP	0.130	0.130	200	200	33	34	24	41
6	STEICO flex 036	0.038	0.038	2.000	2.000	34	39	24	41
7	STEICO therm	0.038	0.038	5.000	5.000	39	41	24	41
8	Sklodek 40 Spec	0.210	0.210	30000	30000	1	37	23	24
9	Legovaná ocel (	31.0	31.0	1000000	1000000	32	33	24	41
10	Desky TPD-PUR 3	0.022	0.022	20	20	1	25	24	30
11	Fermacell	0.320	0.320	13	13	1	25	30	31
12	Austrotherm XPS	0.035	0.035	140	140	37	40	13	24
13	Legovaná ocel (	31.0	31.0	1000000	1000000	25	26	24	41
14	Vzduch slabě vě	0.929	7.3	0.114	0.010	26	32	24	41
15	Vzduch slabě vě	0.533	6.2	0.200	0.012	22	25	31	41
16	Fermacell	0.320	0.320	13	13	21	22	31	41
17	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	34	39	24	29
18	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	38	39	29	41

Poznámka: LambdaX a LambdaY jsou návrhové hodnoty tepelné vodivosti materiálu ve směru osy X a Y ve W/(m.K); Mix a MiY jsou návrhové faktory difúzního odporu materiálu ve směru osy X a Y; X1 a X2 jsou čísla os ve směru osy X a Y1 a Y2 jsou čísla os ve směru osy Y vymežující zadanou oblast.

Geometrie detailu a zadané podmínky:

Počet vert. os: 41
Počet horizont. os: 41
Počet prvků: 3200

Teplota Odpor Rs
 - ≤ 0 ≤ 0,05
 - ≤ 0 > 0,05
 - > 0 ≤ 0,16
 - > 0 0,17-0,24
 - > 0 ≥ 0,25



Zadané okrajové podmínky a jejich rozmístění :

číslo	1.uzel	2.uzel	Teplota [C]	Rs [m2K/W]	RH [%]	P [kPa]	h,p [s/m]
1	15	671	5.00	0.00	99.0	0.86	20.00
2	657	671	-3.00	0.00	99.0	0.47	20.00
3	657	1600	-3.00	0.00	99.0	0.47	20.00
4	1600	1612	-3.00	0.00	99.0	0.47	20.00
5	1612	1623	-13.00	0.04	84.0	0.17	20.00
6	1623	1664	-13.00	0.04	84.0	0.17	10.00
7	1664	1681	-13.00	0.04	84.0	0.17	20.00
8	31	851	20.00	0.17	50.0	1.17	10.00
9	851	861	20.00	0.13	50.0	1.17	10.00

Poznámka: Rs je odpor při přestupu tepla na příslušném povrchu, RH je relativní vlhkost v prostředí působícím na příslušný povrch, P je částečný tlak vodní páry v prostředí působícím na daný povrch a h,p je součinitel přestupu vodní páry na příslušném povrchu.

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉHO DETAILU :

NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLoty A HUSToty TEPELNÉHO TOKU:

Prostředí	T [C]	Rs [m2K/W]	R.H. [%]	Ts,min [C]	Tep.tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	5.0	0.00	99	0.59	20660.42383	---
2	-3.0	0.00	99	-3.00	-20659.30469	---
3	-13.0	0.04	84	-12.99	-21.26327	---
4	20.0	0.17	50	17.14	5.16567	---
5	20.0	0.13	50	17.07	14.97282	---

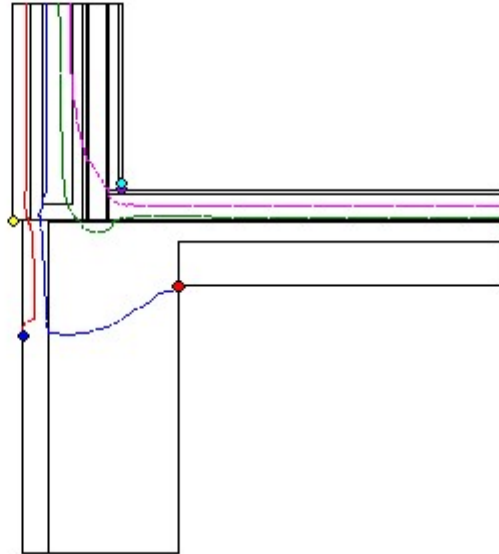
Vysvětlivky:

- T zadaná teplota v daném prostředí [C]
- Rs zadaný odpor při přestupu tepla v daném prostředí [m2K/W]
- R.H. zadaná relativní vlhkost v daném prostředí [%]
- Ts,min minimální povrchová teplota v daném prostředí [C]
- Tep.tok Q hustota tepelného toku z daného prostředí [W/m]
(hodnota je vztažena na 1m délky tepelného mostu, přičemž ztráta je kladná a zisk je záporný)
- Propust. L tepelná propustnost mezi daným prostředím a okolím [W/mK]
(lze určit jen pro maximálně 2 prostředí; pro určité charakteristické výseky lze získat průměrný součinitel prostupu tepla vydělením hodnoty L šířkou hodnoceného výseku konstrukce)

Izotermy:

— -6,00 C
 — 0,00 C
 — 7,00 C
 — 13,00 C

● Tsi=0,59 C
 ● Tsi=-3,00 C
 ● Tsi=-12,99 C
 ● Tsi=17,14 C
 ● Tsi=17,07 C

**NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLoty, TEPLotNÍ FAKTORy A RIZIKo KONDENZACE:**

Prostředí	Tw [C]	Ts,min [C]	f,Rsi [-]	KOND.	RH,max [%]	T,min [C]
1	4.86	0.59	0.755	ANO	73	10.6
2	-3.12	-3.00	1.000	ne	---	---
3	-14.90	-12.99	???	ne	---	---
4	9.26	17.14	0.913	ne	---	---
5	9.26	17.07	0.911	ne	---	---

Vysvětlivky:

Tw teplota rosného bodu v daném prostředí [C] - lze určit jen pro teploty do 100 C

Ts,min minimální povrchová teplota v daném prostředí [C]

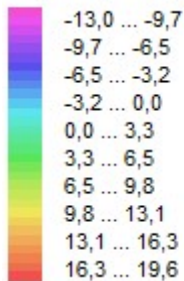
f,Rsi teplotní faktor dle ČSN 730540, EN ISO 10211 a EN ISO 13788 [-]

[rozdíl minimální povrchové teploty a vnější teploty podělený rozdílem vnitřní (20.0 C) a vnější (-13.0 C) teploty - přesně lze určit jen pro max. 2 prostředí a pro rozdílnou vnitřní a vnější teplotu, program nicméně určuje orientační hodnoty i pro více prostředí, přičemž se uvažuje vnitřní teplota podle daného prostředí a konstantní vnější teplota Te = -13.0 C]

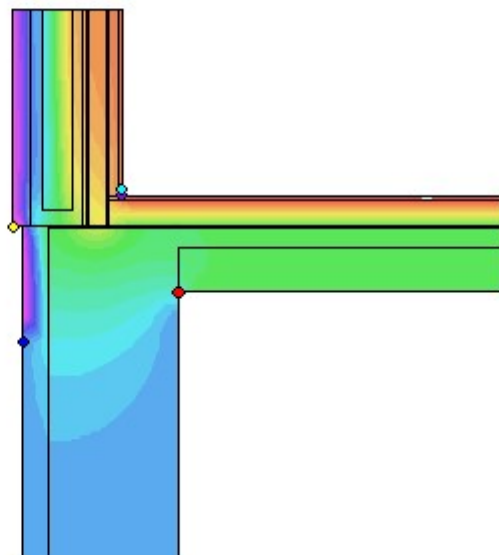
KOND. označuje vznik povrchové kondenzace
 RH,max maximální možná relativní vlhkost při dané teplotě v daném prostředí, která zajistí odstranění povrchové kondenzace [%]

T,min minimální potřebná teplota při dané absolutní vlhkosti v daném prostředí, která zajistí odstranění povrchové kondenzace [C] - platí jen pro případ dvou prostředí

Poznámka: Zde uvedené vyhodnocení rizika povrchové kondenzace neodpovídá hodnocení podle ČSN 730540-2. Program pouze porovnává teplotu povrchu s teplotou rosného bodu v okolním prostředí.

Teplotní pole [C]:

● Tsi=0,59 C
 ● Tsi=-3,00 C
 ● Tsi=-12,99 C
 ● Tsi=17,14 C
 ● Tsi=17,07 C



ODHAD CHYBY VÝPOČTU:

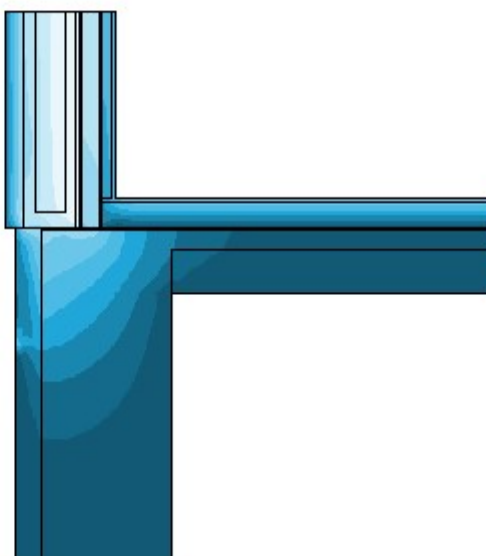
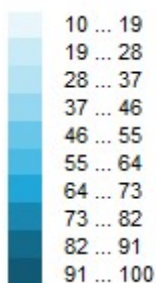
Součet tepelných toků: -0.0045 W/m
Součet abs.hodnot tep.toků: 41389.4336 W/m
Podíl: -0.0000
Podíl je menší než 0.001 - požadavek EN ISO 10211 je splněn.

TOKY DIFUNDUJÍCÍ VODNÍ PÁRY PŘI ZADANÝCH PODMÍNKÁCH:

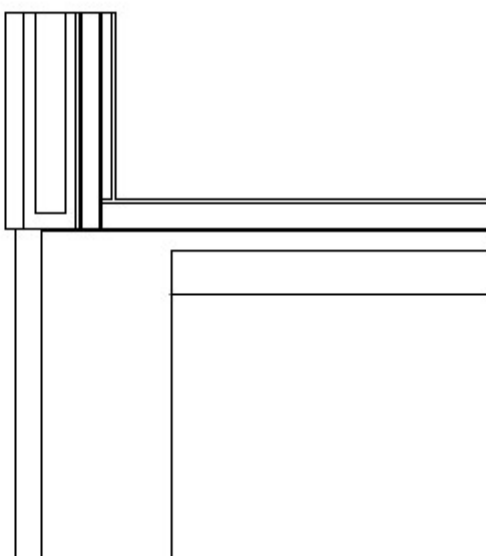
Množství vstupující do konstrukce: 3.5E-0008 kg/m,s.
Množství vystupující z konstrukce: 1.9E-0008 kg/m,s.
Množství kondenzující vodní páry: 5.4E-0008 kg/m,s.

Poznámka: Uvedená množství jsou vztažena k 1 m výšky detailu a platí pro zadané okrajové podmínky. Množství vodní páry vstupující do konstrukce bylo stanoveno pro povrchy se souč. přestupu vodní páry $10 \cdot 10^{-9}$ s/m. Množství vystupující z konstrukce pak pro povrchy se souč. přestupu vodní páry $20 \cdot 10^{-9}$ s/m. Ostatní povrchy se ve výpočtu neuplatnily.

Rel. vlhkost [%]:



Oblast kondenzace vodní páry v detailu



Příloha č. 4 – Posouzení letní stability

Posouzení varianty 1

VNITRNÍ KONSTRUKCE

Obalové konstrukce hodnocené zóny na rozhraní s jinou vnitřní zónou budovy se stejnou teplotou

A [m²]
50,0

adb1: Vnitřní příčky

Plocha konstrukce

A 23,0 m²

Vrstva č.	Název	Tloušťka d [m]	Scuč. tep. vod. λ [W/(m·K)]	Měr. tep. kap. c _p [J/(kg·K)]	Měr. tep. kap. c _p [J/(kg·K)]	Obj. hmotnost ρ [kg/m ³]
1	Knauf White	0,0125	0,21	1080	1080	850
2	Isover UNI	0,05	0,038	800	800	40
3	Vzduchová dutina	0,1	0,585	1010	1010	1,2
4	Isover UNI	0,05	0,038	800	800	40
5	Knauf White	0,0125	0,21	1080	1080	850
6						
7						
8						
9						
-0						

Odpor při přístupu tepla na vnitřním povrchu

R_{si} 0,3

Odpor při přístupu tepla na vnějším povrchu

R_{se} 0,3

Součinitel prostupu tepla konstrukce

U 0,314

W²/K/W

W²/K/W

W/(m²·K)

adb2: Podlaha

Plocha konstrukce

A 14,8 m²

Vrstva č.	Název	Tloušťka d [m]	Scuč. tep. vod. λ [W/(m·K)]	Měr. tep. kap. c _p [J/(kg·K)]	Měr. tep. kap. c _p [J/(kg·K)]	Obj. hmotnost ρ [kg/m ³]
1	Laminátová podlaha	0,008	0,37	2090	2090	1200
2	Podlahová deska Fermacell ZE22	0,025	0,3	1700	1700	650
3	STEICO Base	0,02	0,05	2100	2100	250
4	Železobeton	0,1	1,3	1200	1200	2500
5	Trapezový plech	0,006	50	870	870	7850
6						
7						
8						
9						
-0						

Odpor při přístupu tepla na vnitřním povrchu

R_{si} 0,7

Odpor při přístupu tepla na vnějším povrchu

R_{se} 0,7

Součinitel prostupu tepla konstrukce

U 0,970

W²/K/W

W²/K/W

W/(m²·K)

VNEJŠÍ KONSTRUKCE

Obalové konstrukce hodnocené zóny na rozhraní s venkovním prostředím

A [m²]
23,6

ext1: Obvodová stěna

Plocha konstrukce

A 10,8 m²

Vrstva č.	Název	Tloušťka d [m]	Scuč. tep. vod. λ [W/(m·K)]	Měr. tep. kap. c _p [J/(kg·K)]	Měr. tep. kap. c _p [J/(kg·K)]	Obj. hmotnost ρ [kg/m ³]
1	Fermacell deska	0,015	0,32	1100	1100	1150
2	Uzavřená vzduchová dutina	0,1	0,593	1009	1009	10,6
3	Egger OSB4 TOP	0,018	0,13	1700	1700	620
4	STEICO flex 036	0,24	0,042	2116	2116	75,2
5	STEICO therm	0,05	0,038	2100	2100	5
6	DEKTEK FASADE	0,002	0,39	1700	1700	675
7						
8						
9						
10						

Odpor při přístupu tepla na vnitřním povrchu

R_{si} 0,13

Odpor při přístupu tepla na vnějším povrchu

R_{se} 0,04

Součinitel prostupu tepla konstrukce

U 0,120

W²/K/W

W²/K/W

W/(m²·K)

ext2: Střecha

Plocha konstrukce

A 14,8 m²

Vrstva č.	Název	Tloušťka d [m]	Scuč. tep. vod. λ [W/(m·K)]	Měr. tep. kap. c _p [J/(kg·K)]	Měr. tep. kap. c _p [J/(kg·K)]	Obj. hmotnost ρ [kg/m ³]
1	Substrát	0,05	2,3	920	920	2000
2	DeKplan 78	0,0018	0,15	960	960	1300
3	Stelco roof dry	0,34	0,04	2100	2100	200
4	Elastodek 40 special	0,004	0,21	1470	1470	1200
5	Porizant WS	0,02	0,13	840	840	700
6	Beton	0,07	1,3	1020	1020	2500
7	Trapezový plech	0,006	50	370	370	7950
8						
9						
10						

Odpor při přístupu tepla na vnitřním povrchu

R_{si} 0,10

Odpor při přístupu tepla na vnějším povrchu

R_{se} 0,10

Součinitel prostupu tepla konstrukce

U 0,112

W²/K/W

W²/K/W

W/(m²·K)

Ext

ZÓNA

Zóne

Objem vzduchu
Podlažná plocha
Příraz na kři. mřstý a vzhly do skt

V_{u, m^3}
 F, m^2
 $A_{U, W/(m^2 \cdot K)}$

Podacílní tepota (v case $\tau = 0$ h)

T_0

$21,0$ °C

adb3: Vnitřní příčka

Plocha konstrukce

A $12,2$ m^2

II. Stínění, větrání a vnitřní zisky

Vrstva č.	čistěstínění			Základ	n	h	Q _v [W]	vnitřní zisky
	Sever	Východ	Jih					
1	1,03	1,00	1,00	1,00	1,2	0	0	0
2	1,03	1,00	1,00	1,00	1,2	0	0	0
3	1,03	1,00	1,00	1,00	1,2	0	0	0
4	1,03	1,00	1,00	1,00	1,2	0	0	0
5	1,03	1,00	1,00	1,00	1,2	0	0	0
6	1,03	1,00	0,650	1,00	1,2	0	0	0
7	1,03	1,00	0,650	1,00	1,2	0	0	0
8	1,03	1,00	0,650	1,00	1,2	0	0	0
9	1,03	1,00	0,650	1,00	1,2	0	0	0
10	1,03	1,00	0,650	1,00	1,2	0	0	0

I. Venkovní klima

čas	sauerční ozáření			Základ	T _{ext} [°C]	venkovní vzduch
	Sever	Východ	Jih			
1	0	0	0	0	18,8	0
2	0	0	0	0	18,2	0
3	0	0	0	0	18,0	0
4	0	0	0	0	18,2	0
5	0	0	0	0	18,8	0
6	67	275	37	37	18,8	0
7	69	249	103	99	19,5	0
8	96	655	298	99	21,2	0
9	100	670	300	100	21,2	0
10	110	652	350	100	21,8	0
11	142	553	540	142	26,8	0
12	145	145	970	145	27,9	0
13	142	142	940	142	27,9	0
14	132	132	553	525	28,8	0
15	118	118	420	637	30,0	0
16	96	96	259	668	29,8	0
17	69	69	103	549	29,8	0
18	67	37	37	286	28,8	0
19	0	0	0	24,9	28,8	0
20	0	0	0	21,8	28,8	0
21	0	0	0	0	23,0	0
22	0	0	0	0	21,2	0
23	0	0	0	0	18,3	0
24	0	0	0	0	18,3	0

III. Rekapitulace tepelných vlastností zóny

Stávající konstrukce a okna:

Konstrukce	Plocha A [m²]	Sauerční tok U [W/(m²·K)]	Měrný tepelný tok prostup. H [W/m²·K]	Plošná tepelná kapacita k [MJ/m²·K]	Čistková tepelná kapacita C _{sk} [MJ/K]	Přistávaná vnitřní tepelná kapacita zóny u _{int} [W/K]
Bx	28	0,12	3,0	340	6,7	3,0
H-1b	30	0,11	2,0	230	6,0	4,0
H-1c	—	—	—	—	—	—
Floor	—	—	—	—	—	—
Wn	6,3	0,61	3,8	—	—	—
CELKEM	62	—	—	—	—	1,1

Okna, stínění a sořimní zisky pro jednotlivé orientace:

Orientace	Plocha zasklení A _g [m²]	Energet. zasklení g [W/m²·K]	Čistba stínění F _{sh} [%]	Roční zisk zasklení E _g [kWh]	Sořimní zisky za 24 h E _{sc} [kWh]	Čistkové E _{sp} [kWh]
Sever	—	—	—	—	—	—
Východ	—	—	—	—	—	—
Jih	4,6	0,90	0,50	72	6,2	—
Západ	—	—	—	—	—	—
CELKEM	4,6	—	—	72	6,2	—

Tepelné zisky za 24 h:

Sořimní E _{sc} [kWh]	Vnitřní E _{int} [kWh]	Čistkové E _{sp} [kWh]
22,2	5,8	4,6
		27,0
		7,8

Větrání

Denní (7 – 22 h)		Noční (23 – 6 h)	
Nasobnost n	Obj. tok V [m³/h]	Nasobnost n	Obj. tok V [m³/h]
1,2	51	1,2	51

Jedliže lyubiti vnitřní tepelné kapacitě zóny C_{sk} v kWh/°C, doba integrace eaním lepeřím zaskm E_g v kWh, pak by (el) tepota vzrosta o 3,3 °C

Vrstva č.	Název	Tloušťka d [m]	Souč. top. vod. λ [W/(m·K)]	Měr. top. kap. C _p [J/(kg·K)]	Obj. hmotnost ρ [kg/m³]
1	Knauf White	0,0125	0,21	1060	850
2	Isover UNI	0,1	0,038	800	40
3	Knauf White	0,0125	0,21	1060	850
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

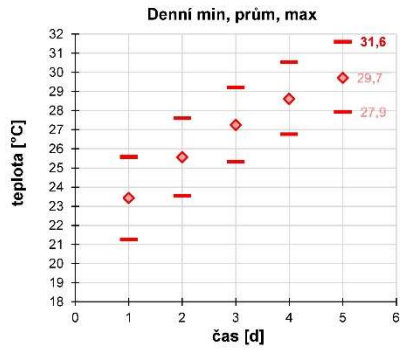
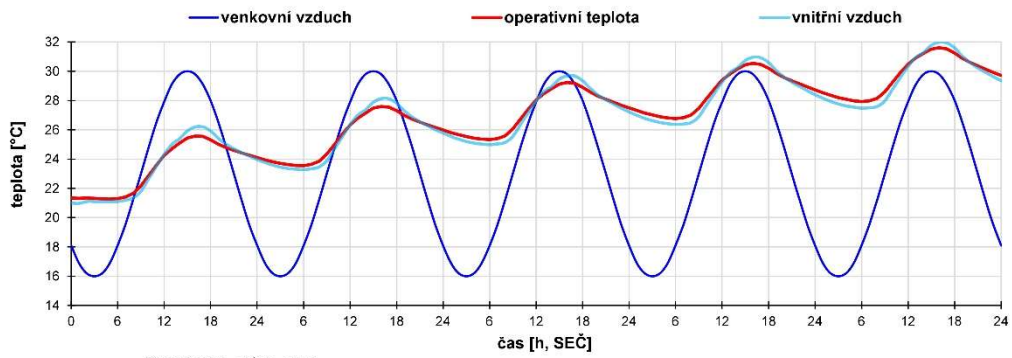
Odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu R_{si} $m^2 \cdot K/W$
 Odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu R_{se} $m^2 \cdot K/W$
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U $W/(m^2 \cdot K)$

R_{si} $0,17$
 R_{se} $0,10$
 U $0,331$

okn3: Jih

Měrný tepelný tok K_{tot} $3,8$ W/K

okno	Plocha A _w [m²]	Plocha zasklení A _g [m²]	Souč. prostupu U _w [W/(m²·K)]	Energ. prop. g [-]
J1	2,12	1,56	0,61	0,5
J2	2,12	1,56	0,61	0,5
J3	2,025	1,48	0,61	0,5
J4				
J5				



den	Venkovní vzduch			Vnitřní vzduch			Operativní teplota		
	min	prům	max	min	prům	max	min	prům	max
1	16,0	23,0	30,0	21,0	23,5	26,2	21,3	23,4	25,6
2	16,0	23,0	30,0	23,3	25,5	28,1	23,6	25,6	27,6
3	16,0	23,0	30,0	25,0	27,2	29,7	25,3	27,3	29,2
4	16,0	23,0	30,0	26,4	28,5	31,0	26,8	28,6	30,5
5	16,0	23,0	30,0	27,5	29,5	32,0	27,9	29,7	31,6

Překročení meze komfortu			
den	hodst. [h°C]	doba [h]	% času
1	0	0	0%
2	6	9	38%
3	26	15	63%
4	51	24	100%
5	77	24	100%
CELK.	160	72	60%

Posouzení varianty 2

VNITŘNÍ KONSTRUKCE

Int-AcIb

Obalové konstrukce hodnocené zóny na rozhraní s jinou vnitřní zónou, i budovy se stejnou teplotou.

A [m²]
50,0

adb1: Vnitřní příčky

Plocha konstrukce A 23,0 m²

Vrstva č.	Název	Tloušťka d [m]	Souč. tep. vod. λ [W/(m·K)]	Měr. tep. kap. c _p [J/(kg·K)]	Obj. hmotnost ρ [kg/m ³]
1	Knauf White	0,0125	0,21	1060	850
2	Isover UNI	0,05	0,038	800	40
3	Vzduchová dutina	0,1	0,588	1010	1,2
4	Isover UNI	0,05	0,038	800	40
5	Knauf White	0,0125	0,21	1060	850
6					
7					
8					
9					
10					

Odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu
Odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu
Součinitel prostupu tepla konstrukce

R_{si} 0,13 m²·K/W
R_{se} 0,13 m²·K/W
U 0,314 W/(m²·K)

adb2: Podlaha

Plocha konstrukce A 14,8 m²

Vrstva č.	Název	Tloušťka d [m]	Souč. tep. vod. λ [W/(m·K)]	Měr. tep. kap. c _p [J/(kg·K)]	Obj. hmotnost ρ [kg/m ³]
1	Laminátová podlaha	0,008	0,37	2090	1200
2	Podlahová deska Fermacell 2E22	0,025	0,13	1700	650
3	STEICO Base	0,02	0,05	2100	250
4	Železobeton	0,1	1,3	1200	2500
5	Trapézový plech	0,008	50	870	7850
6					
7					
8					
9					
10					

Odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu
Odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu
Součinitel prostupu tepla konstrukce

R_{si} 0,17 m²·K/W
R_{se} 0,17 m²·K/W
U 0,970 W/(m²·K)

VNĚJŠÍ KONSTRUKCE

Ext

Obalové konstrukce hodnocené zóny na rozhraní s venkovním prostředím

A [m²]
25,6

ext1: Obvodová stěna

Plocha konstrukce A 10,8 m²

Vrstva č.	Název	Tloušťka d [m]	Souč. tep. vod. λ [W/(m·K)]	Měr. tep. kap. c _p [J/(kg·K)]	Obj. hmotnost ρ [kg/m ³]
1	Fermacell deska	0,015	0,32	1100	1150
2	Uzavřená vzduchová dutina	0,1	0,593	1009	1018
3	Egger OSB4 TOP	0,018	0,13	1700	820
4	STEICO flex 036	0,24	0,042	2118	75,2
5	STEICO therm	0,08	0,038	2100	5
6	DEKTEK FASADE	0,0002	0,39	1700	875
7					
8					
9					
10					

Odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu
Odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu
Součinitel prostupu tepla konstrukce

R_{si} 0,13 m²·K/W
R_{se} 0,04 m²·K/W
U 0,120 W/(m²·K)

ext2: Střecha

Plocha konstrukce A 14,8 m²

Vrstva č.	Název	Tloušťka d [m]	Souč. tep. vod. λ [W/(m·K)]	Měr. tep. kap. c _p [J/(kg·K)]	Obj. hmotnost ρ [kg/m ³]
1	Substrát	0,08	2,3	920	2000
2	Dekplan 78	0,0018	0,16	960	1300
3	Steico roof dry	0,34	0,04	2100	200
4	Elastodek 40 special	0,004	0,21	1470	1200
5	Poriment WS	0,02	0,18	840	700
6	Beton	0,07	1,3	1020	2500
7	Trapézový plech	0,006	50	870	7850
8					
9					
10					

Odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu
Odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu
Součinitel prostupu tepla konstrukce

R_{si} 0,10 m²·K/W
R_{se} 0,10 m²·K/W
U 0,112 W/(m²·K)

ZONA

Objem vzduchu
Plošná hmotnost
Prázd. na tep. masy a vzduhu do ext

V_a	41
ρ	12
ρ_{ext}	0,02
W	$W/(m^2 \cdot K)$

Zone

Počáteční teplota (v čase t = 0 h)

T_0	21,3
t_c	°C

I. Venkovní klima

čas	sluneční ozaření		venkovní	
	Světlo	Východí	Uhl.	Západ
0	0	0	0	0
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	67	265	37	19,1
7	69	549	103	19,5
8	95	653	259	21,2
9	116	697	420	21,7
10	132	523	563	24,3
11	142	353	540	25,5
12	142	192	520	26,1
13	132	142	500	26,1
14	116	118	526	24,8
15	95	94	420	23,0
16	67	60	269	20,9
17	60	60	103	20,1
18	67	37	37	26,5
19	0	0	0	28,5
20	0	0	0	24,3
21	0	0	0	22,0
22	0	0	0	21,2
23	0	0	0	19,5
24	0	0	0	15,1

II. Sůnění, větrání a vnitřní zisky

čas	Sůnění		vniknutí	
	Světlo	Východí	Uhl.	Západ
0	1,00	1,00	1,00	1,00
1	1,00	1,00	1,00	1,00
2	1,00	1,00	1,00	1,00
3	1,00	1,00	1,00	1,00
4	1,00	1,00	1,00	1,00
5	1,00	1,00	1,00	1,00
6	1,00	1,00	1,00	1,00
7	1,00	1,00	1,00	1,00
8	1,00	1,00	1,00	1,00
9	1,00	1,00	1,00	1,00
10	1,00	1,00	1,00	1,00
11	1,00	1,00	1,00	1,00
12	1,00	1,00	1,00	1,00
13	1,00	1,00	1,00	1,00
14	1,00	1,00	1,00	1,00
15	1,00	1,00	1,00	1,00
16	1,00	1,00	1,00	1,00
17	1,00	1,00	1,00	1,00
18	1,00	1,00	1,00	1,00
19	1,00	1,00	1,00	1,00
20	1,00	1,00	1,00	1,00
21	1,00	1,00	1,00	1,00
22	1,00	1,00	1,00	1,00
23	1,00	1,00	1,00	1,00
24	1,00	1,00	1,00	1,00

III. Rekapitulace tepelných vlastností zóny

Sazební konstante a agr:

Konstrukce	Plocha	Skupit. tepelná kapacita	Měrný tepelný kapacitní	Plošná tepelná kapacita
	A	C_{sk}	C_{sk}	C_{sk}
Ext	26	0,2	3,0	8,7
Int-Adi	50	0,51	23,6	6,8
Int-Int	-	-	-	-
Floor	-	-	-	-
W-T	0,3	0,01	5,6	-
CELKEM	82			15,5

Ozna, stínání a součinné zisky na jednotlivé orientace:

Orientace	Plocha zasklení	Skupit. tepelná kapacita	Měrný tepelný kapacitní	Plošná tepelná kapacita
	A_w	C_{sk}	C_{sk}	C_{sk}
Sever	-	-	-	-
Východí	4,6	0,30	0,13	93
Jih	-	-	-	-
Západ	-	-	-	-
CELKEM	4,6			1,5

Tepelné zisky za 24 h:

Skupit. tepelná kapacita	Vnitřní	CELKOVÉ
C_{sk}	E	E_g
82	10,1	10,1
15,5	1,6	1,6
	11,7	11,7

Větrání

Denní (7-23 h)	Noční (23-06 h)
Náobnost	Náobnost
0,1	0,1
1,1	1,1
1,2	1,2
1,3	1,3

adb3: Vnitřní příčka

Plocha konstrukce

A	12,2
m^2	

Vrstva č.	Název	Tloušťka d [mm]	Souč. tep. vod. λ [W/(m·K)]	Měr. tep. kap. c_p [J/(kg·K)]	Obj. hmotnost ρ [kg/m ³]
1	Knauf White	0,0125	0,21	1060	850
2	Isover UNI	0,1	0,038	800	40
3	Knauf White	0,0125	0,21	1060	850
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu
Odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu
Součinitel přestupu tepla konstrukce

R_{si}	0,17
R_{se}	0,10
U	0,331
$m^2 \cdot K/W$	
$m^2 \cdot K/W$	
$W/(m^2 \cdot K)$	

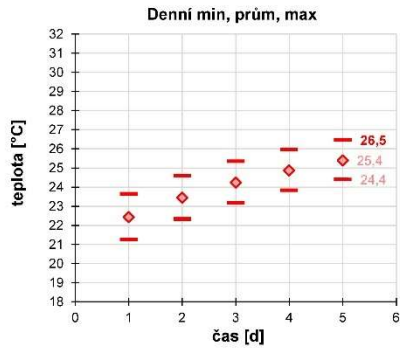
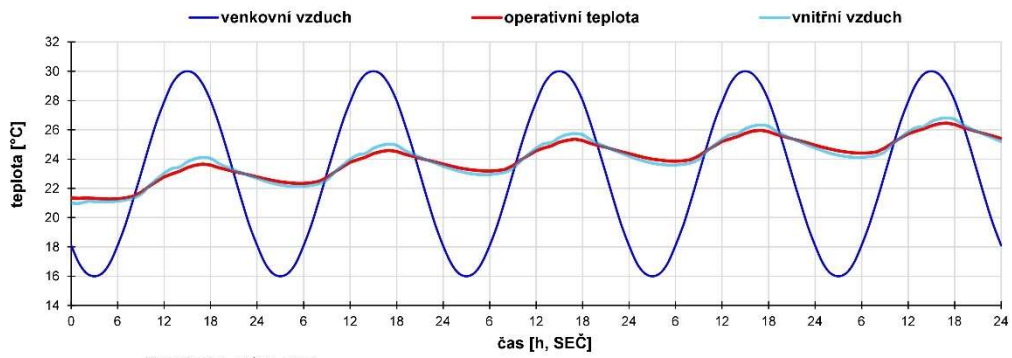
okn3: Jih

Měrný tepelný tok

K_{tot}	3,8
W/K	

okno	Plocha A_w [m ²]	Plocha zasklení A_{giz} [m ²]	Souč. přestupu U_w [W/(m ² ·K)]	Energ. prop. g [-]
J1	2,12	1,56	0,61	0,5
J2	2,12	1,56	0,61	0,5
J3	2,025	1,48	0,61	0,5
J4				
J5				

Jednotky: bytí/rok (vltm), tepelná kapacita (Wh), C_{sk} v kWh/°C, dodání energií: poměr celkové tepelné zisků, E_g v kWh, pak vyjádřeno v jednotkách 10⁶



den	Venkovní vzduch			Vnitřní vzduch			Operativní teplota		
	min	prům	max	min	prům	max	min	prům	max
1	16,0	23,0	30,0	21,0	22,5	24,1	21,3	22,4	23,7
2	16,0	23,0	30,0	22,1	23,5	25,0	22,3	23,4	24,6
3	16,0	23,0	30,0	22,9	24,2	25,7	23,2	24,2	25,4
4	16,0	23,0	30,0	23,6	24,9	26,3	23,9	24,9	26,0
5	16,0	23,0	30,0	24,1	25,4	26,8	24,4	25,4	26,5

Překročení meze komfortu

den	hodst. [h°C]	doba [h]	% času
1	0	0	0%
2	0	0	0%
3	0	0	0%
4	0	0	0%
5	0	0	0%
CELK.	0	0	0%

Příloha č. 5 – Výpočty TZB

VĚTRÁNÍ

STANOVENÍ MNOŽSTVÍ VĚTRACÍHO VZDUCHU

Podle počtu osob:

Doporučené množství čerstvého vzduchu na osobu: 25 m³/h

Počet osob: 23

$$V_{p,1} = 25 * 23 = 575 \text{ m}^3/\text{h}$$

Podle intenzity větrání:

Minimální intenzita větrání: 0,3 /h

Doporučená intenzita větrání: 0,5 /h

Objem vzduchu:

$$V_{p,2,\text{min}} = 1542 * 0,3 = 462 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_{p,2,\text{dop}} = 1542 * 0,5 = 771 \text{ m}^3/\text{h}$$

Návrhový průtok: $V_{a,d} = 600 \text{ m}^3/\text{h}$

NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY

Průtok: 600 m³/h

Navržená jednotka: Atrea Duplex 1000 Multi

Velikost (š x v x h): 1800 x 970 x 384 mm

Účinnost rekuperace: $\varphi = 85 \%$

ZÁSOBOVÁNÍ TEPEM A PŘÍPRAVA TV

POTŘEBA TEPLÉ VODY

Počet osob: 23

Potřeba teplé vody: l/den*osoba

$$V_{TV} = 23 * 12 = 276 \text{ l} = \underline{0,28 \text{ m}^3/\text{den}}$$

POTŘEBA TEPLA PRO PŘÍPRAVU TV

$$Q_{TV,1} = V_{TV} * c * (t_2 - t_1)$$

kde: $c = 4200 \text{ J/kg}\cdot\text{K} = 1,163 \text{ kWh/m}^3\cdot\text{K}$

... měrná tepelná kapacita vody

$$t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$$

... teplota studené vody

$$t_2 = 55 \text{ }^\circ\text{C}$$

... teplota teplé vody

$$Q_{TV,1} = 0,28 * 1,163 * (55 - 10)$$

$$\underline{Q_{TV,1} = 14,65 \text{ kWh/den}}$$

Ztráty:

$$z = 0,3$$

$$Q_{TV,z} = 0,3 * 14,65 = \underline{4,4 \text{ kWh/den}}$$

Celková potřeba tepla pro přípravu TV:

$$Q_{TV} = Q_{TV,1} + Q_{TV,z}$$

$$Q_{TV} = 14,65 + 4,4$$

$$\underline{Q_{TV} = 19,05 \text{ kWh/den}}$$

POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ

Převzato z excelu na výpočet měrné potřeby tepla.

$$Q_l = 14,8 \text{ kW}$$

VÝKON ZDROJŮ TEPLA

Výkon potřebný pro přípravu TV

$$Q_{TV,h} = Q_{TV} / 8 = 19,05 / 8$$

$$\underline{Q_{TV,h} = 2,4 \text{ kW}}$$

Výkon potřebný na vytápění

$$Q_{VYT,h} = Q_l$$

$$\underline{Q_{VYT,h} = 15 \text{ kW}}$$

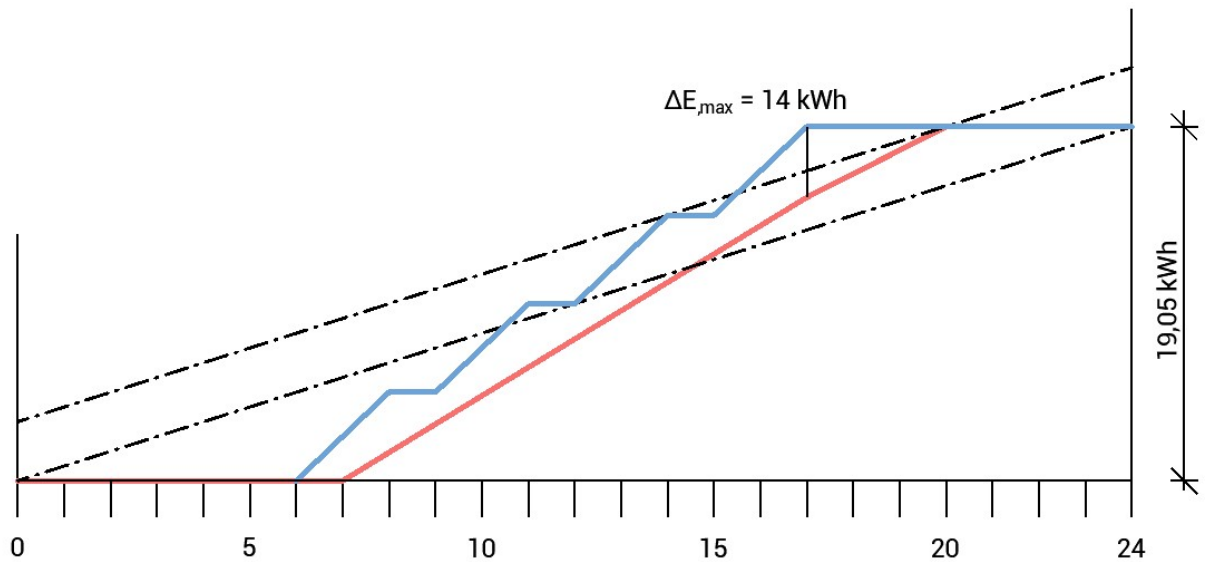
Celkový potřebný výkon

$$Q_C = Q_{TV,h} + Q_{VYT,h}$$

$$Q_C = 2,4 + 15$$

$$Q_C = 17,4 \text{ kW}$$

VELIKOST ZÁSOBNÍKU



$$V_Z = \Delta E_{max} / c * (t_2 - t_1)$$

$$V_Z = 14 / 1,163 * (55 - 10)$$

$$V_Z = 0,268 \text{ m}^3 = 270 \text{ l}$$

Navrhuji zásobník Stiebel Eltron SB 302 S. Objem nádrže 300 l.

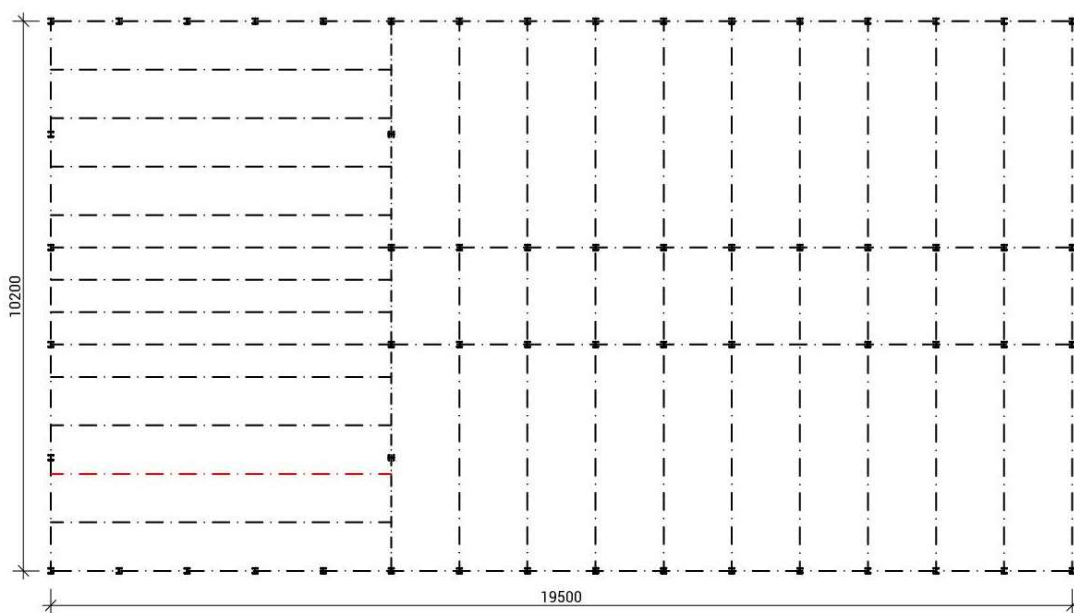
Příloha č. 6 – Předběžný statický návrh

Cílem tohoto předběžného statického návrhu je zjistit jaké profily by bylo potřeba použít pro stropní a střešní konstrukci v případě, že by byla při odkrytí stávající nosné konstrukce zjištěna závada a bylo nutné stávající nosníky nahradit.

Schéma a popis konstrukce

Jedná se ocelový skelet v kombinaci s ocelobetonovým stropem a střešní konstrukcí. Ocelobetonová stropní konstrukce se skládá z nosníků, trapézového plechu a betonové desky s výztuží. Jednotlivé nosníky jsou tvořeny ze zdvojených tenkostěnných C profilů výšky 200 mm. Podrobnější specifikace nosníků ani konstrukce však není dostupná a k odhalené nosné konstrukci není přístup. Stávající nosná konstrukce je však dle dostupných informací v dobrém stavu. Uvažuji s tím, že bude ponechána.

Pokud by v rámci přestavby při odhalení konstrukce byla zjištěna závada, budu dle předběžného statického návrhu vědět, jaké nosníky by musely být použity.



- Konstrukční výška: 3,30 m
- Vodorovné nosné konstrukce: ocelobetonová stropní konstrukce (nosníky + tr. plech + ŽB deska)
- Svislé nosné konstrukce: ocelové sloupy

Přehled zatížení

Stálé zatížení

Podlaha 2.NP

Podlaha 2.NP – vinylová podlaha			
	tl. [mm]	objem. tíha [kg/m ³]	g_k [kN/m ²]
vinylová podlaha	9		0,09
pěnová podložka	3	45	0,001
podlahový roznášecí dílec fermacel	25	1150	0,29
dřevovláknitá deska	20	250	0,05
Σ			0,43

Ve 2.NP jsou navrženy podlahy tloušťky 57 mm s nášlapnými vrstvami z vinylu.
Uvažovaná vlastní tíha podlah 2. NP – $g_k = 0,43 \text{ kN/m}^2$

Střešní plášť

Střecha plochá dvouplášťová			
Vrstva	tl. [mm]	objem. tíha [kg/m ³]	g_k [kN/m ²]
Vegetační rohož	30	1100	0,33
Substrát	80	1300	1,04
Nopová folie			0,01
PVC hydroizolace			0,02
tepelná izolace	380	140	0,53
asfaltový pás			0,04
cementová pěna	80	700	0,56
Σ			2,54

Vlastní tíha střechy – $g_k = 2,54 \text{ kN/m}^2$

Proměnné zatížení

Užitné zatížení

- Stropní konstrukce – kategorie B:

$$q_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_k = 4,0 \text{ kN}$$

- Střecha – nepřístupná střecha s výjimkou běžné údržby a oprav – kategorie H:

$$q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_k = 1,0 \text{ kN}$$

Zatížení větrem

Vzhledem k minimálnímu vlivu na výpočet zatížení mohu zanedbat.

Zatížení sněhem

Plochá střecha

- Tvarový součinitel: $\mu = 0,8$
- Součinitel expozice: $C_e = 1$
- Součinitel tepla: $C_t = 1$
- Charakteristická hodnota zatížení sněhem – Nymburk: $s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$

$$s = \mu * C_e * C_t * s_k = 0,8 * 1 * 1 * 0,7 = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

Hodnota proměnného zatížení střechy bude uvažována jako vyšší z hodnot:

- Užitné zatížení střechy: $q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$
- Zatížení sněhem: $s = 0,56 \text{ kN/m}^2$

Proměnné zatížení střechy: **$q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$**

Předběžný návrh nosných prvků

Stropní konstrukce

Zatížení:

Zatížení stropního nosníku					
Typ zatížení	Název zatížení	výpočet	f_k [kN/m ²]	γ	f_d [kN/m ²]
STÁLÉ	vl. skladby podlahy		0,43	1,35	0,58
	ŽB deska střechy		1,25	1,35	1,69
	trapezový plech		0,06	1,35	0,08
	SDK podhled		0,4	1,35	0,54
	Σ	$g_k =$	2,14	$g_d =$	2,89
PROMĚNNÉ	užitné zatížení		2,5	1,5	3,75
	příčky		0,8	1,5	1,2
	Σ	$q_k =$	3,3	$q_d =$	4,95
CELKEM		$f_k =$	5,44	$f_d =$	7,84

Zatěžovací šířka nosníku: 0,9 m

Zatížení stropního nosníku: 7,84 kN/m²

$f_d = 7,84 \cdot 0,9 = 7,06$ kN/m

Výpočet vnitřních sil:

$$M_{Ed} = 1/8 \cdot f_d \cdot L^2$$

$$M_{Ed} = 1/8 \cdot 7,06 \cdot 6,5^2$$

$$M_{Ed} = 37,26$$
 kNm

$$V_{Ed} = 1/2 \cdot f_d \cdot L$$

$$V_{Ed} = 1/2 \cdot 7,06 \cdot 6,5$$

$$V_{Ed} = 22,93$$
 kN

Návrh:

$$W_{ply,min} = \frac{M_{Ed} \cdot \gamma_{M0}}{f_y} = \frac{37,26 \cdot 10^6 \cdot 1,0}{235}$$

$$W_{ply,min} = 158,55 \cdot 10^3$$
 mm³

Navrhují 2x UPE 180

$$I_y = 2706 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$W_{pl,y} = 346 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$A_{v,z} = 2240 \text{ mm}^2$$

Materiál: ocel S235

$$f_y = 235,0 \text{ MPa}$$

$$E = 210,0 \text{ GPa}$$

Klasifikace průřezu

$$\epsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{235}}$$

$$\epsilon = 1,0$$

Stojina:

$$\frac{c}{t} \leq 72 \cdot \epsilon$$

$$c = 180 - 2 \cdot 10,5 - 2 \cdot 12 = 135 \text{ mm}$$

$$\frac{c}{t} = \frac{135}{5,5} = 24,5 \leq 72 \cdot \epsilon = 72 \cdot 1,0$$

$$24,5 \leq 72$$

Stojinu klasifikuji jako třídu průřezu 1

Pásnice:

$$\frac{c}{t} \leq 9 \cdot \epsilon$$

$$c = 75 - 5,5 - 12 = 57,5 \text{ mm}$$

$$\frac{c}{t} = \frac{57,5}{10,5} = 5,48 \leq 9 \cdot \epsilon = 9 \cdot 1,0$$

$$5,48 \leq 9$$

Pásnici klasifikuji jako třídu průřezu 1

Průřez UPE klasifikuji jako třídu průřezu 1. Dva průřezy UPE vedle sebe jsou také třída průřezu 1.

Posouzení MSÚ:

Ohyb:

$$M_{\text{tot}} = M_{\text{Ed}} + M_{\text{vl.tíha}}$$

$$M_{\text{tot}} = M_{\text{Ed}} + 1/8 * (39,4/100) * 1,35 * 6,5^2$$

$$M_{\text{tot}} = 37,26 + 2,81$$

$$M_{\text{tot}} = 40,07 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{Rd}} = W_{\text{pl,y}} * f_y * \frac{1}{\gamma_{M0}}$$

$$M_{\text{Rd}} = 346,0 * 10^3 * 235 * \frac{1}{1,0}$$

$$M_{\text{Rd}} = 81,3 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{Rd}} \geq M_{\text{tot}}$$

$$81,3 \text{ kNm} \geq 40,07 \text{ kNm}$$

$$\frac{40,07}{81,3} = 0,49 \leq 1,0 \quad \dots \quad \text{VYHOVUJE}$$

Smyk:

$$V_{\text{tot}} = V_{\text{Ed}} + V_{\text{vl.tíha}}$$

$$V_{\text{tot}} = V_{\text{Ed}} + 1/2 * (39,4/100) * 1,35 * 6,5$$

$$V_{\text{tot}} = 22,93 + 1,73$$

$$V_{\text{tot}} = 24,66 \text{ kNm}$$

$$V_{\text{pl,Rd}} = \frac{A_{v,z} * f_y}{\gamma_{M0} * \sqrt{3}}$$

$$V_{\text{pl,Rd}} = \frac{2240 * 235}{1 * \sqrt{3}}$$

$$V_{\text{pl,Rd}} = 303,92 \text{ kN}$$

$$V_{\text{pl,Rd}} \geq V_{\text{tot}}$$

$$303,9 \text{ kNm} \geq 24,66 \text{ kNm}$$

$$\frac{24,66}{303,92} = 0,08 \leq 1,0 \quad \dots \quad \text{VYHOVUJE}$$

Navržené profily 2x UPE 180 na MSÚ VYHOVUJÍ.

Posouzení MSP:

Průhyb:

$$f_k = 5,44 * 0,9 + 0,394 = 5,29 \text{ kN/m}$$

$$\delta = \frac{5 * f_k * L^4}{384 * E * I_y} = \frac{5 * 5,29 * 6500^4}{384 * 210000 * 2 * 1353 * 10^4} = 21,64 \text{ mm}$$

$$\delta_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{6500}{250}$$

$$\delta_{lim} = 26 \text{ mm}$$

$$\frac{\delta}{\delta_{lim}} = \frac{21,64}{26} = 0,83 < 1,0 \quad \dots \quad \text{VYHOVUJE}$$

Dynamické účinky:Rozpětí nosníku $L = 6,5 \text{ m} \leq 10 \text{ m}$

$$\delta \leq 28 \text{ mm}$$

$$\delta = 21,64 \text{ mm} < \delta_{lim} = 28 \text{ mm}$$

$$\frac{\delta}{\delta_{lim}} = \frac{21,64}{28} = 0,77 < 1,0 \quad \dots \quad \text{VYHOVUJE}$$

Navržené profily 2x UPE 180 na MSP VYHOVUJÍ.

Z hlediska průhybu a kmitání nelze navrhnout menší průřezy, protože by byl překročen limitní průhyb. Z tohoto důvodu vychází menší využití průřezů na ohyb a na smyk. Rozhodující kritérium pro návrh je tedy průhyb – MSP.

Střešní konstrukce

Zatížení:

Zatížení střešního nosníku						
Typ zatížení	Název zatížení	výpočet	f_k [kN/m ²]	γ	f_d [kN/m ²]	
STÁLÉ	vl. tíha střešní skladby		2,54	1,35	3,43	
	solární panely		0,22	1,35	0,30	
	ŽB deska střechy		1,25	1,35	1,69	
	trapézový plech		0,06	1,35	0,08	
	SDK podhled		0,4	1,35	0,54	
	Σ		$g_k =$	4,47	$g_d =$	6,03
PROMĚNNÉ	Užitné zatížení		0,75	1,5	1,13	
	Σ		$q_k =$	0,75	$q_d =$	1,13
CELKEM			$f_k =$	5,22	$f_d =$	7,16

Zatěžovací šířka nosníku: 0,9 m

Zatížení střešního nosníku: 7,16 kN/m²

$$f_d = 7,16 * 0,9 = \mathbf{6,44 \text{ kN/m}}$$

Výpočet vnitřních sil:

$$M_{Ed} = 1/8 * f_d * L^2$$

$$M_{Ed} = 1/8 * 6,44 * 6,5^2$$

$$M_{Ed} = 34,03 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 1/2 * f_d * L$$

$$V_{Ed} = 1/2 * 6,44 * 6,5$$

$$V_{Ed} = 20,94 \text{ kN}$$

Návrh:

$$W_{pl,y,min} = \frac{M_{Ed} * \gamma_{M0}}{f_y} = \frac{34,03 * 10^6 * 1,0}{235}$$

$$W_{pl,y,min} = 144,81 * 10^3 \text{ mm}^3$$

Navrhují 2x UPE 180

$$I_y = 2706 * 10^4 \text{ mm}^4$$

$$W_{pl,y} = 346 * 10^3 \text{ mm}^3$$

$$A_{v,z} = 2240 \text{ mm}^2$$

Materiál: ocel S235
 $f_y = 235,0 \text{ MPa}$
 $E = 210,0 \text{ GPa}$

Klasifikace průřezu

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{235}}$$

$$\varepsilon = 1,0$$

Stojina:

$$\frac{c}{t} \leq 72 * \varepsilon$$

$$c = 180 - 2*10,5 - 2*12 = 135 \text{ mm}$$

$$\frac{c}{t} = \frac{135}{5,5} = 24,5 \leq 72 * \varepsilon = 72 * 1,0$$

$$24,5 \leq 72$$

Stojinu klasifikuji jako třídu průřezu 1

Pásnice:

$$\frac{c}{t} \leq 9 * \varepsilon$$

$$c = 75 - 5,5 - 12 = 57,5 \text{ mm}$$

$$\frac{c}{t} = \frac{57,5}{10,5} = 5,48 \leq 9 * \varepsilon = 9 * 1,0$$

$$5,48 \leq 9$$

Pásnici klasifikuji jako třídu průřezu 1

Průřez UPE klasifikuji jako třídu průřezu 1. Dva průřezy UPE vedle sebe jsou také třída průřezu 1.

Posouzení MSÚ:

Ohyb:

$$M_{\text{tot}} = M_{\text{Ed}} + M_{\text{vl.tíha}}$$

$$M_{\text{tot}} = M_{\text{Ed}} + 1/8 * (39,4/100) * 1,35 * 6,5^2$$

$$M_{\text{tot}} = 34,03 + 2,81$$

$$M_{\text{tot}} = 36,84 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = W_{pl,y} * f_y * \frac{1}{\gamma_{M0}}$$

$$M_{Rd} = 346,0 * 10^3 * 235 * \frac{1}{1,0}$$

$$M_{Rd} = 81,3 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} \geq M_{tot}$$

$$81,3 \text{ kNm} \geq 36,84 \text{ kNm}$$

$$\frac{36,84}{81,3} = 0,45 \leq 1,0 \quad \dots \quad \text{VYHOVUJE}$$

Smyk:

$$V_{tot} = V_{Ed} + V_{vl.ti\ha}$$

$$V_{tot} = V_{Ed} + 1/2 * (39,4/100) * 1,35 * 6,5$$

$$V_{tot} = 20,94 + 1,73$$

$$V_{tot} = 22,67 \text{ kNm}$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_{v,z} * f_y}{\gamma_{M0} * \sqrt{3}}$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{2240 * 235}{1 * \sqrt{3}}$$

$$V_{pl,Rd} = 303,92 \text{ kN}$$

$$V_{pl,Rd} \geq V_{tot}$$

$$303,92 \text{ kNm} \geq 22,67 \text{ kNm}$$

$$\frac{22,67}{303,92} = 0,07 \leq 1,0 \quad \dots \quad \text{VYHOVUJE}$$

Navržené profily 2x UPE 180 na MSÚ VYHOVUJÍ.

Posouzení MSP:

Průhyb:

$$f_k = 5,22 * 0,9 + 0,394 = 5,09 \text{ kN/m}$$

$$\delta = \frac{5 * f_k * L^4}{384 * E * I_y} = \frac{5 * 5,09 * 6500^4}{384 * 210000 * 2 * 1353 * 10^4} = 20,83 \text{ mm}$$

$$\delta_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{6500}{250}$$

$$\delta_{lim} = 26 \text{ mm}$$

$$\frac{\delta}{\delta_{lim}} = \frac{20,83}{26} = 0,80 < 1,0 \quad \dots \quad \mathbf{VYHOVUJE}$$

Dynamické účinky:

Rozpětí nosníku $L = 6,5 \text{ m} \leq 10 \text{ m}$

$$\delta \leq 28 \text{ mm}$$

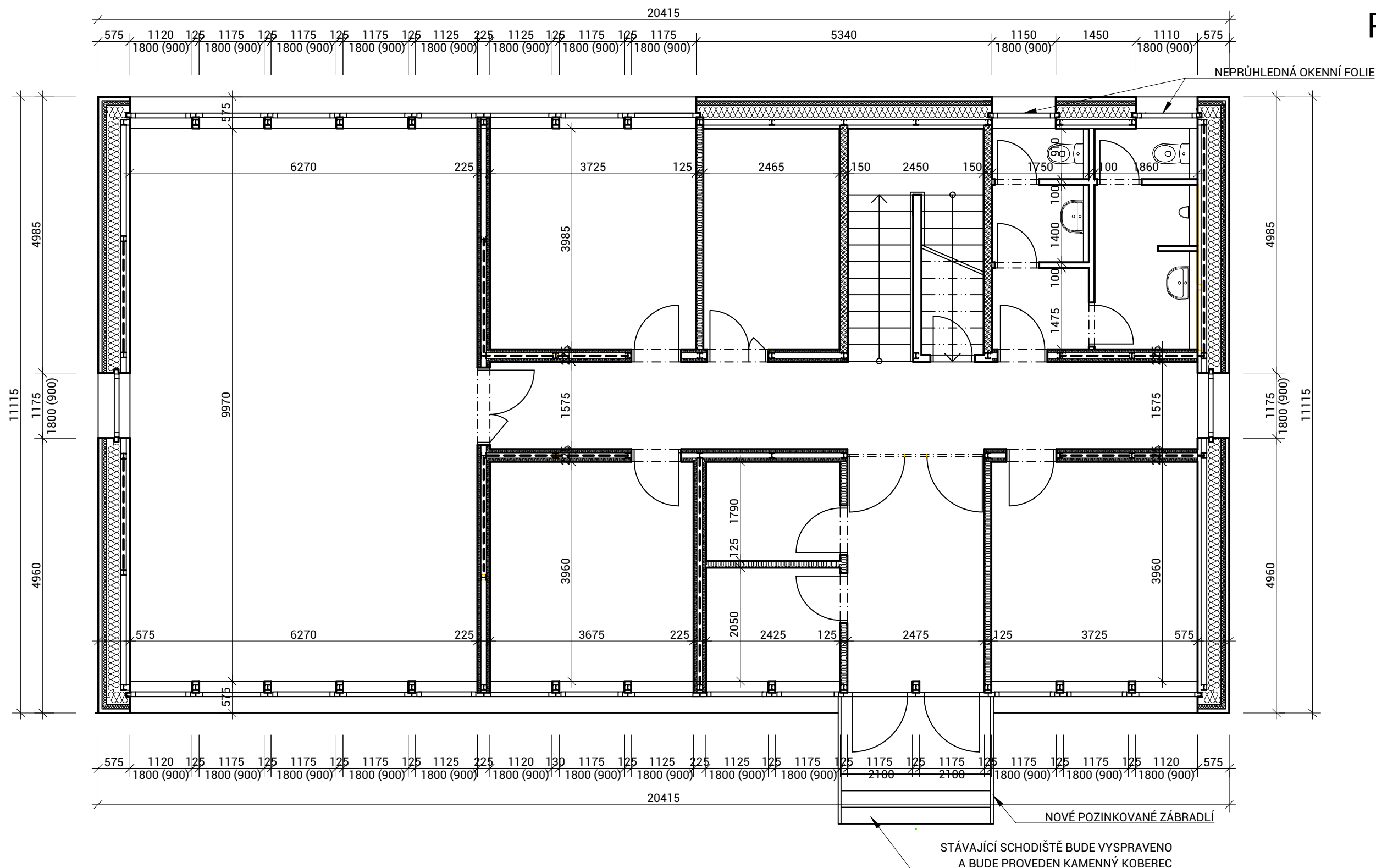
$$\delta = 20,8 \text{ mm} < \delta_{lim} = 28 \text{ mm}$$

$$\frac{\delta}{\delta_{lim}} = \frac{22,7}{28} = 0,74 < 1,0 \quad \dots \quad \mathbf{VYHOVUJE}$$




Navržené profily 2x UPE 180 na MSP VYHOVUJÍ.


Z hlediska průhybu a kmitání nelze navrhnout menší průřezy, protože by byl překročen limitní průhyb. Z tohoto důvodu vychází menší využití průřezů na ohyb a na smyk. Rozhodující kritérium pro návrh je tedy průhyb – MSP.

PŮDORYS 1. NP

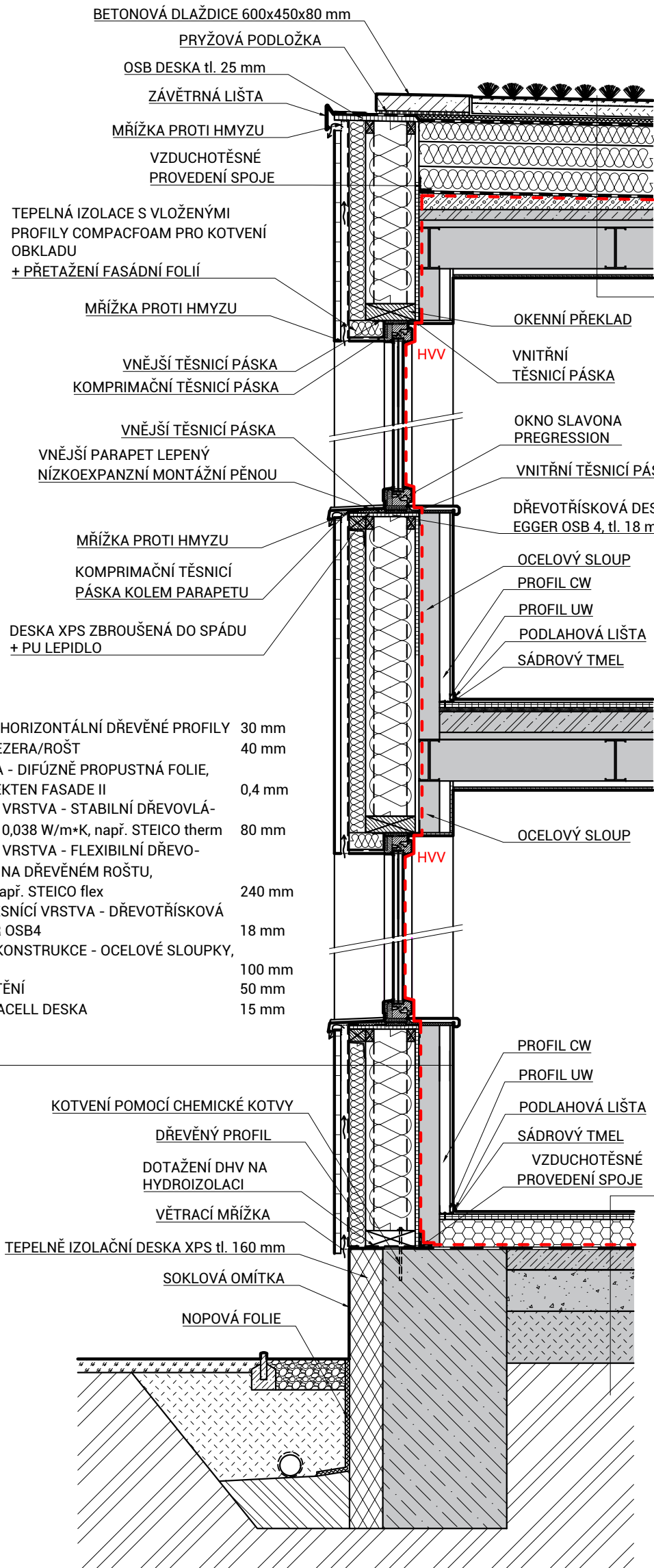


LEGENDA MATERIÁLŮ

-  TEPELNÁ IZOLACE - DŘEVOVLÁKNITÁ IZOLACE
-  VNITŘNÍ SÁDROKARTONOVÁ PŘÍČKA NA KOVOVÉ PODKOSTRUKCI tl. 125 mm, JEDNODUCHÝ RASTR, JEDNOVRSTVÉ OPLÁŠTĚNÍ
-  VNITŘNÍ SÁDROKARTONOVÁ PŘÍČKA NA KOVOVÉ PODKOSTRUKCI tl. 175 mm, 225 mm, DVOJITÝ RASTR, JEDNOVRSTVÉ OPLÁŠTĚNÍ

DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE		FAKULTA STAVEBNÍ ČVUT V PRAZE
VYPRACOVAL:	Bc. Vít Kekula		
VEDOUČÍ:	Ing. Kateřina Mertenová, Ph.D.		
KATEDRA:	K124 - KATEDRA KONSTRUKCÍ POZEMNÍCH STAVEB		
ŠKOLNÍ ROK:	2022/2023		
NÁZEV:	ENERGETICKY EFEKTIVNÍ PŘESTAVBA ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY		
OBSAH:	PŮDORYS 1. NP	FORMÁT:	2x A4
		DATUM:	01/2023
		MĚŘÍTKO:	Č. VÝKRESU: 1:75
			1


KOMPLEXNÍ ŘEZ FASÁDOU



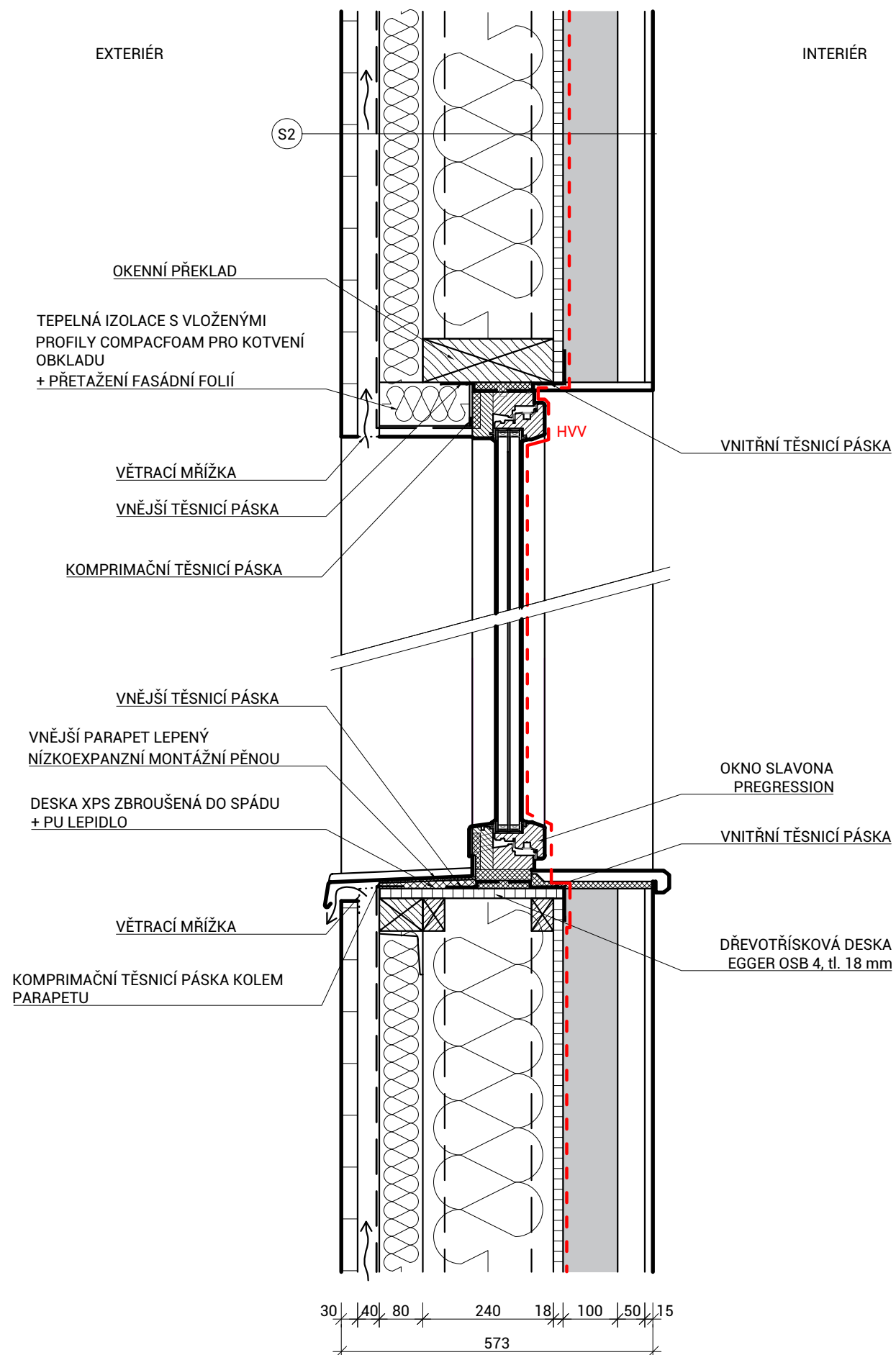
FASÁDNÍ OBKLAD - HORIZONTÁLNÍ DŘEVĚNÉ PROFILY	30 mm
PROVĚTRÁVANÁ MEZERA/ROŠT	40 mm
OCHRANNÁ VRSTVA - DIFÚZNĚ PROPUSTNÁ FOLIE, $s_d = 0,15$ m, např. DEKTEN FASADE II	0,4 mm
TEPELNĚ-IZOLAČNÍ VRSTVA - STABILNÍ DŘEVOVLÁKNITÁ ZOLACE, $\lambda_0 = 0,038$ W/m*K, např. STEICO therm	80 mm
TEPELNĚ-IZOLAČNÍ VRSTVA - FLEXIBILNÍ DŘEVOVLÁKNITÁ IZOLACE NA DŘEVĚNÉM ROŠTU, $\lambda_0 = 0,036$ W/m*K, např. STEICO flex	240 mm
KČNÍ A VZDUCHOTĚSNICÍ VRSTVA - DŘEVOTŘÍSKOVÁ DESKA, např. EGGER OSB4	18 mm
STÁVAJÍCÍ NOSNÁ KONSTRUKCE - OCELOVÉ SLOUPKY, DVA "C" PROFILY	100 mm
RASTR PRO OPLÁŠTĚNÍ	50 mm
OPLÁŠTĚNÍ - FERMACELL DESKA	15 mm

VEGETAČNÍ VRSTVA - VEGETAČNÍ ROHOŽ SE SMĚSÍ EXTENZIVNÍCH ROSTLIN	30 mm
VEGETAČNÍ, STABILIZAČNÍ VRSTVA - SUBSTRÁT PRO EXTENZIVNÍ ZELEŇ, např. GREENDEK	50 mm
FILTRAČNÍ VRSTVA - NETKANÁ TEXTILIE, např. FILTEK 200	2 mm
DRENÁŽNÍ VRSTVA - HDPE PROFILOVANÁ PERFOROVANÁ FOLIE, např. DEKDREN T20 GARDEN	20 mm
OCHRANNÁ VRSTVA - NETKANÁ TEXTILIE, např. FILTEK 300	2,9 mm
HYDROIZOLAČNÍ VRSTVA - FOLIE Z PVC-P ODOLNÁ PROTI PRORŮSTÁNÍ KOŘÍNŮ, URČENÁ POD ZATĚŽOVACÍ VRSTVY, MECH. KOTVENÁ, např. DEKPLAN 77	1,8 mm
SEPARAČNÍ VRSTVA - NETKANÁ TEXTILIE, např. FILTEK 300	2,9 mm
TEPELNĚ-IZOLAČNÍ VRSTVA - DŘEVOVLÁKNITÉ DESKY PRO PLOCHÉ STŘECHY, např. STEICOroof dry	340 mm
PAROTĚSNICÍ VRSTVA - NATAVITELNÝ ASFALTOVÝ PÁS, $\mu = 370000$, např. GLASTEK AL 40 MINERAL	4 mm
SPÁDOVÁ VRSTVA - CEMENTOVÁ LITÁ PĚNA, $\rho = 700$ kg/m ³ , např. PORIMENT WS	20-80mm
BETONOVÁ VRSTVA B250 S OCELOVOU VÝZTUŽÍ	50 mm
OHÝBANÝ PROFILOVANÝ OCELOVÝ PLECH VSŽ tl. 0,6 mm	
OCELOVÁ KONSTRUKCE STROPNÍCH NOSNÍKŮ	200 mm
ZAVĚŠENÝ PODHLED - SÁDROVLÁKNITÉ DESKY	


NÁŠLAPNÁ VRSTVA	10 mm
AKUSTICKÁ VRSTVA - PĚNOVÁ PODLOŽKA, např. SILENTSTEP 3 mm	
ROZNÁŠECÍ VRSTVA - PODLAHOVÁ SÁDROVLÁKNITÁ DESKA, např. FERMACELL 2E22 + spárovací tmel, lepidlo, šrouby	25 mm
SEPARAČNÍ VRSTVA - FOLIE LEHKÉHO TYPU, např. DEKSEPAR 0,2 mm	
TEPELNĚIZOLAČNÍ VRSTVA - PODLAHOVÉ DESKY Z FENOLICKÉ PĚNY, $\lambda_0 = 0,021$ W/m*K, např. KOOLTHERM K3	140 mm
HYDROIZOLAČNÍ VRSTVA - NATAVITELNÝ PÁS Z SBS MODIFIKOVANÉHO ASFALTU, VLOŽKA ZE SKLENĚNÉ TKANINY, $\mu = 29000$, např. GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	4 mm
PODKLADNÍ BETON B135	100 mm
ŠTĚRKOPÍSKOVÁ VRSTVA	200 mm
ZHUTNĚNÝ NÁSYP (2 kg/cm ²)	250 mm
ROSTLÝ TERÉN	

DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE		FAKULTA STAVEBNÍ ČVUT V PRAZE
VYPRACOVAL:	Bc. Vít Kekula		
VEDOUCÍ:	Ing. Kateřina Mertenová, Ph.D.		
KATEDRA:	K124 - KATEDRA KONSTRUKCÍ POZEMNÍCH STAVEB		
ŠKOLNÍ ROK:	2022/2023		
NÁZEV:	ENERGETICKY EFEKTIVNÍ PŘESTAVBA ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY	FORMÁT:	2x A4
OBSAH:	KOMPLEXNÍ ŘEZ FASÁDOU	DATUM:	01/2023
		MĚŘÍTKO:	Č. VÝKRESU: 2
		1:25	

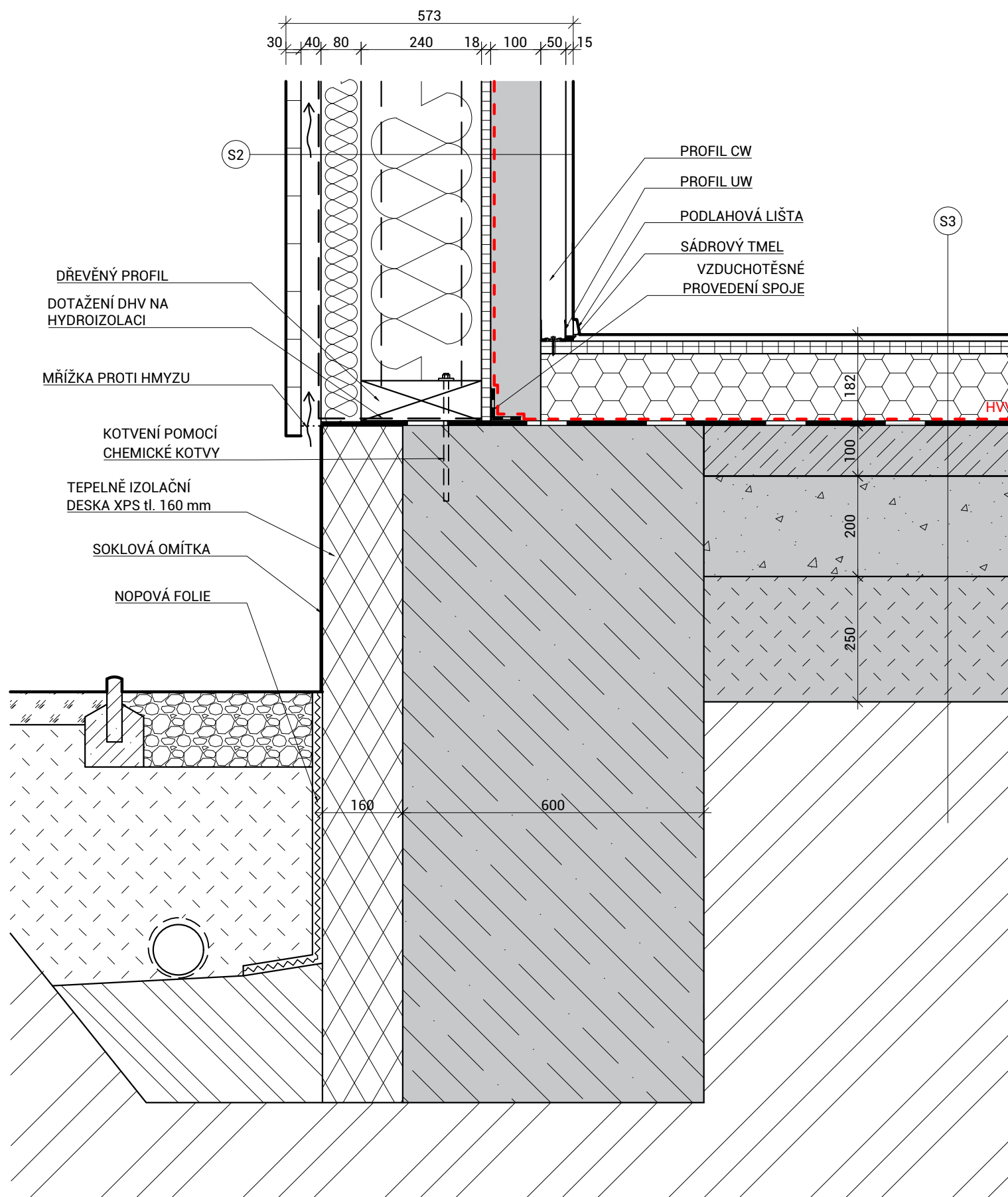
DETAIL NADPRAŽÍ A PARAPETU OKNA



S2	
FASÁDNÍ OBKLAD / FOTOVOLTAICKÉ PANELY	
PROVĚTRÁVANÁ MEZERA/ROŠT	40 mm
OCHRANNÁ VRSTVA - DIFÚZNĚ PROPUSTNÁ FOLIE, $s_d = 0,15$ m, např. DEKTEN FASADE II	0,4 mm
TEPELNĚ-IZOLAČNÍ VRSTVA - STABILNÍ DŘEVOVLÁKNITÁ ZOLACE, $\lambda_D = 0,038$ W/m*K, např. STEICO therm	80 mm
TEPELNĚ-IZOLAČNÍ VRSTVA - FLEXIBILNÍ DŘEVOVLÁKNITÁ IZOLACE NA DŘEVĚNÉM ROŠTU, $\lambda_D = 0,036$ W/m*K, např. STEICO flex	240 mm
KČNÍ A VZDUCHOTĚSNICÍ VRSTVA - DŘEVOTŘÍSKOVÁ DESKA, např. EGGER OSB4	18 mm
NOSNÁ KONSTRUKCE - OCELOVÉ SLOUPKY	100 mm
RASTR PRO OPLÁŠTĚNÍ	50 mm
OPLÁŠTĚNÍ - FERMACELL DESKA	15 mm

DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE	 FAKULTA STAVEBNÍ ČVUT V PRAZE
VYPRACOVAL:	Bc. Vít Kekula	
VEDOUČÍ:	Ing. Kateřina Mertenová, Ph.D.	
KATEDRA:	K124 - KATEDRA KONSTRUKCÍ POZEMNÍCH STAVEB	
ŠKOLNÍ ROK:	2022/2023	
NÁZEV:	ENERGETICKY EFEKTIVNÍ PŘESTAVBA ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY	
OBSAH:	DETAIL NADPRAŽÍ A PARAPETU OKNA	
	FORMÁT:	2x A4
	DATUM:	01/2023
	MĚŘÍTKO:	1:10
	Č. VÝKRESU:	3

DETAIL SOKLU




S3

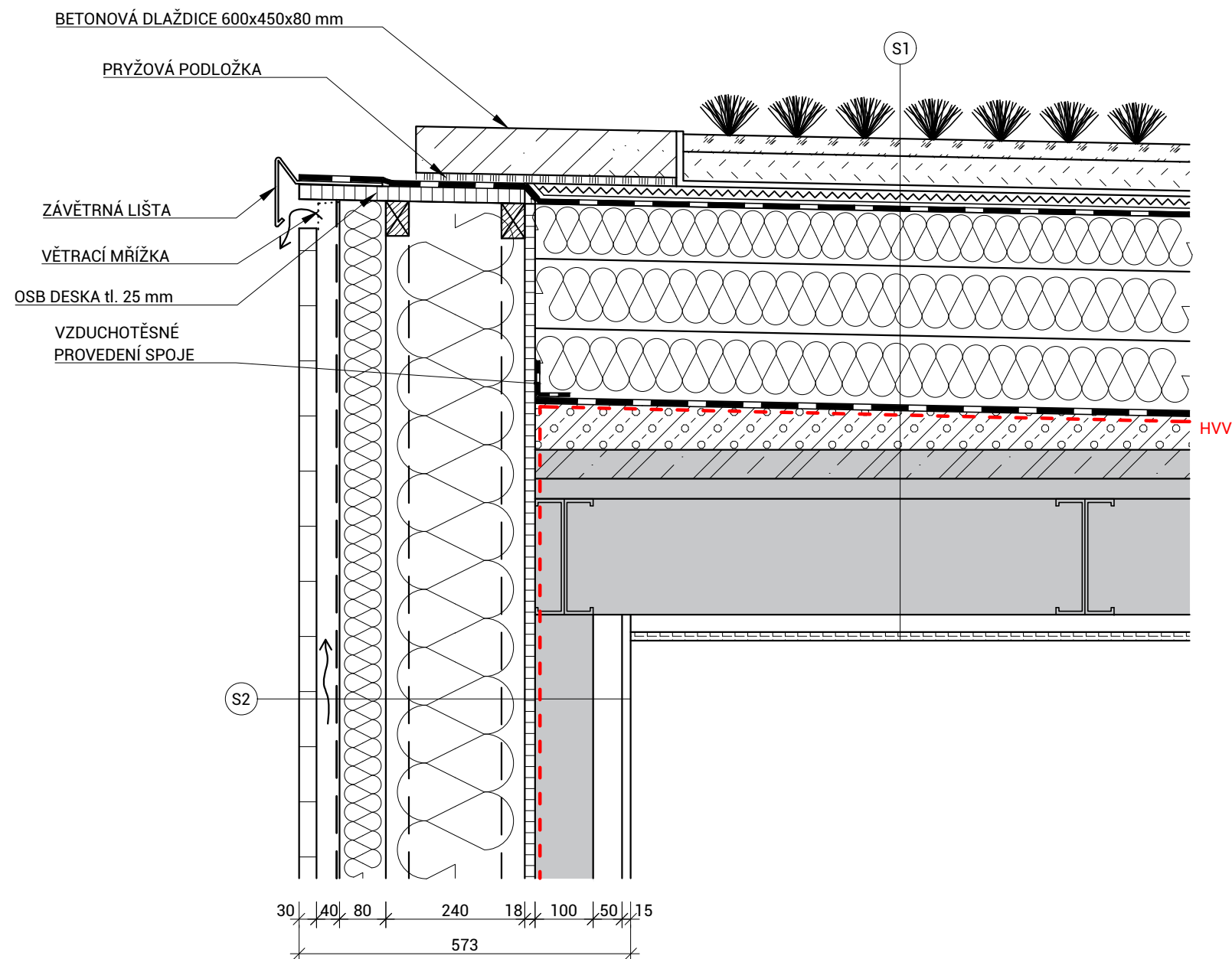
NÁŠLAPNÁ VRSTVA	10 mm
AKUSTICKÁ VRSTVA - PĚNOVÁ PODLOŽKA, např. SILENTSTEP	3 mm
ROZNÁŠECÍ VRSTVA - PODLAHOVÁ SÁDROVLÁKNITÁ DESKA, např. FERMACELL 2E22	25 mm
+ spárovací tmel, lepidlo, šrouby	
SEPARAČNÍ VRSTVA - FOLIE LEHKÉHO TYPU, např. DEKSEPAR	0,2 mm
TEPELNĚIZOLAČNÍ VRSTVA - PODLAHOVÉ DESKY Z FENO-LICKÉ PĚNY, $\lambda_D = 0,021 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, např. KOOLTHERM K3	140 mm
HYDROIZOLAČNÍ VRSTVA - NATAVITELNÝ PÁS Z SBS MODIFIKOVANÉHO ASFALTU, VLOŽKA ZE SKLENĚNÉ TKANINY, $\mu = 29000$, např. GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	4 mm
PODKLADNÍ BETON B135	100 mm
ŠTĚRKOPÍSKOVÁ VRSTVA	200 mm
ZHUTNĚNÝ NÁSYP (2 kg/cm^2)	250 mm
ROSTLÝ TERÉN	

S2

FASÁDNÍ OBKLAD / FOTOVOLTAICKÉ PANELY	
PROVĚTRÁVANÁ MEZERA/ROŠT	40 mm
OCHRANNÁ VRSTVA - DIFÚZNĚ PROPUSTNÁ FOLIE, $s_d = 0,15 \text{ m}$, např. DEKTEN FASADE II	0,4 mm
TEPELNĚ-IZOLAČNÍ VRSTVA - STABILNÍ DŘEVOVLÁKNITÁ ZOLACE, $\lambda_D = 0,038 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, např. STEICO therm	80 mm
TEPELNĚ-IZOLAČNÍ VRSTVA - FLEXIBILNÍ DŘEVOVLÁKNITÁ IZOLACE NA DŘEVĚNÉM ROŠTU, $\lambda_D = 0,036 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, např. STEICO flex	240 mm
KČNÍ A VZDUCHOTĚSNÍČÍ VRSTVA - DŘEVOTŘÍSKOVÁ DESKA, např. EGGER OSB4	18 mm
NOSNÁ KONSTRUKCE - OCELOVÉ SLOUPKY	100 mm
RASTR PRO OPLÁŠTĚNÍ	50 mm
OPLÁŠTĚNÍ - FERMACELL DESKA	15 mm


DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE	 FAKULTA STAVEBNÍ ČVUT V PRAZE
VYPRACOVAL:	Bc. Vít Kekula	
VEDOUCÍ:	Ing. Kateřina Mertenová, Ph.D.	
KATEDRA:	K124 - KATEDRA KONSTRUKCÍ POZEMNÍCH STAVEB	
ŠKOLNÍ ROK:	2022/2023	
NÁZEV:	ENERGETICKY EFEKTIVNÍ PŘESTAVBA ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY	FORMÁT: 2x A4
		DATUM: 01/2023
OBSAH:	DETAIL SOKLU	MĚŘÍTKO: 1:10
		Č. VÝKRESU: 4

DETAIL ATIKY

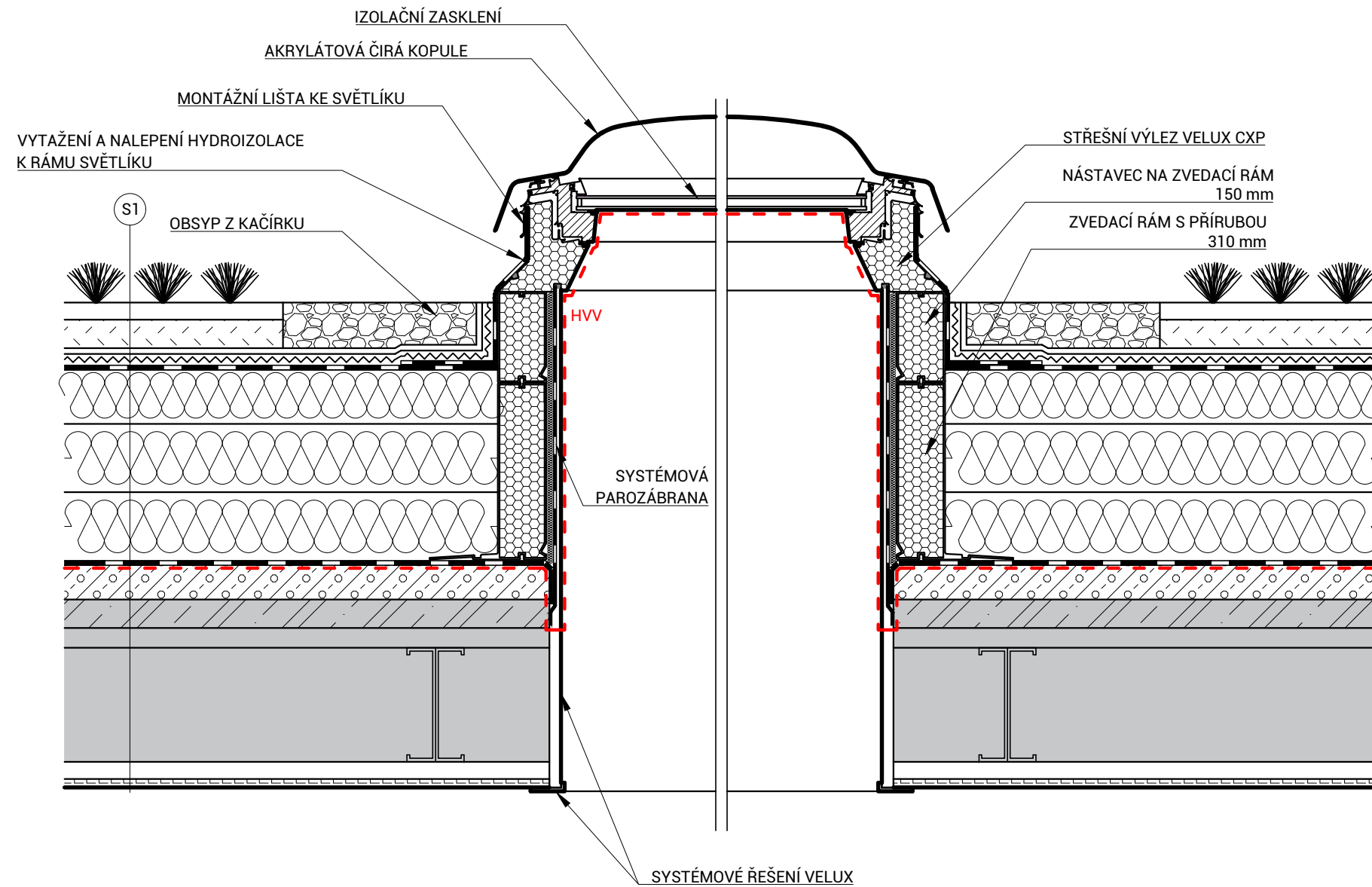


S1	VEGETAČNÍ VRSTVA - VEGETAČNÍ ROHOŽ SE SMĚSÍ EXTENZIVNÍCH ROSTLIN	30 mm
	VEGETAČNÍ, STABILIZAČNÍ VRSTVA - SUBSTRÁT PRO EXTENZIVNÍ ZELEŇ, např. GREENDEK	50 mm
	FILTRAČNÍ VRSTVA - NETKANÁ TEXTILIE, např. FILTEK 200	2 mm
	DRENÁŽNÍ VRSTVA - HDPE PROFILOVANÁ PERFOROVANÁ FOLIE, např. DEKDREN T20 GARDEN	20 mm
	OCHRANNÁ VRSTVA - NETKANÁ TEXTILIE, např. FILTEK 300	2,9 mm
	HYDROIZOLAČNÍ VRSTVA - FOLIE Z PVC-P, URČENÁ POD ZATĚŽOVACÍ VRSTVY, MECH. KOTVENÁ, např. DEKPLAN 77	1,8 mm
	SEPARAČNÍ VRSTVA - NETKANÁ TEXTILIE, např. FILTEK 300	2,9 mm
	TEPELNĚ-IZOLAČNÍ VRSTVA - DŘEVOVLÁKNITÉ DESKY PRO PLOCHÉ STŘECHY, např. STEICOroof dry	340 mm
	PAROTĚSNICÍ VRSTVA - NATAVITELNÝ ASFALTOVÝ PÁS, $\mu = 370000$, např. GLASTEK AL 40 MINERAL	4 mm
	SPÁDOVÁ VRSTVA - CEMENTOVÁ LITÁ PĚNA, $\rho = 700 \text{ kg/m}^3$, např. PORIMENT WS	20-80mm
	BETONOVÁ VRSTVA B250 S OCELOVOU VÝZTUŽÍ	50 mm
	OHÝBANÝ PROFILOVANÝ OCELOVÝ PLECH VSŽ tl. 0,6 mm	
	OCELOVÁ KONSTRUKCE STROPNÍCH NOSNÍKŮ	200 mm
	ZAVĚŠENÝ PODHLED - SÁDROVLÁKNITÉ DESKY	

S2	FASÁDNÍ OBKLAD / FOTOVOLTAICKÉ PANELY	
	PROVĚTRÁVANÁ MEZERA/ROŠT	40 mm
	OCHRANNÁ VRSTVA - DIFÚZNĚ PROPUSTNÁ FOLIE, $s_d = 0,15 \text{ m}$, např. DEKTEN FASADE II	0,4 mm
	TEPELNĚ-IZOLAČNÍ VRSTVA - STABILNÍ DŘEVOVLÁKNITÁ ZOLACE, $\lambda_D = 0,038 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, např. STEICO therm	80 mm
	TEPELNĚ-IZOLAČNÍ VRSTVA - FLEXIBILNÍ DŘEVOVLÁKNITÁ IZOLACE NA DŘEVĚNÉM ROŠTU, $\lambda_D = 0,036 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, např. STEICO flex	240 mm
	KČNÍ A VZDUCHOTĚSNICÍ VRSTVA - DŘEVOTŘÍSKOVÁ DESKA, např. EGGER OSB4	18 mm
	NOSNÁ KONSTRUKCE - OCELOVÉ SLOUPKY	100 mm
	RASTR PRO OPLÁŠTĚNÍ	50 mm
	OPLÁŠTĚNÍ - FERMACELL DESKA	15 mm

DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE	 FAKULTA STAVEBNÍ ČVUT V PRAZE	
VYPRACOVAL:	Bc. Vít Kekula		
VEDOUCÍ:	Ing. Kateřina Mertenová, Ph.D.		
KATEDRA:	K124 - KATEDRA KONSTRUKCÍ POZEMNÍCH STAVEB		
ŠKOLNÍ ROK:	2022/2023		
NÁZEV:	ENERGETICKY EFEKTIVNÍ PŘESTAVBA ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY		
OBSAH:	DETAIL ATIKY	FORMÁT:	2x A4
		DATUM:	01/2023
		MĚŘÍTKO:	Č. VÝKRESU:
		1:10	5


DETAIL STŘEŠNÍHO VÝLEZU

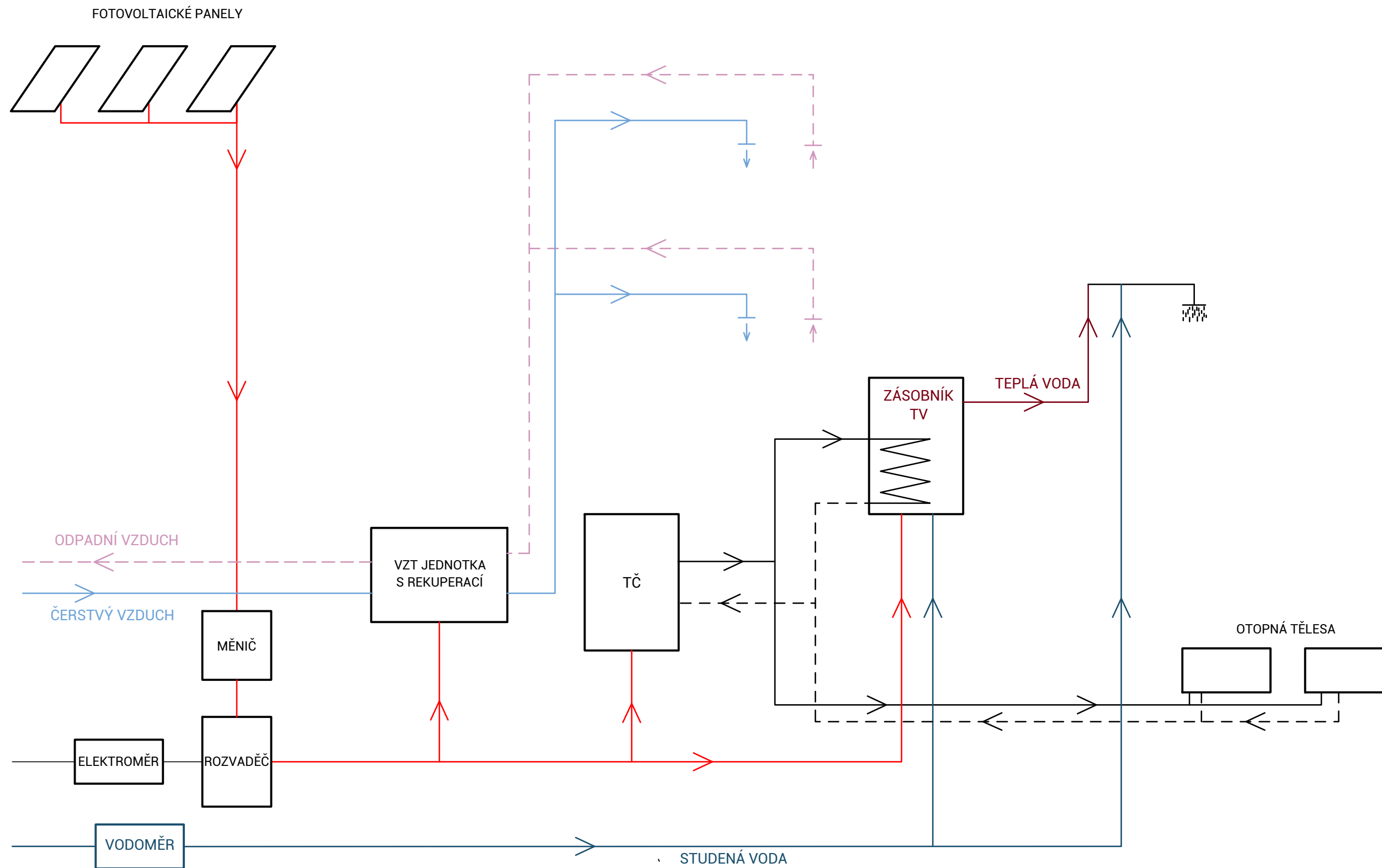


S1		
—	VEGETAČNÍ VRSTVA - VEGETAČNÍ ROHOŽ SE SMĚSÍ EXTENZIVNÍCH ROSTLIN	30 mm
—	VEGETAČNÍ, STABILIZAČNÍ VRSTVA - SUBSTRÁT PRO EXTENZIVNÍ ZELEŇ, např. GREENDEK	50 mm
—	FILTRAČNÍ VRSTVA - NETKANÁ TEXTILIE, např. FILTEK 200	2 mm
—	DRENÁŽNÍ VRSTVA - HDPE PROFILOVANÁ PERFOROVANÁ FOLIE, např. DEKDREN T20 GARDEN	20 mm
—	OCHRANNÁ VRSTVA - NETKANÁ TEXTILIE, např. FILTEK 300	2,9 mm
—	HYDROIZOLAČNÍ VRSTVA - FOLIE Z PVC-P, URČENÁ POD ZATĚŽOVACÍ VRSTVY, MECH. KOTVENÁ, např. DEKPLAN 77	1,8 mm
—	SEPARAČNÍ VRSTVA - NETKANÁ TEXTILIE, např. FILTEK 300	2,9 mm
—	TEPELNĚ-IZOLAČNÍ VRSTVA - DŘEVOVLÁKNITÉ DESKY PRO PLOCHÉ STŘECHY, např. STEICORoof dry	340 mm
—	PAROTĚSNICÍ VRSTVA - NATAVITELNÝ ASFALTOVÝ PÁS, $\mu = 370000$, např. GLASTEK AL 40 MINERAL	4 mm
—	SPÁDOVÁ VRSTVA - CEMENTOVÁ LITÁ PĚNA, $\rho = 700 \text{ kg/m}^3$, např. PORIMENT WS	20-80mm
—	BETONOVÁ VRSTVA B250 S OCELOVOU VÝZTUŽÍ	50 mm
—	OHÝBANÝ PROFILOVANÝ OCELOVÝ PLECH VSŽ tl. 0,6 mm	
—	OCELOVÁ KONSTRUKCE STROPNÍCH NOSNÍKŮ	200 mm
—	ZAVĚŠENÝ PODHLED - SÁDROVLÁKNITÉ DESKY	

POZNÁMKY:

- SYSTÉMOVÁ PAROZÁBRANA BUDE VYTAŽENA PO OBVODU ZVEDACÍHO RÁMU AŽ DO DRÁŽKY SVĚTLÍKU
- PODLE POKYŇŮ K INSTALACI BUDE PROVEDENO PAROTĚSNÉ NEPRODÝSNÉ NAPOJENÍ

DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE	 FAKULTA STAVEBNÍ ČVUT V PRAZE
VYPRACOVAL:	Bc. Vít Kekula	
VEDOUCÍ:	Ing. Kateřina Mertenová, Ph.D.	
KATEDRA:	K124 - KATEDRA KONSTRUKCÍ POZEMNÍCH STAVEB	
ŠKOLNÍ ROK:	2022/2023	
NÁZEV:	ENERGETICKY EFEKTIVNÍ PŘESTAVBA ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY	FORMÁT: 2x A4
		DATUM: 01/2023
OBSAH:	DETAIL DETAIL STŘEŠNÍHO VÝLEZU	MĚŘÍTKO: 1:10
		Č. VÝKRESU: 6




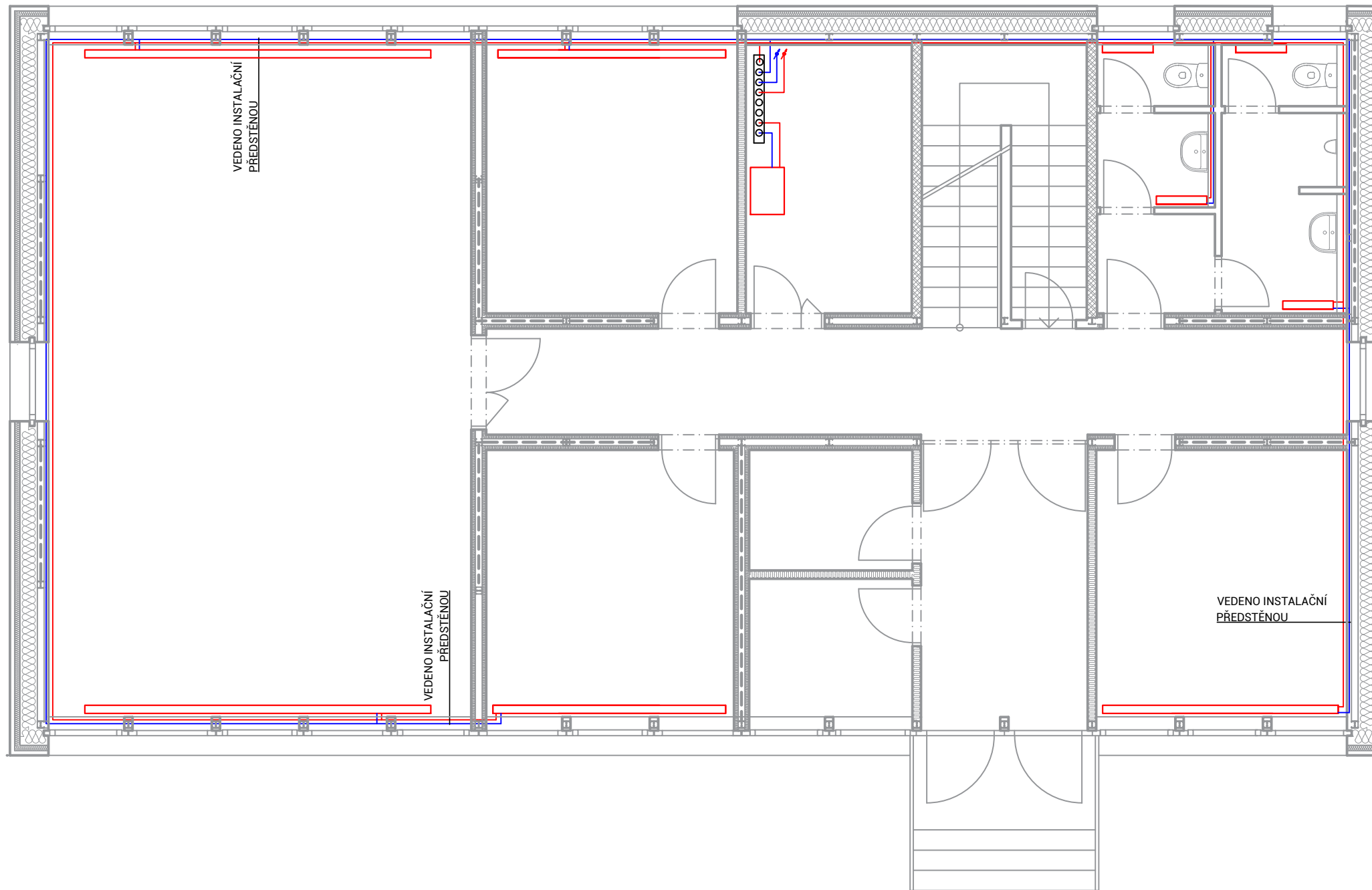
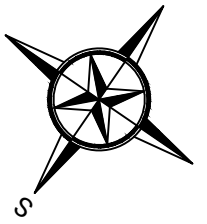
DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE	 FAKULTA STAVEBNÍ ČVUT V PRAZE
VYPRACOVAL:	Bc. Vít Kekula	
VEDOUCÍ:	Ing. Kateřina Mertenová, Ph.D.	
KATEDRA:	K124 - KATEDRA KONSTRUKCÍ POZEMNÍCH STAVEB	
ŠKOLNÍ ROK:	2022/2023	
NÁZEV:	ENERGETICKY EFEKTIVNÍ PŘESTAVBA ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY	FORMÁT: 2x A4
OBSAH:	SCHÉMA ENERGETICKÉHO KONCEPTU	DATUM: 01/2023
		MĚŘÍTKO: Č. VÝKRESU: 7

SCHÉMA ROZVODU OTOPNÉ VODY 1.NP



LEGENDA

- ROZVODY TEPLÉ OTOPNÉ VODY
- ROZVODY STUDENÉ OTOPNÉ VODY
- LAVICOVÝ KONVEKTOR


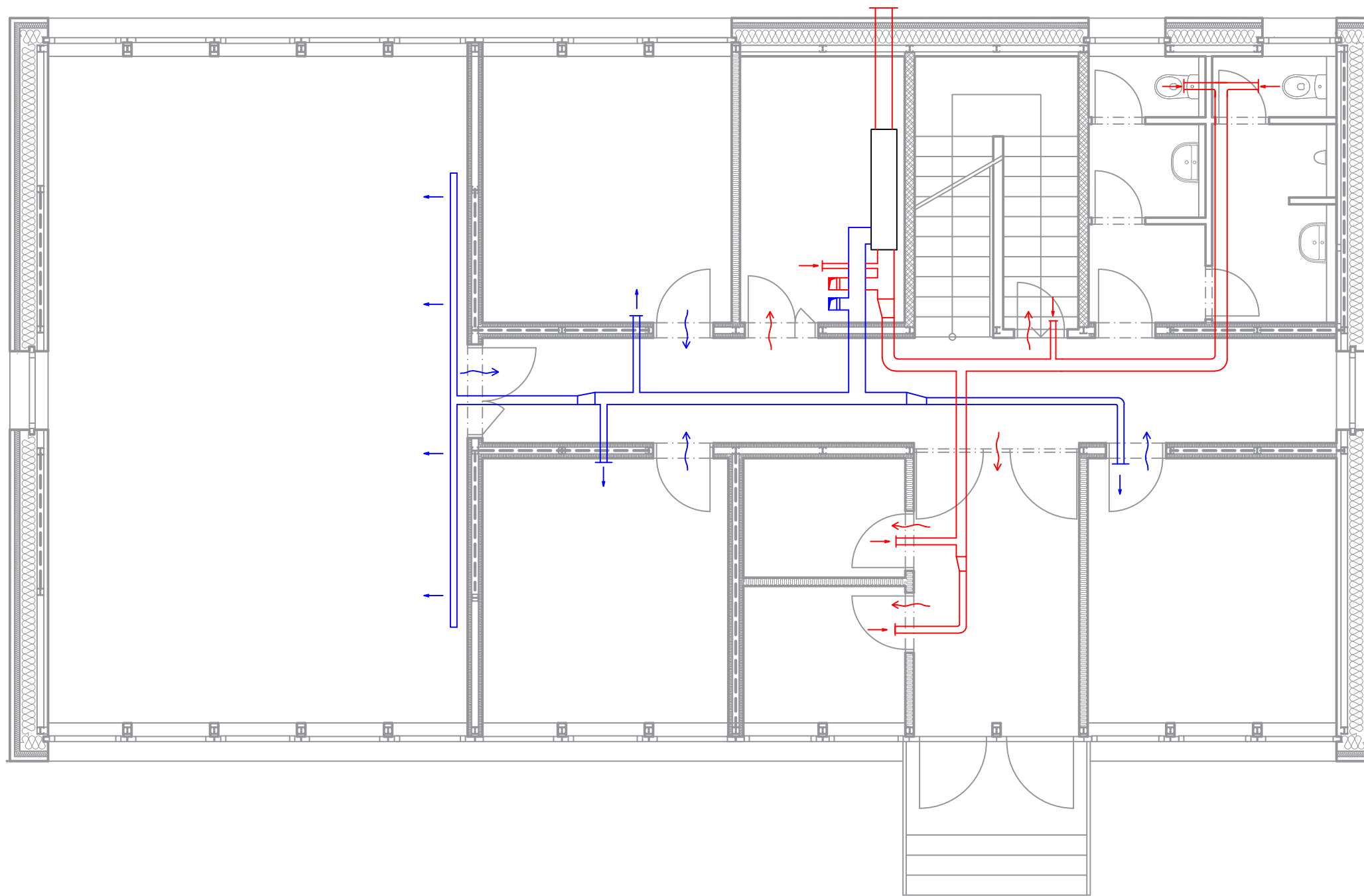
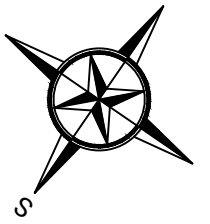

DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE		FAKULTA STAVEBNÍ ČVUT V PRAZE
VYPRACOVAL:	Bc. Vít Kekula		
VEDOUCÍ:	Ing. Kateřina Mertenová, Ph.D.		
KATEDRA:	K124 - KATEDRA KONSTRUKCÍ POZEMNÍCH STAVEB		
ŠKOLNÍ ROK:	2022/2023		
NÁZEV:	ENERGETICKY EFEKTIVNÍ PŘESTAVBA ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY		
OBSAH:	SCHÉMA ROZVODU OTOPNÉ VODY 1.NP	FORMÁT: 2x A4	
		DATUM: 01/2023	
		MĚŘÍTKO: 1:75	Č. VÝKRESU: 8

SCHÉMA ROZVODU VZT 1.NP



LEGENDA

- — — POTRUBÍ ODPADNÍHO VZDUCHU
- — — POTRUBÍ PŘÍVODNÍHO VZDUCHU

DRUH PRÁCE:	DIPLOMOVÁ PRÁCE	 FAKULTA STAVEBNÍ ČVUT V PRAZE
VYPRACOVAL:	Bc. Vít Kekula	
VEDOUCÍ:	Ing. Kateřina Mertenová, Ph.D.	
KATEDRA:	K124 - KATEDRA KONSTRUKCÍ POZEMNÍCH STAVEB	
ŠKOLNÍ ROK:	2022/2023	
NÁZEV:	ENERGETICKY EFEKTIVNÍ PŘESTAVBA ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY	FORMÁT: 2x A4 DATUM: 01/2023
OBSAH:	SCHÉMA ROZVODU VZT 1.NP	MĚŘÍTKO: 1:75 Č. VÝKRESU: 9