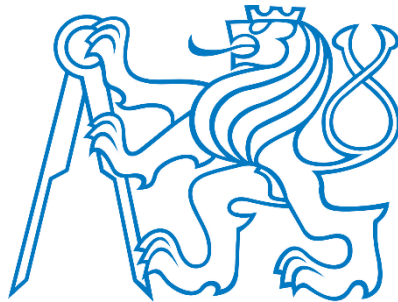


**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ**

KATEDRA POZEMNÍCH STAVEB



NÍZKOPODLAŽNÍ BYTOVÝ DŮM KOJETICE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. FILIP KROPÁČEK

Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.

2018/2019



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Kropáček Jméno: Filip Osobní číslo: 423039
Zadávající katedra: Katedra konstrukcí pozemních staveb
Studijní program: Budovy a prostředí
Studijní obor: Budovy a prostředí

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Nízkopodlažní bytový dům Kojetice
Název diplomové práce anglicky: Low-rise apartment building Kojetice

Pokyny pro vypracování:

- Rešerše na téma nízkopodlažní bytové domy v ČR a v Evropě.
- Konstrukční, materiálové a technologické řešení stavby
- Předběžný statický výpočet
- Stavebně energetická optimalizace budovy pro letní a zimní stav
- Řešení vybraných stavebních detailů, skladeb konstrukcí a jejich tepelně-vlhkostní posouzení
- Koncept řešení TZB s využitím obnovitelných zdrojů
- Environmentální hodnocení variant řešení

Seznam doporučené literatury:

Jméno vedoucího diplomové práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.

Datum zadání diplomové práce: 12.10.2018 Termín odevzdání diplomové práce: 6.1.2019
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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“.

12.10.2018
Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)


SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: Filip Kropáček

Název diplomové práce: Nízkopodlažní BD Kojetice

Základní část: K124 podíl: 80 %

Formulace úkolů: konstrukční, materiálové a technologické řešení, předběžný statický výpočet, stavebně-energetická koncepce, výběr detailů obvodových konstrukcí

Podpis vedoucího DP: 


Datum: 12/10/2018

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

2. Část: TZB podíl: 20 %

Konzultant (jméno, katedra): _____

Formulace úkolů: Zpracujte energetickou koncepci, vyberte zjednodušené vyjádření pro systémový vytápění, větrání, zahrňte smysluplně OZE, posuďte v celkové energetické bilanci.

Podpis konzultanta: 

Datum: 30.10.2018

3. Část: _____ podíl: _____ %

Konzultant (jméno, katedra): _____

Formulace úkolů: _____

Podpis konzultanta:

Datum:

4. Část: _____ podíl: _____ %

Konzultant (jméno, katedra): _____

Formulace úkolů: _____

Podpis konzultanta:

Datum:

Poznámka:

Zadání včetně vyplněných specifikací je nedílnou součástí diplomové práce a musí být přiloženo k odevzdané práci. (Vyplněné specifikace není nutné odevzdat na studijní oddělení spolu s 1.stranou zadání již ve 2.týdnu semestru)

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

Praha, 6. 1. 2019

.....

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval svému vedoucímu diplomové práce prof. Ing. Janu Tywoniakovi, CSc. za odborné vedení a panu Ing. Daniel Adamovskému, Ph.D. za podnětné rady v oblasti technického zařízení budov.

Děkuji také rodině a přátelům za podporu při studiu a psaní této práce.

A v neposlední řadě všem, kteří mě dovedli svými vědomostmi a poznatky do tohoto bodu.

Anotace:

Diplomová práce je zaměřena na návrh konstrukčního, materiálového a technologického řešení nízkopodlažního bytového domu, aby vyhověl současným požadovaným standardům.

Obsahuje textovou část ukazující možná řešení nízkopodlažních bytových domů v ČR a okolních státech.

Dále je v ní návrh obsahující varianty řešení, jejich hodnocení a porovnání.

Výstupem této práce je volba vhodného řešení na základě jednotlivých hodnocení.

Klíčová slova: *bytový dům, nízkopodlažní, tepelně energetická optimalizace, obnovitelné zdroje, environmentální hodnocení budovy*

Abstract:

The diploma thesis focuses on low-rise apartment building design, concentrate on constructional, material and technological solution that is on compliance with present requirements.

It contains text part that shows possible solution of low-rise apartment building in Czech Republic and surrounding states.

In next part is design that containing many variants, their evaluation and comparison.

The result of this diploma thesis is selection of suitable solution in connection to evaluation.

Keywords: *Apartment building, low-floor, thermally-energetic optimization, renewable sources, environmental assessment of building*

Obsah

1	Úvod.....	3
2	Teoretická část	4
2.1	Současné legislativní požadavky z hlediska energetické náročnosti v ČR	4
2.2	Nízkopodlažní bytové domy v České republice	5
2.3	Nízkopodlažní bytové domy v sousedních zemích EU - ukázky	7
2.4	Větrání bytových domů	9
2.4.1	Přírozené větrání.....	9
2.4.2	Nucené větrání.....	9
2.4.2.1	Podtlakové větrání	10
2.4.2.2	Přetlakové větrání	10
2.4.2.3	Rovnotlaké větrání.....	10
2.4.3	Hybridní větrání	12
2.5	Vytápění a ohřev TV nízkoenergetických bytových domů	13
3	Návrhová část.....	16
3.1	Úvod	16
3.2	Tvorba a optimalizace studie	17
3.2.1	Vstupní parametry – okrajové podmínky posouzení.....	20
3.2.2	Postup výpočtu potřeby tepla na vytápění	21
3.2.3	Shrnutí výpočtů	21
3.2.4	Vyhodnocení stavebně energetické optimalizace.....	24
3.2.5	Zatřídění obálky budovy	24
3.3	Materiálové a konstrukční řešení	26
3.3.1	Konstrukce základů	26
3.3.2	Konstrukce svislé nosné a obvodové.....	26
3.3.2.1	Konstrukce jádra.....	27
3.3.2.2	Obvodové stěny	27
3.3.2.3	Vnitřní nosné stěny.....	31
3.3.3	Vodorovné nosné konstrukce	31
3.3.3.1	Střešní konstrukce.....	31
3.3.3.2	Stropní konstrukce	32
3.3.3.3	Podlaha na terénu.....	32
3.3.4	Příčky a nenosné stěny.....	32
3.4	Letní tepelná stabilita	33
3.4.1	Posouzení letní tepelné stability	34
3.4.2	Vyhodnocení letní tepelné stability	37
3.4.3	Dopad řešení na potřebu tepla na vytápění	38
3.5	Posouzení atypického detailu v programu AREA EDU 2017.....	38
3.5.1	Kontrola přírážky na tepelné vazby – přepočítání na základě katalogových hodnot a řešeného detailu v programu AREA.....	42
3.6	Systémy TZB	43

3.6.1	Větrání	44
3.6.2	Vytápění a ohřev TV	44
3.6.3	Předběžný návrh zdrojů tepla	45
3.6.4	Předběžná bilance neobnovitelných energií.....	49
4	Závěr	52
5	Seznam příloh	53
	Seznam obrázků	54
	Seznam tabulek	55
	Zdroje	56
	Přílohy	58

1 Úvod

V současné době zažívá stavebnictví velký rozvoj a to jak v oblasti materiálů, tak v oblasti technologií. Zároveň s ním se však zvyšují nároky a požadavky, které by měly jednotlivé budovy splňovat. To má dopad na celkový návrh objektu od jeho stavebně konstrukčního po jeho technologické řešení. Obnáší to zvyšování nároků na prostup tepla obálkou budovy, úspory energií, ekologickou šetrnost a udržitelnost. Celá tato problematika je ve většině případů podpořena i zpřísnující se legislativou nejen v ČR, ale i ostatních státech EU.

Je tedy nutné řešit obálku budovy, aby měla co nejnižší součinitel prostupu tepla. Velkou položku co se týká energie, tvoří větrání. Zde je nutné najít optimální řešení větrání pro daný objekt a zároveň s tím je třeba vyřešit systém vytápění, popřípadě i chlazení vhodné pro konkrétní typ budovy.

Tato diplomová práce zohledňuje problematiku novostaveb. Zabývá se návrhem s ohledem na energetické aspekty, požadavkem na rychlou výstavbu, dopadem na životní prostředí a letní tepelnou stabilitou. Návrh obnáší i vytváření dispozic a tvaru objektu.

Z energetických důvodů bude budova cílit do kategorie pasivních domů. Tedy domů se spotřebou tepla na vytápění do 15 kWh/m²a. Dále bude řešeno využití obnovitelných zdrojů, aby se objekt přiblížil legislativním požadavkům.

2 Teoretická část

2.1 Současné legislativní požadavky z hlediska energetické náročnosti v ČR

Členským státem Evropské Unie je ukládáno přijmout opatření pro snižování energetické náročnosti. Z evropského parlamentu vzešla směrnice EPBD II- energy performance of building directive. Je v ní uvedena základní myšlenka domu s téměř nulovou spotřebou energie. Není ale přesně stanoveno, co by takový dům měl splňovat. Opatření pro splnění této evropské směrnice si každá členská země definuje vlastní legislativou.

V České republice je toto opatření zaneseno do zákona 406/2000 Sb. O hospodaření s energií ve znění pozdějších předpisů. Důkazem této zpřísnující se legislativy je povinnost předkládat energetický průkaz pro žádost o stavební povolení, ale třeba i prodej nemovitosti. Dále je v legislativě zakotvený požadavek z hlediska energetické náročnosti budovy, aby budovy realizované od roku 2020 měly téměř nulovou spotřebu energie.

Poslední novela zákona o snižování energetické náročnosti budov ukládá toto: *„splnění požadavků na energetickou náročnost budovy s téměř nulovou spotřebou energie, a to v případě budovy s celkovou energeticky vztažnou plochou větší než 1 500 m² od 1. ledna 2018, v případě budovy s celkovou energeticky vztažnou plochou větší než 350 m² od 1. ledna 2019 a v případě budovy s celkovou energeticky vztažnou plochou menší než 350 m² od 1. ledna 2020.“* Je tedy přesně definovaný standard a datum, od kdy vstupuje v platnost. [1]

Technické parametry jsou dále specifikovány ve vyhlášce 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov, s úpravou 230/2015 Sb..

Definici téměř nulového domu je zde věnována jen malá část. V podstatě se jedná o to, aby objekt jako takový bylo možné označovat energetickými průkazy, jako tomu děláme v případě elektrických spotřebičů ve škále A-G.

Tyto energetické průkazy následně slouží jako podklad pro stavební povolení nebo prodej nemovitosti a v případě vyšších energetických standardů i jako podklad pro žádost o dotace.

V polovině roku 2018 vyšla další úprava směrnice - EPBD 3, v ní je zanesen i tzv. ukazatel inteligentních systémů budov [2]. Ten reaguje na inteligentní řízení budov, které se do objektů integruje čím dál častěji.

2.2 Nízkopodlažní bytové domy v České republice

V České republice vzniklo a ještě stále vzniká vlivem velké poptávky v posledních letech mnoho zajímavých projektů vícepodlažních i nízkopodlažních bytových domů. Jsou to domy různých typů a tvarů s provozem jen k bydlení nebo s částečným zázemím služeb. To je většinou ovlivněno lokalitou a požadavky investora.

Dá se říci, že jsou tyto objekty v ČR stavěny výhradně formou betonových nebo zděných konstrukcí. Na tyto konstrukce je následně použit vhodný zateplovací systém. Ten se volí na základě finální exteriérové vrstvy. Ve většině případů se jedná o kontaktní zateplovací systém s fasádní omítkou. Toto řešení je nejlevnější a na provedení nejméně technologicky náročnou variantou zateplovacího systému.

Jako ukázka toho typického řešení je Obr. 1: Na něm můžeme vidět členitou fasádu s lodžemi a terasami. Konstrukci tohoto domu tvoří železobeton v kombinaci s cihelnou vyzdívkou překryté kontaktním zateplovacím systémem s fasádní omítkou. Budova spadá do kategorie nízkoenergetických domů, ne však do pasivního standardu.



Obr. 1: Bytové domy Elča a Emča v Praze – Skanska [3]

Toto je v současnosti nejběžnější standard konstrukčního a materiálového řešení, který se v ČR drží na prvních místech nejen u bytových domů ale i větších staveb.

Přesto se objevují tendence zařazovat do výstavby bytových domů konstrukce na bázi dřevostaveb. Je to především ze strany firem zabývajících se stavbou domů z masivních dřevěných panelů CLT nebo firem, které dělají prefabrikované dřevostavby na bázi 2by4 systému.

Ukázka výstavby nízkopodlažního bytového domu na bázi dřevostavby je k vidění v Brně. Zde firma RD Rýmařov realizuje již druhou etapu čtyřpodlažních bytových domů. Jádru a spodní stavba jsou ze železobetonu a zbylé konstrukce jsou tvořeny prefabrikovanými dílci systému 2by4, které firma vyrábí. Po aplikaci fasádní omítky není poznat, že se vlastně jedná o dřevostavbu. Ukázka finální podoby je na Obr. 2:.

Jedinou nevýhodou dřevostaveb pro investory v ČR je omezení požárními předpisy. Ty dovolují maximální požární výšku od úrovně podlahy přízemí po podlahu nejvyššího patra maximálně 9 m. To se týká nosných konstrukcí, které v sobě mají hořlavé materiály – tedy jsou dle požárního označení typu DP2 nebo DP3. [4] To tedy umožňuje maximálně 4 nadzemní podlaží.



Obr. 2: Developerský projekt Bernáčkova – RD Rýmařov [5]

2.3 Nízkopodlažní bytové domy v sousedních zemích EU - ukázky

Pokud se podíváme do sousedních zemí EU, jako je například Rakousko či Německo, zjistíme, že tyto státy hojně využívají ke stavbě nízkopodlažních bytových domů konstrukce na bázi dřeva. Jedním z hlavních důvodů je, že nemají tak přísné požární předpisy, jako má ČR. Dalším důvodem je, že dřevostavby jsou v těchto zemích běžným desetiletími prověřeným typem stavební konstrukce.

V Rakousku jsou dokonce tak daleko, že staví výškovou budovu o 24 nadzemních podlažích – 84 metrech, jako dřevostavbu. Samozřejmě s betonovým jádrem. To vše jen poukazuje na fakt, že v některých ohledech za těmito zeměmi ČR značně zaostává.

V 90. letech vznikla první definice pasivního domu. A v některých státech podle těchto definic začali navrhovat a stavět moderní domy. Jedním takovým domem je dům Ölbündt v Dornbirnu - Obr. 3:.

Tento dům konstrukčně řešený jako dřevostavba byl realizovaný v roce 1997. Byla zde využita co největší možná míra prefabrikace, aby se urychlila výstavba. Měrnou potřebu tepla na vytápění dle Passive house institutu má tento objekt 18kWh/m^2 . [6] Parametr, který v dnešní době nesplňují v ČR ani některé dnes realizované nízkoenergetické domy. Jednalo se tedy o zajímavý projekt z hlediska energií už na tehdejší poměry.



Obr. 3: Bytový dům Ölbündt, Dornbirn - Rakousko [7]

Dalším pěknou realizací lze označit bytový dům v Heldenstraße – Feldkirch - Obr. 4:, z roku 2017 stojící u hranic Rakouska a Švýcarska. Budova je čtvercového tvaru obložená dřevem.

Jeho nosná část v bytových prostorech je postavena z prefabrikovaných dílců na bázi 2by4 systému, vyjímaje jádro objektu z železobetonové prefabrikované konstrukce tvořící střed objektu. Tvarově je to tedy ideální jednoduchá konstrukce pro dřevostavbu.

Velké francouzské dveře na balkon a na trávník tvoří krásný dojem otevřeného prostoru uvnitř a zároveň v zimním období, kdy slunce svítí pod nižším úhlem od jihu a přesahy balkonu tudíž nestíní, umožňují příjem pasivních solárních zisků.



Obr. 4: Bytový dům Heldenstraße, Feldkirch – Rakousko [8]

Jako další příklad nízkopodlažního bytového domu lze uvést v německém Darmstadtu první pasivní dům v Evropě. Jeho výstavba proběhla v roce 1990. Je to zděný objekt s kontaktním zateplovacím systémem jednoduchého obdélníkového tvaru s přistavěnou zimní zahradou na severní straně. Z jižní strany v tomto případě nebyly použity pasivní stínící prvky v podobě markýz či balkonů, ale venkovní žaluzie - Obr. 5:. Tato koncepce umožňuje maximální využití solárních zisků v zimě a zastínění žaluziemi v létě.



Obr. 5: První pasivní dům v Darmstadtu - Německo [9]

2.4 Větrání bytových domů

Důležité ve všech objektech a tedy i v bytových domech, kde obyvatelé tráví většinu svého času, je větrání. A z hlediska energetické náročnosti se jedná o dosti zásadní položku. Požadavek dle legislativy je, aby byla výměna vzduchu v pobytových místnostech $n=0,3 \text{ h}^{-1}$ a nebo byl splněn požadavek alespoň $25 \text{ m}^3/\text{h}$ čerstvého vzduchu na osobu. Navrhuje se podle předpokládané obsazenosti bytové jednotky a použije se vyšší z hodnot. V době nepřítomnosti je doporučená hodnota výměny vzduchu $n=0,1 \text{ h}^{-1}$ pro odvod škodlivin, které se uvolňují do vzduchu.

Způsob a s ním související systém větrání je dosti zásadní, protože dokáže velmi ovlivnit energetickou bilanci budovy. Zároveň má velký dopad na počáteční investiční náklady a provozní náklady v průběhu životnosti. To je často také rozhodujícím faktorem pro volbu systému.

Aby byl zvolen optimální typ větrání, je třeba se obeznámit s jeho základními typy.

2.4.1 Přirozené větrání

Dříve jediný způsob, který byl používán. Toto větrání je vyvoláno základními fyzikálními principy. Jde o rozdíly tlaků, které jsou způsobeny buď dynamickými účinky větru, nebo rozdílem teplot.

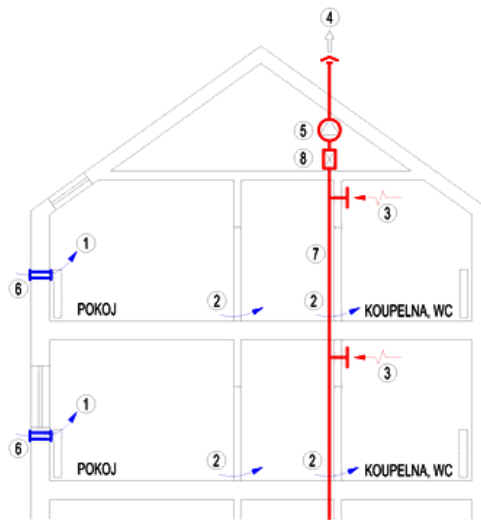
Jedná se o nejlevnější způsob větrání, který má ale řadu nevýhod. Jednou z nich je, že nemusíme zajistit potřebnou výměnu vzduchu vlivem malého rozdílu teplot a tudíž malým vztlakem vzduchu. Další nevýhodou je, že pokud má být větrání prováděno uživatelem v podobě pravidelného otevírání oken, pravděpodobně se tak nestane. A v neposlední řadě není možné nijak eliminovat tepelné ztráty ani kontrolovat objem vzduchu.

2.4.2 Nucené větrání

Nucené větrání se vyznačuje tím, že je potřeba dodat energii, aby proběhla výměna vzduchu. Jedná se o mechanickou výměnu vzduchu za pomoci ventilátorů. Když jimi bude poháněn vzduch jedním směrem, v takovém případě je řeč o podtlakovém nebo přetlakovém systému. Pokud se bude pohánět vzduch oběma směry, jedná se o rovnotlaký systém.

2.4.2.1 Podtlakové větrání

Ventilátor je v tomto případě použit pro odvod znečištěného vzduchu. V místnosti tím vzniká podtlak, který je vyrovnáván prostřednictvím přiváděného vzduchu skrz parapetní nebo okenní štěrbinu. Znečištěný vzduch se v případě bytových domů odvádí šachtami do exteriéru, většinou na střechu. Odtah se umísťuje primárně do místností sociálního zařízení a přívod je v místnostech pobytových. Ovládání je možné ručně nebo automaticky dle naměřených škodlivin nebo časového spínání.



Obr. 6: Schéma centrálního podtlakového větrání [10]

2.4.2.2 Přetlakové větrání

Jedná se obrácený mechanismus větrání podtlakového. Vzduch je ventilátorem přiváděn a štěrbinami odváděn. Tento systém se ale v klasických prostorách používá velmi vzácně. Je využíván spíše v místech, kde je třeba vytlačovat nekvalitní vzduch ven z místností, jako jsou například operační sály.

2.4.2.3 Rovnotlaké větrání

Rovnotlaké větrání má ventilátor na přívodu i odvodu. V případě rovnotlakého větrání je většinou odváděný a přiváděný vzduch veden stejnou jednotkou. Je tu tedy možnost sdílet teplo mezi odváděným a přiváděným vzduchem v tepelných výměnících. Tento proces nazýváme zpětné získávání tepla (tzv. rekuperace). Tímto se značně snižuje energie potřebná na vytápění místností.

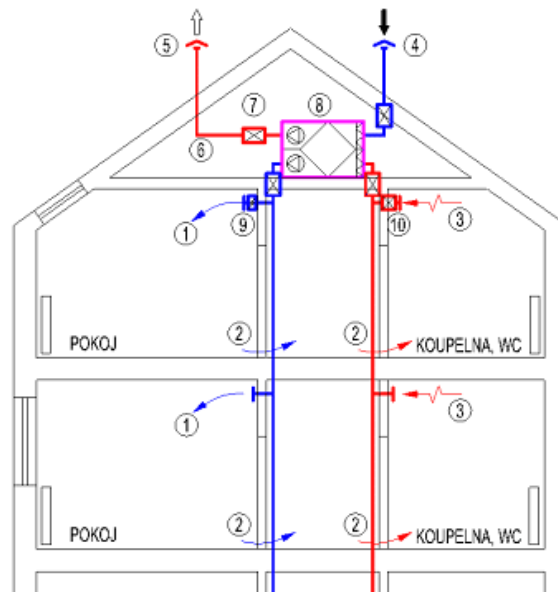
Mezi výhody zde můžeme zařadit i možnost úpravy vzduchu přiváděného do objektu na rozdíl od variant výše.

Rovnotlaké větrání můžeme dále rozdělit na větrání s lokální nebo s centrální jednotkou.

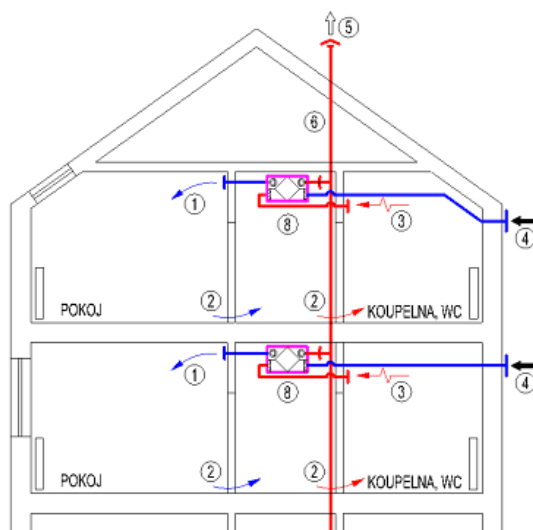
Lokální jednotka se používá pro jednu místnost, nebo pro jeden funkční celek, v našem případě bytovou jednotku. Pro jednu místnost se může použít například stěnová nebo parapetní rekuperační jednotka. Jejich nevýhodou je však nižší účinnost. Pro celou bytovou jednotku se většinou vzduchotechnická jednotka instaluje nad podhled v chodbě nebo sociálních zařízeních, kde nevadí její hluk.

Centrální jednotka větrá více místností nebo více funkčních celků. Pro tuto jednotku je třeba vyčlenit samostatnou technickou místnost, nebo počítat s jejím umístěním na střeše objektu z důvodu velkých rozměrů jednotky. Pro přívod a odvod vzduchu slouží dvojice vzduchovodů, které vedou vzduch k jednotlivým bytovým jednotkám, odkud se rozvádí do místností.

Jelikož je centrální jednotka vystavena zásahu jednotlivých uživatelů, musí zvládat automaticky vyrovnat tlakové změny v potrubí. To zajišťují ventilátory s proměnnými otáčkami. Objemy vzduchu na vstupu do bytových jednotek zajišťují regulační prvky.



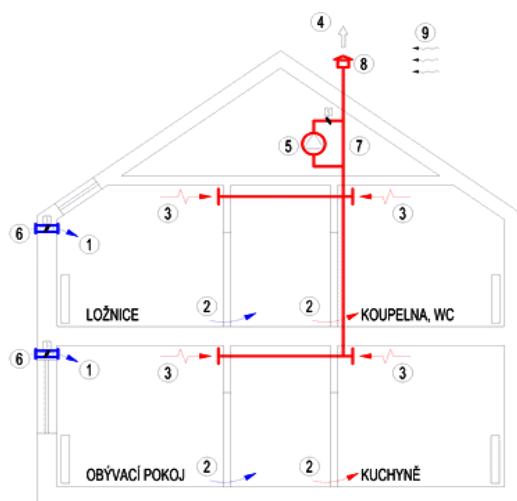
Obr. 7: Schéma centrální VZT jednotky [10]



Obr. 8: Schéma lokálních VZT jednotek s jednotným odvodním potrubím [10]

2.4.3 Hybridní větrání

Hybridní větrání je kombinace přirozeného a nuceného větrání. Primární je přirozené větrání. Nucené větrání sepne jen v případě, že přirozené větrání nestačí a stoupne koncentrace CO₂ nebo jiného měřeného parametru nad povolenou hranici. V tu chvíli se systém mění na nucené podtlakové větrání.



Obr. 9: Schéma hybridního větrání [10]

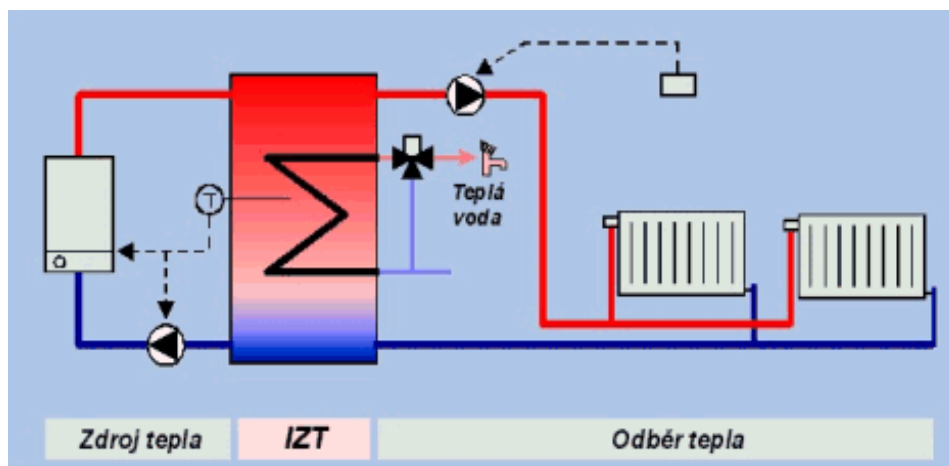
2.5 Vytápění a ohřev TV nízkoenergetických bytových domů

Důležitou součástí při návrhu objektu v pasivním standardu, a do budoucna objektů s téměř nulovou spotřebou energie, je volba zdroje tepla.

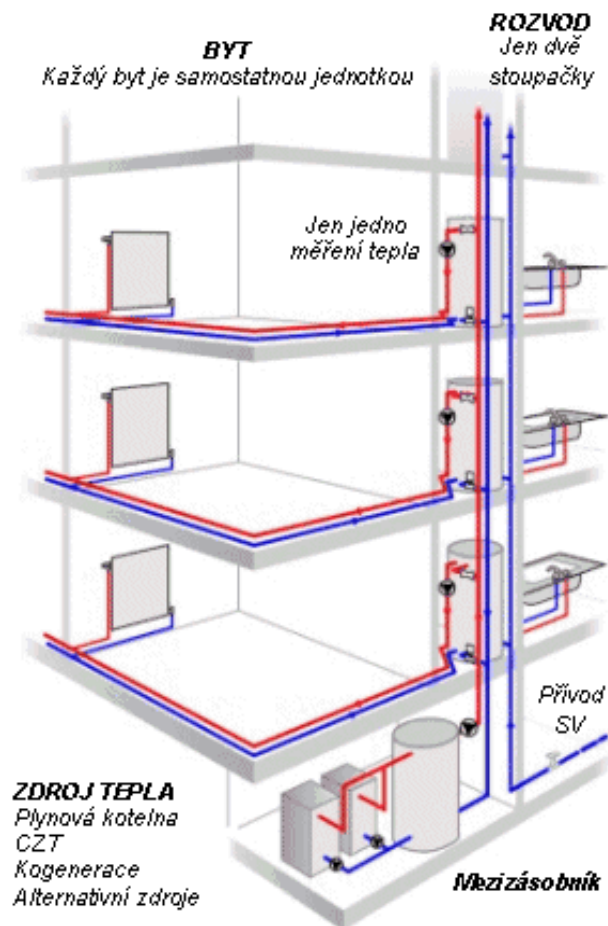
V běžné výstavbě tvoří potřeba tepla na vytápění největší položku spotřeby energie – zhruba 70%. Zbytek tvoří spotřeba energie na ohřev teplé vody, osvětlení a spotřebiče. U pasivních domů je tomu ale naopak. Zde je spotřeba energie na vytápění méně než třetina celkové spotřeby energií. [11]

V případě pasivních domů je však hlavním ukazatelem vedle potřeby tepla na vytápění potřeba primární energie. Je jí vyjádřeno spotřebované množství neobnovitelných zdrojů. To je rozhodujícím parametrem, na jehož základě je třeba volit správný zdroj tepla na vytápění a ohřev TV v těchto objektech.

Nejdříve stejně jako v případě větrání je třeba si stanovit, zda bude vytápění a ohřev TV řešen jako lokální – každá bytová jednotka bude mít vlastní zdroj tepla, popřípadě se zásobníkem TV - Obr. 10:, nebo centrální, kdy bude využit centrální zdroj tepla se zásobníky – Obr. 11:.



Obr. 10: Schéma lokálního vytápění s integrovaným zásobníkem [12]



Obr. 11: Schéma centrálního vytápění a ohřevu TV s meziúsobníkem [12]

Další fází je stanovení topného média systému. Na výběr máme ze tří médií – voda, vzduch, elektrina.

Poté volíme zdroj popřípadě kombinaci zdrojů v návaznosti na zvolený druh média. Mezi běžně používané se řadí tyto:

- a) Plynové kotle
- b) Přímotopné konvektory, elektrické rohože
- c) Elektrokotel
- d) Kotle na biomasu
- e) Solární systémy – solární kolektory, fotovoltaické panely
- f) Tepelná čerpadla – vzduch-voda, země-voda

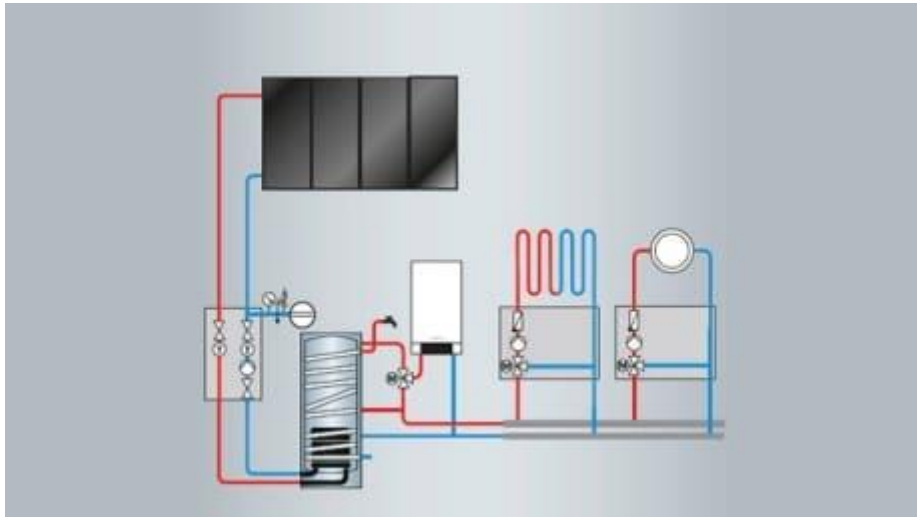
Na závěr následuje volba prvků předávajících teplo do prostoru:

- a) Otopná tělesa – desková, trubková, konvektory
- b) Otopné plochy – podlahové, stropní, stěnové
- c) Topidla – kamna, krby, elektrická topidla

Pro splnění požadavků pasivních domů je třeba využít obnovitelné zdroje, abychom dosáhli nižší potřeby primární energie díky nízkému konverznímu faktoru. Tyto zdroje se následně

kombinují s některým z dalších zdrojů, který slouží jako záložní nebo doplňkový zdroj v případě, že primární zdroj nestačí.

Možné schéma toho zapojení můžeme vidět na Obr. 12:, kde se jedná o využití energie slunce pomocí solárních kolektorů na ohřev teplé vody a jako podpora vytápění. Ve své podstatě se dá stejným způsobem provést i zapojení tepelného čerpadla. Jediný rozdíl bude v tom, že okruh kolektorů nahradíme okruhem tepelného čerpadla vzduch-voda nebo země-voda. Zbytek soustavy zůstane stejný.



Obr. 12: Ohřev TV a podpora vytápění pomocí sluneční energie - Viessmann [13]

V případě využití obnovitelných zdrojů je třeba si dát pozor na navazující systém otopné soustavy. Základní typy obnovitelných zdrojů pracují většinou s nízkými teplotními spády a v případě špatné volby otopné soustavy a prvků sdílené tepla, může dojít k velkým problémům.

Například u tepelných čerpadel už jsou na trhu i čerpadla, která dokáží pracovat s vyššími teplotami média. To umožňuje rozšíření jejich aplikace i na pokrytí ohřevu teplé vody bez nutnosti dohřevu jiným zdrojem.

Pokud bychom chtěli dosáhnout dalšího snížení primární energie, je vhodné aplikovat fotovoltaické panely. Ty nám mohou dodat alespoň část elektrické energie využitelné například na pomocné energie čerpadel. Tím sníží spotřebu elektrické energie z veřejné sítě, která má vysoký konverzní faktor primární energie.

3 Návrhová část

3.1 Úvod

Druhá část diplomové práce je tvořena návrhem bytového domu na základě inspirace objekty v teoretické části, za využití poznatků získaných studiem a hledáním v různých odborných zdrojích.

V první řadě byla vymyšlena studie objektu včetně situačního rozdělení pozemku na více funkčních částí. Následovala optimalizace studie na základě hodnocení energetické náročnosti budovy.

V dalších krocích bylo provedeno srovnání variant materiálového řešení obvodových konstrukcí z hlediska environmentálních hodnot, tepelně technické hodnocení. Následoval zjednodušený statický výpočet, koncepce technického zařízení budov včetně základních návrhů zdrojů a zjednodušených výpočtů energií systémů TZB pro posouzení potřeby primární energie.

3.2 Tvorba a optimalizace studie

V zadání byl obcí určen pozemek, kam má být stavba navržena. Protože se jedná o pozemek velké rozlohy a v blízkosti pozemku je školka a obecní úřad, obec chtěla vyčlenit prostor na dětské hřiště a parkovací stání. Vzhledem k plánům s torzem zřícené stodoly na severovýchodní straně, kam by se měl vestavět v budoucnu nový obecní úřad, byl pozemek situačně rozdělen dle nákresu do katastrální mapy s podkladem satelitního snímku - Obr. 13:.

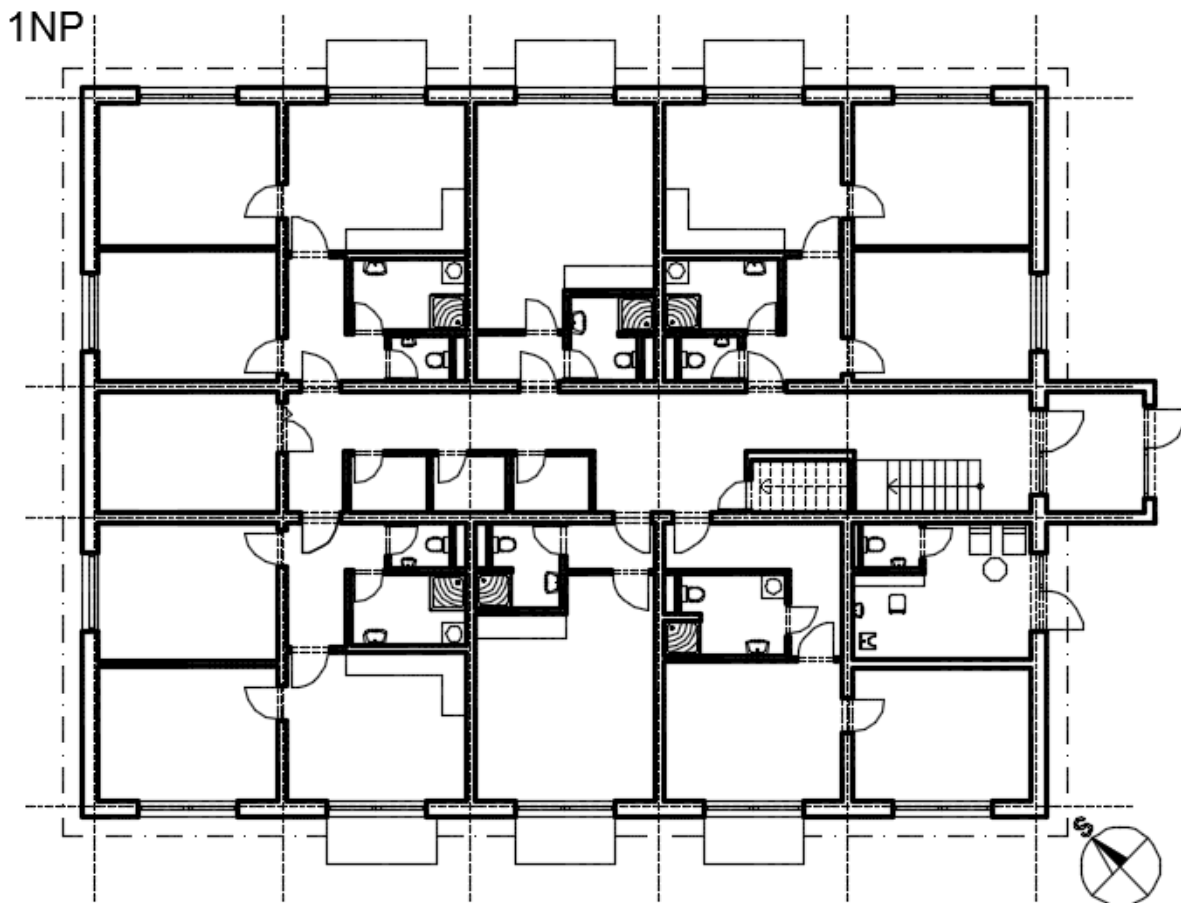


Obr. 13: Konceptní rozdělení pozemku

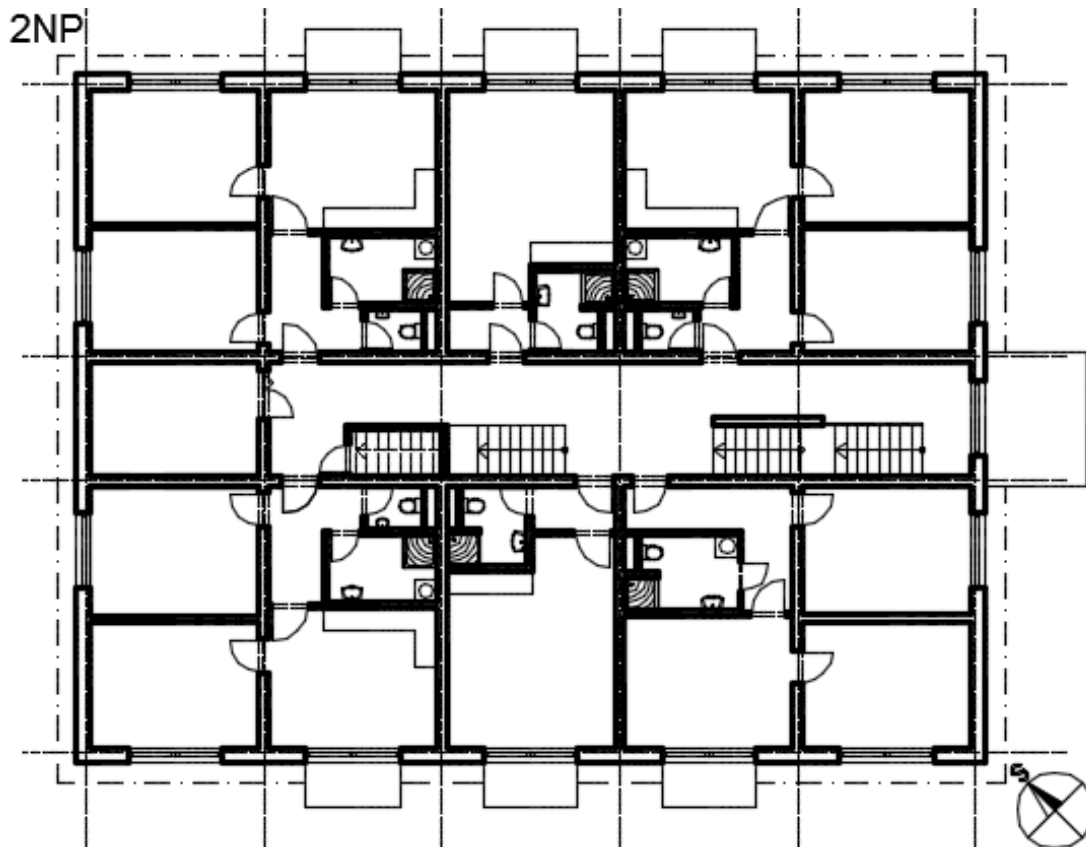
Pro objekt byl vznesen požadavek na nízkopodlažní bytový dům s malometrážními byty, které by mohla obec prodat nebo pronajmout. Dalším požadavkem byla rychlá výstavba.

Dle územního plánu bylo dovoleno navrhovat objekt jen se dvěma nadzemními podlažími se sedlovou střechou jako podkrovními prostory. Případně byla potvrzena možnost nástavby 3NP, kterou by obec schválila jako výjimku. Jelikož byl rozdělením na menší funkční celky utvořen pozemek čtvercového tvaru pro umístění stavby, byla sedlová střecha vyloučena z důvodu tvorby čtvercového půdorysu objektu. Řešila se pouze varianta s plochou střechou pro 2NP a z ní byla utvořena varianta s nástavbou 3NP. Tato varianta by měla nahradit podkroví a pro investora neznamenal velkou změnu rozsahu a efektivněji tak využila zastavěnou plochu.

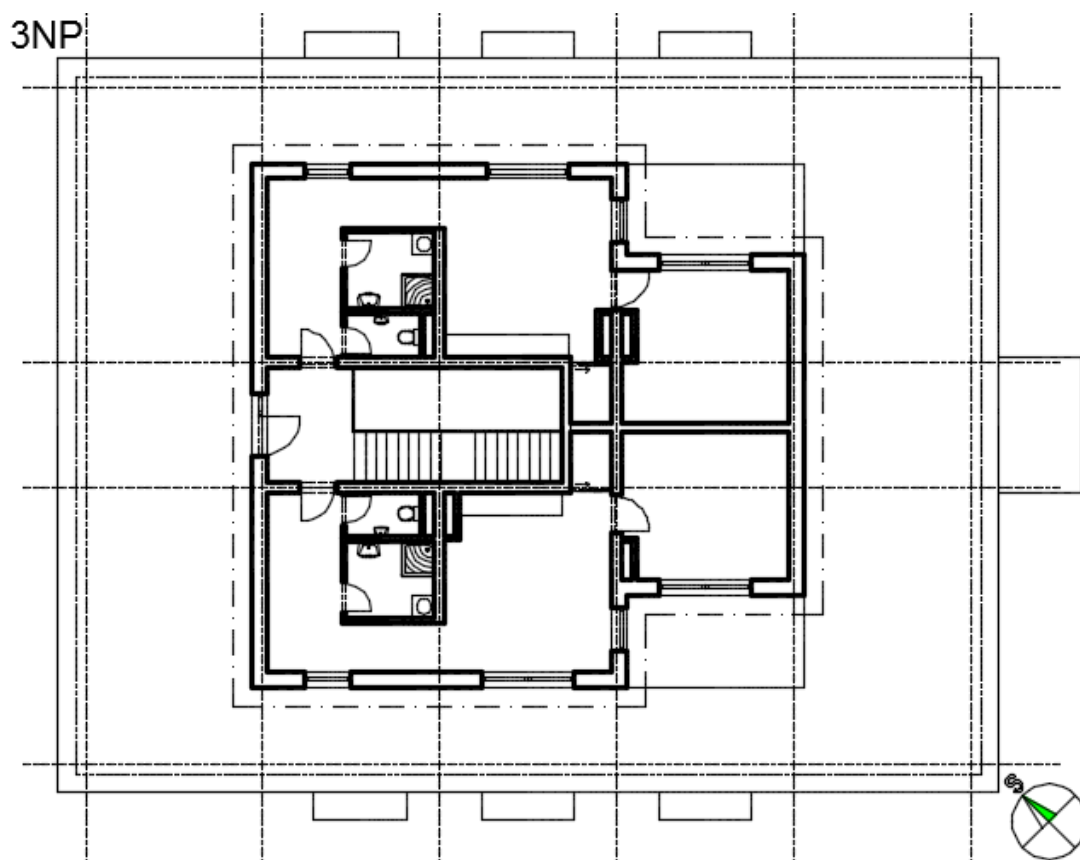
Studie - půdorysy:



Obr. 14: Dispozice 1NP



Obr. 15: Dispozice 2NP



Obr. 16: Dispozice 3NP

3.2.1 Vstupní parametry – okrajové podmínky posouzení

Pro výpočet potřeby tepla na vytápění byl použit zjednodušený model. Výpočet byl směřován do pasivního standardu. Potřeba tepla na vytápění má tedy mít hodnotu nižší než 15 kWh/m²rok a průměrný činitel prostupu tepla nižší než 0,30 W/m²K. Oba požadavky jsou brány pro bytový dům v pasivním standardu dle TNI 730330.

Varianty výpočtů:

- varianta A - 2NP
- varianta B – s nástavbou 3NP
- obě varianty rozděleny na variantu s podtlakovým větráním a variantu rovnotlakým větráním s rekuperací

Okrajové podmínky:

- okres Mělník
- prostory uvažovány jako obytné, s komunikačním jádrem, technickými místnostmi a jednou místností se samostatným vstupem určenou pro služby
- požadovaná vnitřní teplota - $t_i=20^{\circ}\text{C}$ - obytné prostory, $t_i = 15^{\circ}\text{C}$ – komunikační prostory
- podlaha 1NP na terénu
- plochá střecha

Obalové konstrukce pro obě varianty se stejnou hodnotou součinitele prostu tepla U:

Neprůsvitné konstrukce:

$$\underline{U_{\text{stěna}} = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}, U_{\text{střecha}} = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

$$\underline{U_{\text{podlaha na zemině}} = 0,200 \text{ W/m}^2\text{K} \text{ (hodnota bez vlivu zeminý)}}$$

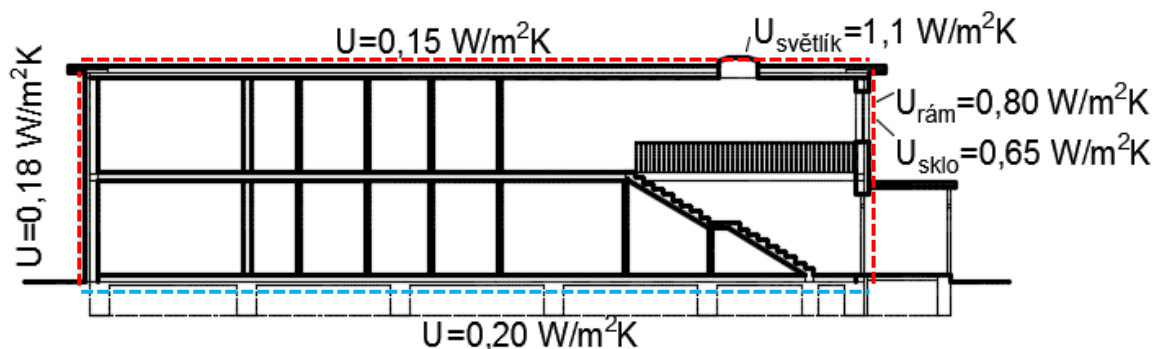
Průsvitné konstrukce:

$$\underline{U_{\text{rám,okno}} = 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}, U_{\text{sklo,okno}} = 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}, g=0,62}$$

$$\underline{U_{\text{světlík}} = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}, g=0,4}$$

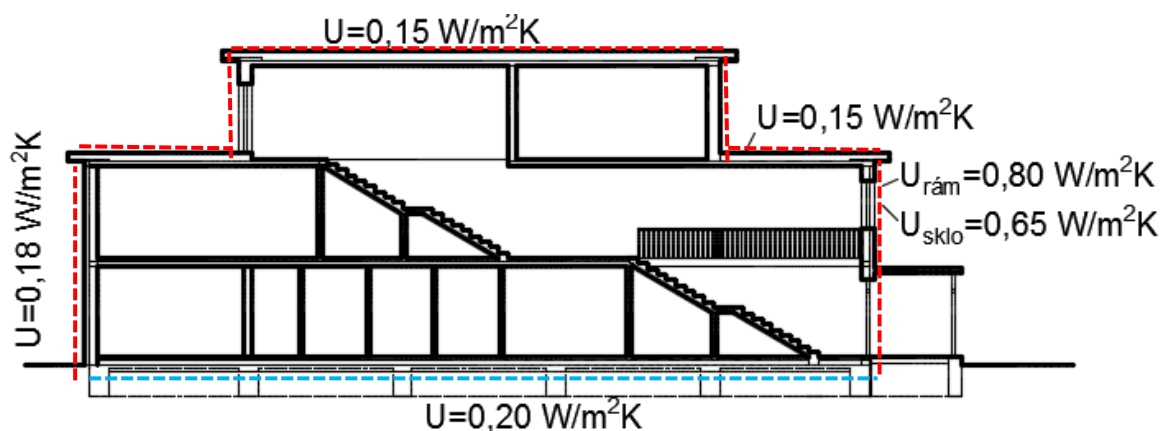
Zjednodušený model konstrukce pro výpočet potřeby tepla na vytápění:

2NP:



Obr. 17: Zjednodušený model Varianta A - 2NP

3NP:



Zjednodušený model Varianta B - s nástavbou 3NP

3.2.2 Postup výpočtu potřeby tepla na vytápění

Po vypracování studie byly z půdorysů vyčteny jednotlivé plochy podlaží. Dále ochlazované obvodové plochy objektu a plochy výplní otvorů v obvodových konstrukcích.

Byla provedena optimalizace rozsahu okenních výplní, pro snížení ztrát a zvýšení pasivních solárních zisků.

Obě varianty tvaru budovy byly porovnány a to jak ve variantě s přirozeným větráním tak se zpětným získáním tepla.

3.2.3 Shrnutí výpočtů

V následujících tabulkách se nachází pouze shrnutí výpočtů. Podrobný výpočet je v části – Přílohy - Potřeba tepla na vytápění. Tam je uvedena pouze zvolená varianta na základě vyhodnocení níže. Ostatní výpočty byly provedeny shodně a níže jsou z nich pouze souhrnné výsledky.

Informace o projektu:

Objekt:	Bytový dům Kojetice	Varianta	Varianta A
Zpracoval:	Filip Kropáček	Část	Tepelně energetická bilance

Provoz objektu:		Obytné budovy
Typ konstrukce:		Lehká
Podlahová plocha vytápěné zóny	A =	824,8 [m ²]
Objem vytápěné zóny:	V =	2898,4 [m ³]
Požadovaná vnitřní teplota (průměrná hodnota):	$\theta_{i,set}$ =	19,1 [°C]
Počet uživatelů (projektový předpoklad):	n_{os} =	27 [os]
Průměrná obsazenost:	ρ_{occup} =	70 [%]
Objem vzduchu vytápěné zóny:	V =	2120,1 [m ³]
součinitel větrné expozice:	e =	0,07 [-]
Objemový faktor tvaru budovy:	A/V =	0,49 [-]

Shrnutí výpočtu:**Konstrukce:**

		VARIANTA A		
vstupní data		U [W/m ² K]	A [m ²]	b [-]
Konstrukce	Podlaha na terénu	0,200	445,9	0,64
	Obvodová stěna	0,18	382,6	1,0
	Střecha plochá	0,15	443,9	1,0
	Světlík	1,10	2,0	
	Okna + prosklené dveře	0,79	137,8	1,0
Celk. ochlazovaná plocha[m²]		-	1412,2	
Přirážka tep.vazby ΔU_{tb}[W/m²K]		0,02	-	-

U_{en} [W/m²K]	0,23
---	------

Větrání:

	rovnotlaké se ZZT	podtlakové
n [-]	0,22	0,22
n_{50} [-]	0,6	0,6
η_{ZZT} [-]	0,7	0

Celková tepelná ztráta:

Q_L[kWh]	36881	47030
------------------------------	-------	-------

Celkové využitelné tepelné zisky:

Q_L[kWh]	24650	26727
------------------------------	-------	-------

Celková potřeba tepla na vytápění

Q_h[kWh]	12231	20303
------------------------------	-------	-------

Měrná potřeba tepla na vytápění

E_a [kWh/m².rok]	14,8	24,6
---	------	------

Tab. 1: Souhrn návrhu obálky a energetické bilance pro Variantu A

Informace o projektu:

Objekt:	Bytový dům Kojetice	Varianta	Varianta B
Zpracoval:	Filip Kropáček	Část	Tepelně energetická bilance

Provoz objektu:	Obytné budovy		
Typ konstrukce:	Lehká		
Podlahová plocha vytápěné zóny	A =	983,8	[m ²]
Objem vytápěné zóny:	V =	3478,2	[m ³]
Požadovaná vnitřní teplota (průměrná hodnota):	$\theta_{i,set}$ =	19,1	[°C]
Počet uživatelů (projektový předpoklad):	n_{os} =	31	[os]
Průměrná obsazenost:	p_{occup} =	70	[%]
Objem vzduchu vytápěné zóny:	V_a =	2553,5	[m ³]
Součinitel větrné expozice:	e =	0,07	[-]
Objemový faktor tvaru budovy:	A/V =	0,45	[-]

Shrnutí výpočtu:**Konstrukce:**

		VARIANTA B		
vstupní data		U [W/m ² K]	A [m ²]	b [-]
Konstrukce	Podlaha na terénu	0,200	445,9	0,64
	Obvodová stěna	0,18	506,2	1,0
	Střecha plochá	0,15	445,9	1,0
	Světlík			
	Okna + prosklené dveře	0,79	168,5	1,0
Celk. ochlazovaná plocha [m²]		-	1566,5	-
Přirážka tep.vazby ΔU_{th} [W/m²K]		0,02	-	-

U_{em} [W/m²K]	0,24
---	------

Větrání:

	rovnotlaké se ZZT	podtlakové
n [-]	0,21	0,21
n_{50} [-]	0,6	0,6
η_{ZZT} [-]	0,7	0

Celková tepelná ztráta:

Q_L [kWh]	42414	54066
-------------------------------	-------	-------

Celkové využitelné tepelné zisky:

Q_L [kWh]	28421	30867
-------------------------------	-------	-------

Celková potřeba tepla na vytápění

Q_h [kWh]	13993	23199
-------------------------------	-------	-------

Měrná potřeba tepla na vytápění

E_a [kWh/m².rok]	14,2	23,6
---	------	------

Tab. 2: Souhrn návrhu obálky a energetické bilance pro Variantu B

3.2.4 Vyhodnocení stavebně energetické optimalizace

Ve výsledcích vidíme, že pro všechny varianty je splněn i požadavek na průměrný součinitel prostupu tepla, který v případě pasivního standardu musí dle TNI být nižší než $U_{em}=0,30$ W/(m²K) pro bytové domy a administrativní budovy.

Dále je z výsledků patrné, že v případě využití podtlakového větrání není splněn požadavek na roční měrnou potřebu tepla na vytápění ani pro jednu z variant. Tato varianta je však stále použitelná, pokud by investor cílil pouze do kategorie nízkoenergetického domu, kde nesmí hodnota překročit 50 kWh/m²a.

Na porovnání variant větrání je vidět, že použitím zpětného získání tepla se v případě domu s nízkou hodnotou součinitele prostupu tepla obálkou jedná o velkou úsporu energie. Hodnota v případě navrhovaného domu je o necelou polovinu nižší.

Z hlediska stavebně energetické koncepce, tedy z pohledu měrné potřeby tepla na metr čtverečný za rok, je energeticky nejvýhodnější varianta B – s nástavbou 3NP, která má rovnotlaké větrání s rekuperací.

Výhodnost této varianty je brána z hlediska cílení do pasivního standardu. Je zde dosaženo lepšího výsledku při zachování stejných parametrů obalových konstrukcí jako pro variantu A.

Při návrhu bylo zjištěno, že pro splnění energetických požadavků je dostačující účinnost rekuperace $\eta=70\%$. V tomto případě by bylo vhodné vybrat jednotku s vyšší účinností $\eta=80\%$. To z důvodu, že pokud máme předepsanou výrobcem účinnost jednotky 80%, znamená to, že reálně bude účinnost nižší zhruba o 5-10%.

3.2.5 Zatřídění obálky budovy

Na základě výběru varianty bylo provedeno zatřídění budovy dle její obálky. Výsledek byl porovnán s výpočtem hodnoty pro tzv. referenční budovu. Na základě zatřídění spadá objekt do klasifikační třídy prostupu tepla obálkou B – úsporná.

Zatřídění viz níže.

Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy:

Objekt:	Bytový dům Kojetice	Varianta	Varianta B
Zpracoval:	Filip Kropáček	Část	Tepelně energetická bilance

U_{em} [W/m ² K]	0,24
A/V [m ² /m ³]	0,45

Požadavek pro pasivní bytové domy

$U_{em,pas}$ [W/m ² K]	<0,30	Splněno
-----------------------------------	-------	----------------

Základní požadavky

Obejmový faktor tvaru budovy A/V	Průměrný součinitel prostupu tepla požadovaný $U_{em,N,rq}$ [W/(m ² K)]	Průměrný součinitel prostupu tepla doporučený $U_{em,N,rc}$ [W/(m ² K)]
≤0,2	1,05	0,79
0,3	0,8	0,6
0,4	0,68	0,51
0,5	0,6	0,45
0,6	0,55	0,41
0,7	0,51	0,39
0,8	0,49	0,37
0,9	0,47	0,35
≥1	0,45	0,34
mezilehlé hodnoty	$0,30+0,15/(A/V)$	$0,75 * U_{em,N,rq}$
Výsledné požadavky	0,63	0,48

Hranice klasifikační třídy	U_{em} [W/(m ² .K)] pro hranice klasifikačních tříd		Slovní vyjádření klasifikační třídy
	Obečně	Horní hranice hodnocenou budovu	
A	$<0,3 * U_{em,rq}$	0,19	Velmi úsporná
B	$0,3*U_{em,rq} < U_{em} < 0,6*U_{em,rq}$	0,38	Úsporná
C	$0,6*U_{em,rq} < U_{em} < 0U_{em,rq}$	0,63	Vyhovující
D	$0,5 * (U_{em,rq} + U_{em,s})$	-	Nevyhovující
E	$U_{em,s} = U_{em,rq} + 0,6$	-	Nehospodárná
F	$1,5 * U_{em,s}$	-	Velmi nehospodárná
G	$>1,5 * U_{em,s}$	-	Mimořádně nehospodárná

Obálka budovy spadá do klasifikační třídy:

B - Úsporná

Tab. 3: Zatřídění obálky budovy dle referenční budovy

3.3 Materiálové a konstrukční řešení

Objekt je tvořen dvěma hlavními částmi. Obytné prostory po obvodě a komunikační prostory s technickým zázemím ve středové části objektu. Jelikož chceme stavbu s nižším environmentálním dopadem, co se konstrukcí týká, bude bytový dům tvořen primárně jako dřevostavba.

Jádro objektu musí však z hlediska aktuálních požárních požadavků pro ČR být z konstrukce DP1 – nehořlavá konstrukce. To vychází z požárního předpisu, kdy konstrukce DP2 by mohla být jen do 12 bytových jednotek a požární výšky $h_p \leq 9$ m [4]. To je výška od podlahy $\pm 0,00$ m k úrovni podlahy posledního podlaží. Ve variantě B se 3NP je však bytových jednotek 14. Případá tedy v úvahu zděná či betonová konstrukce jádra.

V této části budou porovnány a zhodnoceny varianty materiálového řešení konstrukce obvodových stěn, ze kterých bude vybrána optimální varianta pro daný objekt.

Všechny použité skladby jsou k nalezení v části *Přílohy – Skladby konstrukcí*.

3.3.1 Konstrukce základů

Jelikož objekt bude navržený ve stěnovém konstrukčním systému, bude stavba založena na základových pasech. Zde jsou zvoleny klasické betonové základy.

V místě komunikačních prostor a technické místnosti bude z důvodů zjednodušení konstrukce použita základová deska. Musela by se jinak upravovat deska v technické místnosti, kde bude velké zatížení od zásobníku TV a akumulární nádoby, dále by se musely přidávat pasy v komunikačním prostoru pod stěny u schodišť. Aby následně nedošlo k nerovnoměrnému sedání, pokud by se tato úprava dělala jen lokálně v rámci technické místnosti, provede se deska v rámci celého jádra. To zjednoduší i zemní práce a bude jednodušší zde vést ležaté odpadní potrubí.

3.3.2 Konstrukce svislé nosné a obvodové

Objekt je navržen ve stěnovém konstrukčním systému, je to z důvodu požadavku na rychlou výstavbu, což znamená využití prefabrikace. Zároveň nám stěnový systém zaručí vyšší smykovou tuhost, která je u nízkopodlažních domů rozhodující při působení zatížení větrem.

3.3.2.1 Konstrukce jádra

V případě konstrukce jádra bude použito betonových prefabrikovaných stěnových panelů a stropních vylehčených panelů typu spiroll. Jde opět o urychlení výstavby montáží prefabrikovaných dílců a tím sjednocení technologických nároků na použití techniky potřebné k montáži prefabrikovaných dílců.

3.3.2.2 Obvodové stěny

Je možné použít dva základní stěnové systémy pro dřevostavby. Jsou jimi 2by4 systém a CLT panely. Nebo je možné uvažovat o železobetonových prefabrikovaných stěnách. Varianta železobetonových stěn může být aplikována v celém objektu, ale je zde zmíněna pouze z důvodu použití u stěn komunikačního jádra, kde nemůže být z důvodu požární bezpečnosti konstrukce dřevostavby.

Ve všech případech bude na straně exteriéru dřevěný obklad, kromě betonové části.

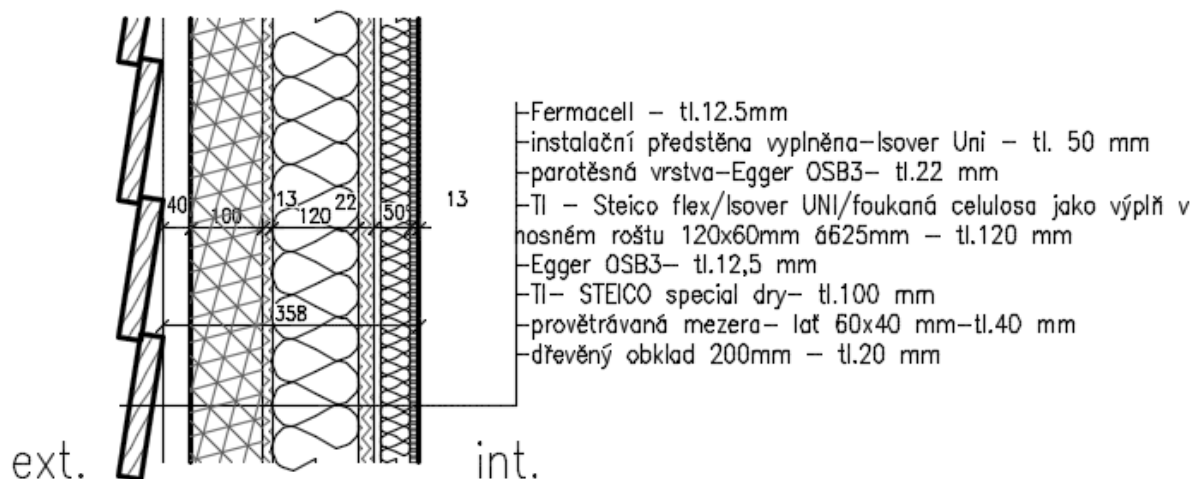
Co se týká variant pro dřevostavby, obě mají své výhody i nevýhody. Hlavní z nich jsou vyjmenovány u skladeb konstrukcí níže.

Environmentální posouzení variant je vztaženo na 1 m² konstrukce a je uvažováno pro stejnou hodnotu součinitele prostupu tepla U.

Porovnání proběhlo zvolením jedné z variant s hodnotou 100% pro jednotlivé environmentálně hodnocené veličiny. Další varianty s nimi byly následně procentuálně porovnávány v poměru k této 100% referenční variantě. Výsledné porovnání je možné vidět v grafickém zobrazení jednotlivých variant.

○ 2x4 systém

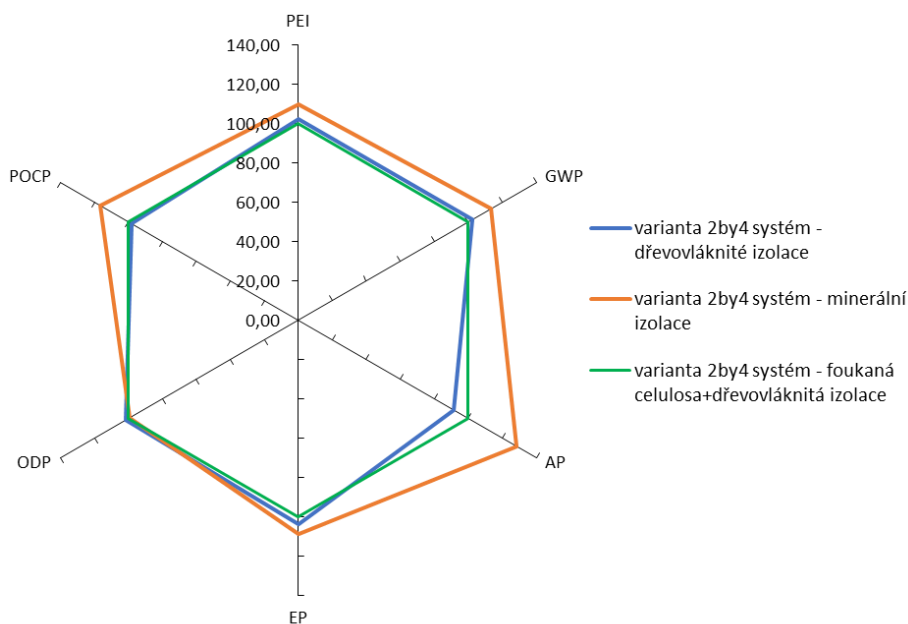
- + lehčí konstrukce
- + možnost více stupňů prefabrikace – nosná část s jednostranným nosným záklopem/ včetně izolace s oboustranným záklopem
- + záklop mohou tvořit nosné desky splňující požární požadavky na konstrukci DP2
- omezení velikosti kvůli přepravním rozměrům – platí především pro stěnové panely
- komplikovanější detaily
- větší tepelné vazby způsobené nosnými sloupky v konstrukci s izolací



Obr. 18: Skladba obvodové stěny 2by4

Porovnání variant 2by4 systému (na m ²)						
	PEI	GWP	AP	EP	ODP	POCP
	MJ	kg CO ₂ ekv.	g SO ₂ ekv.	g (PO ₄) ³⁻ ekv.	g R-11 ekv.	g C ₂ H ₄ ekv.
dřevovláknitá izolace	629,9962752	28,632657	104,6105989	59,283742	0,002244585	11,09421961
minerální izolace	677,7997952	31,7217962	146,8063109	62,253342	0,00219227	13,18516361
foukaná celulosa	616,8794352	27,9775402	114,2730309	57,101342	0,00220776	11,30285961

Tab. 4: Environmentální posouzení variant obvodové pláště 2by4 systému

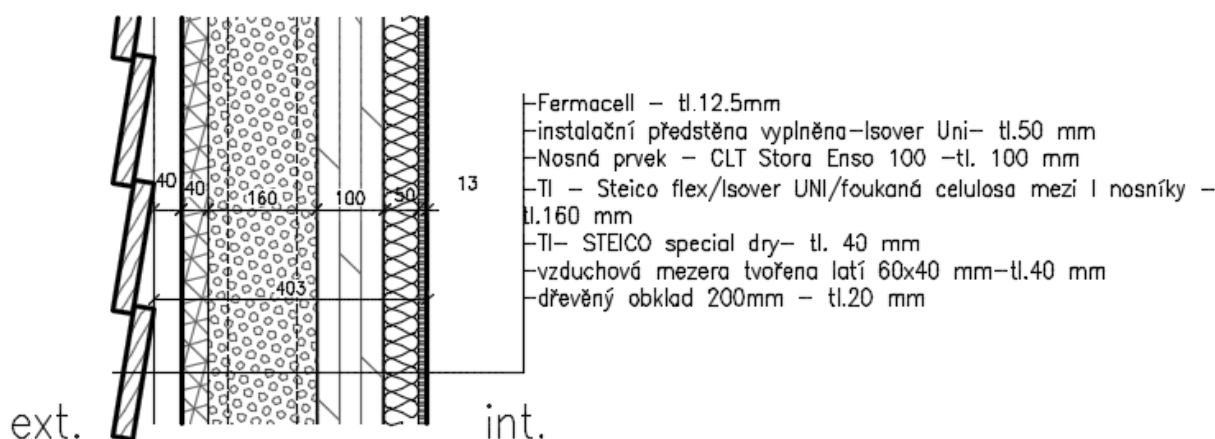


Obr. 19: Graf porovnání variant 2by4 systém

Varianta s dřevovláknitou izolací a celulózou vyšla velmi podobně. V tomto případě byla vzhledem k menšímu riziku sesednutí izolace, která by byla již při manipulaci uvnitř konstrukce prefabrikovaného dílce, zvolena dřevovláknitá izolace.

○ **CLT panely**

- + masivnější konstrukce než 2by4
- + rychlost výstavby – přesná prefabrikace → rychlá montáž dílců
- + kompletní řešení i se stropními dílci → jednodušší řešení detailů a rychlejší montáž hrubé stavby
- + méně tepelných mostů vzhledem k jednodušším detailům
- + může se nechat v pohledové kvalitě
- maximální rozměr panelu 2,95 x 16 m
- v případě požadavku na DP2 se musí přidávat další vrstva

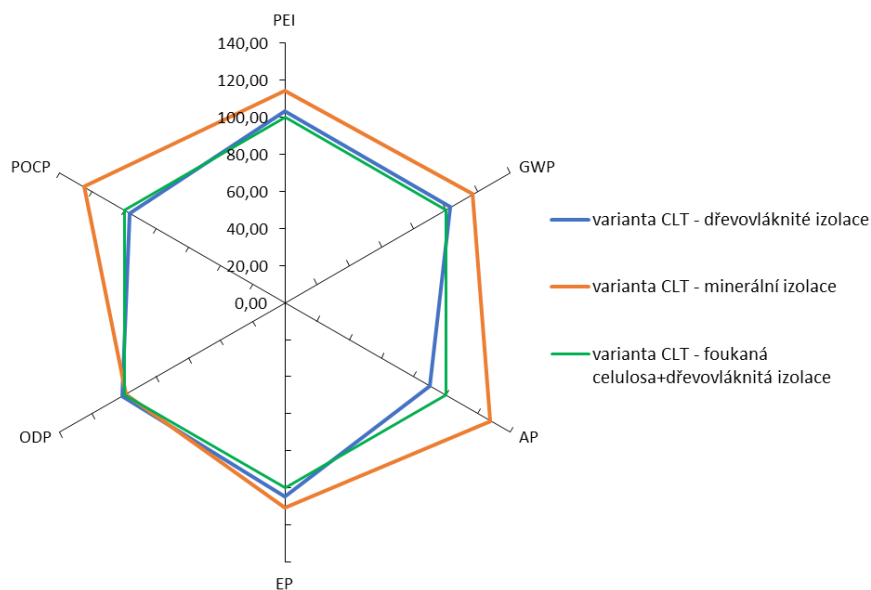


Obr. 20: Skladba obvodové stěny CLT

Srovnání CLT variant (na m²)

	PEI	GWP	AP	EP	ODP	POCP
	MJ	kg CO ₂ ekv.	g SO ₂ ekv.	g (PO ₄) ³⁻ ekv.	g R-11 ekv.	g C ₂ H ₄ ekv.
dřevovláknitá izolace	578,741364	30,16931139	130,9693805	68,236448	0,002925185	9,19696394
minerální izolace	640,8397772	34,18783385	186,1270099	72,039392	0,002853193	11,92278746
foukaná celulóza	561,610704	29,31672059	145,8160725	65,236048	0,002882655	9,53366394

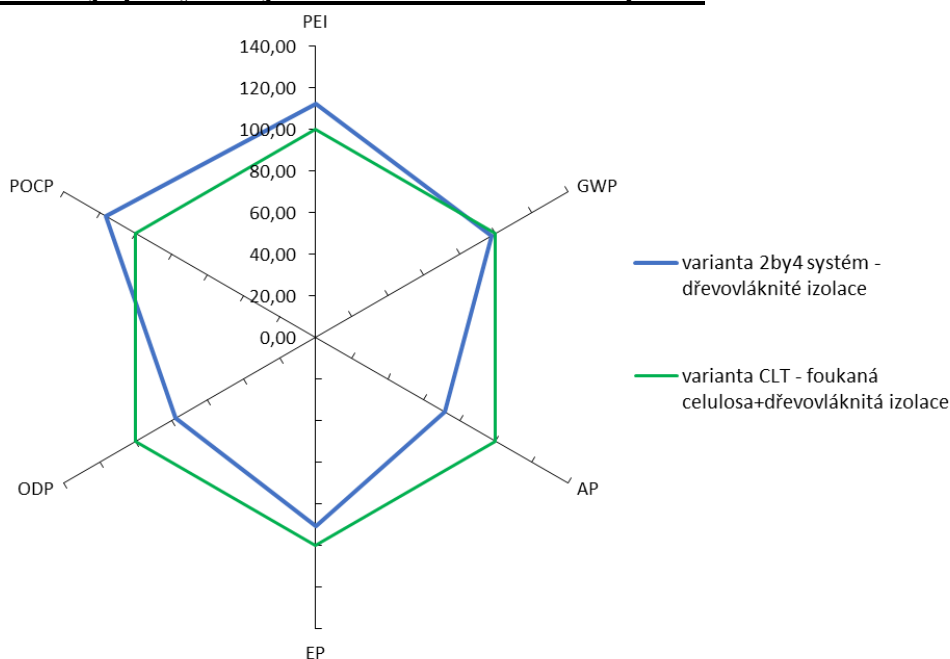
Tab. 5: Environmentální posouzení variant obvodové pláště CLT



Obr. 21: Graf porovnání variant CLT

Nejlépe vyšla varianta s foukanou celulózu v konstrukci. Pokud jako hlavní parametr zvážíme primární energie nutnou k výrobě m2 konstrukce.

- Vyhodnocení nejlépe vyhovujících variant obvodového pláště**



Obr. 22: Graf porovnání nejlépe vycházejících variant

Varianta pro 2by4 a CLT se od sebe v hodnotách příliš neliší. Z hlediska pracnosti detailů, které by u 2by4 systému byly náročnější, je zvolena jako výsledná varianta CLT s foukanou celulózu jako hlavní vrstvou tepelné izolace.

- **Betonová prefabrikovaná stěna**

Betonová prefabrikovaná konstrukce je použita u komunikačního jádra. V jejím případě je použit kontaktní zateplovací systém z minerální vaty.

3.3.2.3 Vnitřní nosné stěny

- **Mezibytové nosné stěny**

V případě mezibytových stěn je rozhodující požadavek na akustiku. Ten je nutné splnit. Proto je zde skladba volena především podle požadavků na akustiku namísto posouzení environmentálně přívětivějšího řešení. Uvažujeme zde záklop deskami Fermacell, které mají vyšší objemovou hmotnost než desky SDK. To nám napomůže i z hlediska akumulace tepla v interiéru v zimním či letním období.

- **Nosné vnitřní stěny v rámci jednoho bytu**

U dělicích nosných konstrukcí v rámci jednoho bytu jsou požadavky na akustiku značně mírnější. Proto je možné ponechat CLT panely v pohledové kvalitě z jedné strany, jakožto designového prvku. V tomto případě však není řešena akustika bočními cestami do sousedních bytů, které by jinak bylo třeba posoudit. Pokud by nevyhověla, dalo by se použít obdobné řešení jako u mezibytových stěn popřípadě jen doplnit záklop deskami Fermacell přímo na CLT panely. Jelikož se jedná o rovný podklad a tepelná roztažnost materiálů je u obou materiálů velmi nízká, takže by nemělo dojít k deformacím desek.

3.3.3 Vodorovné nosné konstrukce

3.3.3.1 Střešní konstrukce

Jedná se o plochou střechu. Skladbu střešního pláště je nutné sladit pro střechu nad komunikačním jádrem a hlavní částí nad obytnými prostory.

Po obvodě jsou uvažovány přesahy kvůli stínění, na jejich okraji jsou hranoly tvořící vyvýšenou hranu zaatikového žlabu a zároveň sloužící pro osazení klempířských prvků. Z důvodu tohoto řešení není možné utvořit pozvolný jednostranný sklon potřebný pro dobré provětrání dvouplášťové střechy. Není tedy vhodné použít dvouplášťovou střechu vzhledem k problematickému zajištění dostatečného proudění vzduchu v provětrávané mezeře. Další požadavek je, aby střechu bylo možné zatížit, protože na střeše budou umístěny technologie a budou zde i 2 terasy pro bytové jednotky ve 3NP s dřevěnými terasovými prkny.

Střecha tedy bude tvořena jako jednoplášťová s tepelnou izolací z EPS 150S se spádovými klíny. A vrchní vrstvou tvořenou PVC fólií.

3.3.3.2 Stropní konstrukce

Stropní konstrukce budou tvořeny deskami CLT v obytné části a panely SPIROLL v komunikačním prostoru a na nich bude položena těžká plovoucí podlaha. Skladba tvoří kročejová tepelná izolace tloušťky 30 mm a na ní roznášecí vrstvy z betonové mazaniny tloušťky 50 mm. Tato skladba, dle katalogu kročejových izolací, splňuje požadavek na hodnotu kročejové neprůzvučnosti. Jedním z důvodů volby těžké plovoucí podlahy je i využití masivní konstrukce z hlediska akumulace tepla či chladu a zároveň má lepší vzduchovou neprůzvučnost. Navíc tato masivnější konstrukce splňuje požadavky na akustiku při menší tloušťce stropní konstrukce.

Provázané CLT desky zajistí tuhou stropní desku v části, kde je dřevostavba.

3.3.3.3 Podlaha na terénu

Vzhledem k možnému výskytu vyšší vlhkosti vznikající na pomezí konstrukce na zemině a interiéru, je do konstrukce podlahy volen jako tepelná izolace EPS. Pro lepší tepelné vlastnosti je použit šedivý EPS, aby se dosáhlo nižší tloušťky podlahy. Nad tepelnou izolací je separační vrstva PE folie a betonová mazanina jako roznášecí vrstva. Pod tepelnou izolací je hydroizolace a pod ní buď podkladní beton, nebo v případě komunikačního jádra základová deska na hutněném štěrkovém podloží.

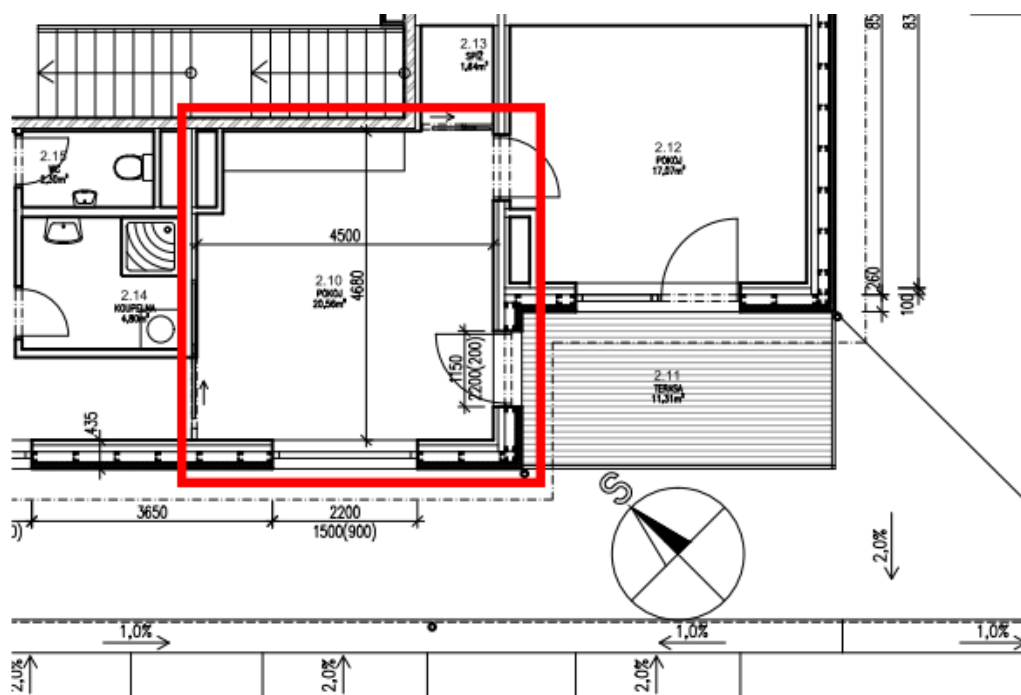
3.3.4 Příčky a nenosné stěny

Vnitřní příčky budou tvořeny dřevěnými sloupky a záklopem z desek fermacell vyplněné dřevovláknitou tepelnou izolací. Mezibytová nenosná stěna mezi byty 3NP je z kovových profilů s dvojitým záklopem, dle katalogu fermacell.

3.4 Letní tepelná stabilita

Posouzení pomocí zjednodušeného 1-uzlového dynamického modelu z výukových podkladů pro předmět YDRS od Ing. Kamila Staňka, dle požadavků ČSN 730540. Nejvyšší denní teplota vzduchu by měla být menší než 27°C. Jsou hodnoceny 3 po sobě následující letní dny.

Jako kritická místnost pro posouzení byla zvolena místnost 2.10 – obývací pokoj s kuchyňským koutem ve 3NP v jihozápadní části budovy. Je to nejkritičtější místo, protože jsou zde dvě prosklené plochy - balkonové dveře orientované na jihovýchod a okno orientované na jihozápad.



Obr. 23: Kritická místnost č. 2.10 letního přehřívání

Okrajové podmínky:

Klimatické:

-Sluneční hodnoty pro letní den: 21.8.

Obsazenost:

-Uvažováno s obsazeností v pracovním týdnu (uvažuje trvalé zdržování 2 osob v místnosti v ranních a večerních hodinách)

-Tepelný výkon na osobu v klidu uvažován 100 W

Konstrukční a technologické:

-Přesah střechy měřený od okna: 0,6m

-Vzdálenost spodní hrany střechy od horní hrany okenního otvoru: 0,6 m

-Nucené větrání rovnotlaké

3.4.1 Posouzení letní tepelné stability

Pro klimatické hodnoty byly použity teploty exteriéru dle ČSN 730540. Sluneční ozáření pro jihozápadní a jihovýchodní orientaci bylo vygenerováno pomocí online nástroje pro výpočet solární energie PVGIS [14].

Modelový letní den (21. 8.) dle ČSN 730540					
I. Klimatické vstupy					
čas	sluneční ozáření				venkovní teplota
	G_{sol} [W/m ²]				
t [h]	sever	východ	jihových.	jihozápad	T_e [°C]
1	0	0	0	0	16,9
2	0	0	0	0	16,2
3	0	0	0	0	16,0
4	0	0	0	0	16,2
5	0	0	0	0	16,9
6	63	265	345	33	18,1
7	69	549	544	48	19,5
8	95	656	682	58	21,2
9	116	637	719	65	23,0
10	132	526	687	192	24,8
11	142	353	586	386	26,5
12	145	145	431	551	27,9
13	142	142	242	667	29,1
14	132	132	66	718	29,8
15	116	116	60	691	30,0
16	95	95	51	584	29,8
17	69	69	37	400	29,1
18	63	37	20	165	28,0
19	0	0	0	0	26,5
20	0	0	0	0	24,8
21	0	0	0	0	23,0
22	0	0	0	0	21,2
23	0	0	0	0	19,5
24	0	0	0	0	18,1

Tab. 6: Letní stabilita – klimatické vstupy

III. Geometrie místnosti				
Objem vzduchu		V_a	61	m ³
Plocha zasklení	sever	A_g	0,0	m ²
	východ	A_g	0,0	m ²
	jihových.	A_g	2,0	m ²
	jihozápad	A_g	2,6	m ²
IV. Tepelné charakteristiky				
Měrný tepelný tok prostupem		H_T	10,3	W/K
Účinná vnitřní tepelná kapacita		C_i	6,8E+06	J/K
Energetická propustnost zasklení				
	sever	g	0,00	-
	východ	g	0,00	-
	jih	g	0,62	-
	západ	g	0,62	-
V. Ostatní				
Časový krok výpočtu		Δt	3600	s
Počáteční teplota		$T_i(t=0)$	23,0	°C
Vliv úhlové odrazivosti			0,8	

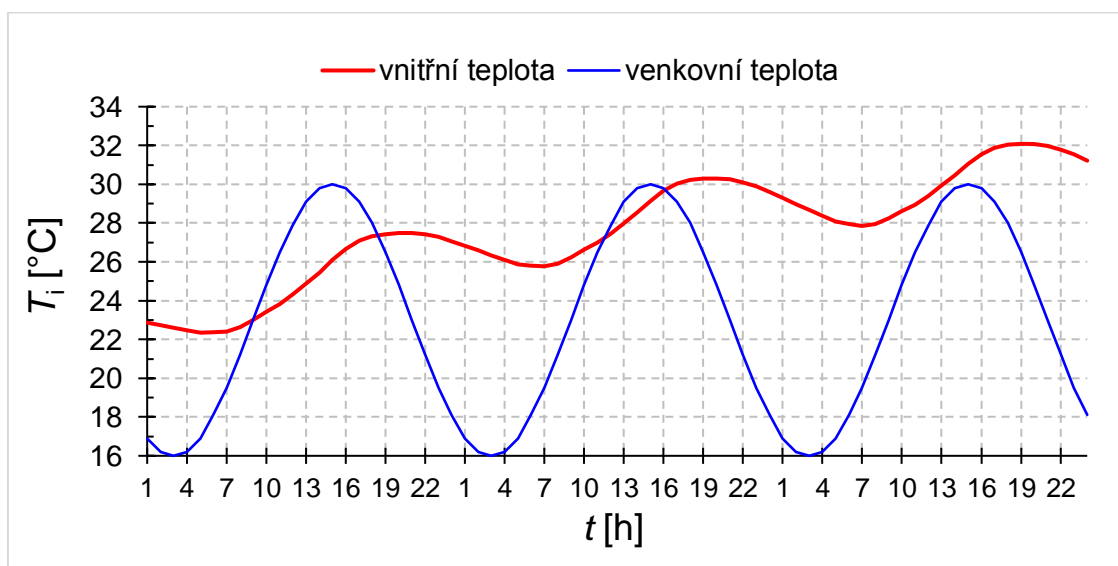
Tab. 7: Letní stabilita – geometrické a tepelné charakteristiky místnosti

○ **Varianta 1**

Posouzení pouze s přesahem střechy a úpravou násobnosti výměny vzduchu bez dalších opatření.

II. Stínění, větrání a vnitřní zisky					
Zdroj pro hodnoty činitele stínění: https://susdesign.com/louver_shading/index.php					
činitel stínění				násobnost větrání	vnitřní zisky
$F_{sh} [-]$				$n [1/h]$	$Q_i [W]$
sever	horizont	jihových.	jihozápad		
0,00	0,00	1,00	0,00	2,0	80
0,00	0,00	1,00	0,00	2,0	80
0,00	0,00	1,00	0,00	2,0	80
0,00	0,00	1,00	0,00	2,0	80
0,00	0,00	1,00	0,00	2,0	80
0,00	0,00	0,10	0,10	2,0	200
0,00	0,00	0,10	0,10	2,0	200
0,00	0,00	0,40	0,10	1,5	200
0,00	0,00	0,80	0,10	1,0	80
0,00	0,00	0,98	0,10	0,3	80
0,00	0,00	0,91	0,10	0,3	80
0,00	0,00	0,79	0,62	0,3	80
0,00	0,00	0,56	0,85	0,3	80
0,00	0,00	0,10	0,98	0,3	80
0,00	0,00	0,10	1,00	0,3	200
0,00	0,00	0,10	1,00	0,8	200
0,00	0,00	0,10	1,00	0,8	200
0,00	0,00	0,10	1,00	0,8	200
0,00	0,00	1,00	0,00	0,8	200
0,00	0,00	1,00	0,00	1,0	200
0,00	0,00	1,00	0,00	1,5	200
0,00	0,00	1,00	0,00	2,0	200
0,00	0,00	1,00	0,00	2,0	160
0,00	0,00	1,00	0,00	2,0	80

Tab. 8: Letní stabilita Varianta 1 – Vstupy - stínění, větrání a vnitřní zisky



Obr. 24: Graf letní stability, vnitřní teplota vzduchu – Varianta 1

○ **Zhodnocení varianty 1**

Zastínění malým přesahem střechy a větší násobností výměny vzduchu v nočních hodinách bez dalších opatření nezajistí dostatečnou tepelnou pohodu v místnosti ani během prvního dne. Hodnoty prvního dne se dostávají přes 27°C v podvečerních hodinách.

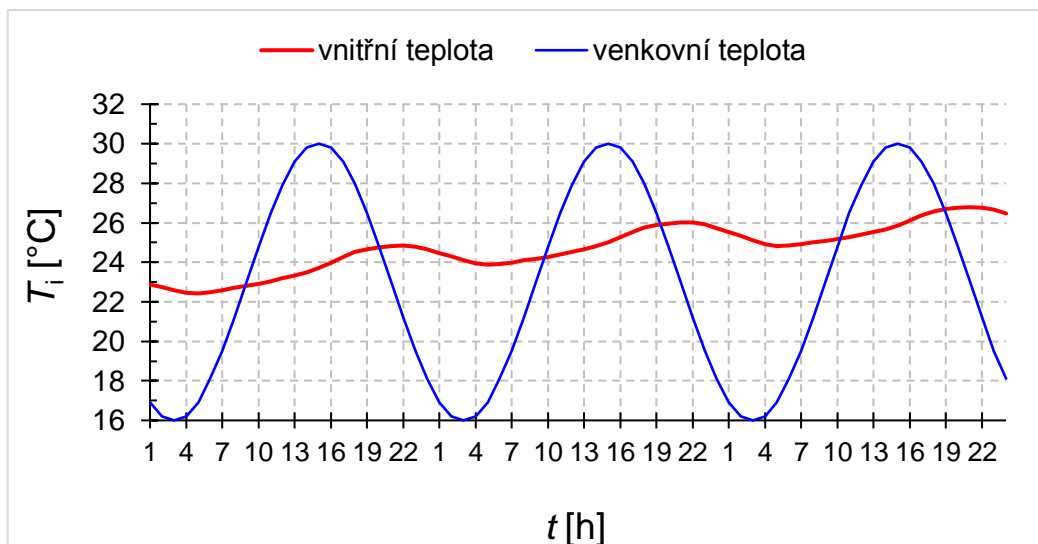
Ani při mnohonásobně větší výměně vzduchu v nočních hodinách se nepodaří pod hodnotou 27°C kromě prvního dne udržet.

○ **Varianta 2**

Jelikož je varianta 1 nevyhovující, jsou v této variantě doplněny venkovní žaluzie s lamelami 90 mm a mezerami 80 mm, uvažovaný sklon lamel od horizontální roviny je 0°.

II. Stínění, větrání a vnitřní zisky					
Zdroj pro hodnoty činitele stínění: https://susdesign.com/louver_shading/index.php					
činitel stínění				násobnost větrání	vnitřní zisky
$F_{sh} [-]$				$n [1/h]$	$Q_i [W]$
sever	horizont	jihových.	jihozápad		
0,00	0,00	1,00	1,00	2,0	80
0,00	0,00	1,00	1,00	2,0	80
0,00	0,00	1,00	1,00	2,0	80
0,00	0,00	1,00	1,00	2,0	80
0,00	0,00	1,00	1,00	0,8	80
0,00	0,00	0,10	0,10	0,8	200
0,00	0,00	0,10	0,10	0,8	200
0,00	0,00	0,10	0,10	0,8	200
0,00	0,00	0,10	0,10	0,8	80
0,00	0,00	0,10	0,10	0,3	80
0,00	0,00	0,10	0,10	0,3	80
0,00	0,00	0,10	0,10	0,3	80
0,00	0,00	0,10	0,10	0,3	80
0,00	0,00	0,10	0,10	0,3	80
0,00	0,00	0,10	0,10	0,3	80
0,00	0,00	0,10	0,10	0,3	200
0,00	0,00	0,10	0,20	0,8	200
0,00	0,00	0,10	0,40	0,8	200
0,00	0,00	0,10	0,60	0,8	200
0,00	0,00	1,00	1,00	0,8	200
0,00	0,00	1,00	1,00	0,8	200
0,00	0,00	1,00	1,00	1,5	200
0,00	0,00	1,00	1,00	1,5	200
0,00	0,00	1,00	1,00	2,0	160
0,00	0,00	1,00	1,00	2,0	80

Tab. 9: Letní stabilita Varianta 2 – Vstupy - stínění, větrání a vnitřní zisky



Obr. 25: Graf letní stability, vnitřní teplota vzduchu – Varianta 2

○ Zhodnocení varianty 2

Ve druhé variantě se pouze staženými nesklopenými žaluziemi podařilo udržet v hodnotách tepelného komfortu. Výchozím bodem byly hodnoty výměny vzduchu z varianty 1. Ty bylo možné ještě upravit a výměnu v některých hodinách snížit na požadované minimum při předpokládaném výskytu osob. Tato varianta se tedy jeví jako velmi vhodné řešení.

3.4.2 Vyhodnocení letní tepelné stability

Požadavek na vnitřní teplotu z hlediska komfortu dle ČSN 730540 nebyl u Varianty 1 splněn ani se k němu nepřiblížil. Stínění pouze malým přesahem střechy při dané orientaci okenních výplní tedy není dostačující. Ani za využití velmi intenzivního nočního větrání by se konstrukce neochladila natolik, aby teplota přes den nepřesáhla požadovaných 27 °C.

Ve Variantě 2 byly přidány venkovní žaluzie. Tato úprava varianty nám pomohla při stažených nezaklopených žaluziích splnit požadované hodnoty tepelného komfortu po dobu tří po sobě následujících modelových letních dní, avšak intenzivnější výměně vzduchu než jen požadované minimum.

Z hlediska letní tepelné pohody je tedy vhodné použít jako stínící prvek venkovní žaluzie. Je tak možné v případě, požadované finanční úspory investorem vypustit přesah střešní konstrukce, který nemá skoro žádný účinek, a tvoří tak především pěkný architektonický prvek. Tuto úsporu lze využít jako prostředek pro realizaci žaluzií.

Ve výpočtu nemůže být zohledněna jedna neznámá, kterou je chování uživatelů objektu. Celý systém by měl být automatizovaný a obyvatelé by měli být alespoň okrajově obeznámeni

s nastavením a fungováním tohoto systému. Nepředpokládá se však, že by v odpoledních hodinách při prudkém letním slunci měli žaluzie trvale vytažené.

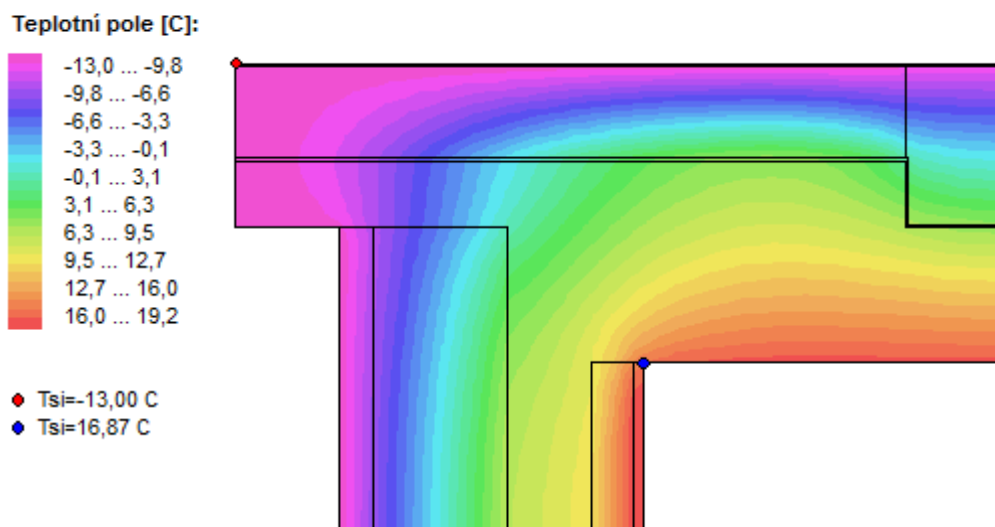
3.4.3 Dopad řešení na potřebu tepla na vytápění

Navrhované řešení nemá dopad na potřebu tepla na vytápění. Dokonce by se dalo říct, že v případě zatažení venkovních žaluzií během zimních nocí se zlepší tepelný odpor a sníží, i když minimálně ztráty okny.

3.5 Posouzení atypického detailu v programu AREA EDU 2017

Na objektu je vymyšlen atypický detail přesahu střechy. Z toho důvodu byl tento detail vybrán pro posouzení v programu AREA. V programu AREA bylo zkoumáno riziko kondenzace a navržena úprava nutná k zamezení vzniku kondenzace v konstrukci, kde je riziko kondenzace nežádoucí.

Výtah z posudku č.1:



ODHAD CHYBY VÝPOČTU:

Součet tepelných toků: 0.0000 W/m
Součet abs.hodnot tep.toků: 14.6085 W/m
Podíl: 0.0000
Podíl je menší než 0.001 - požadavek EN ISO 10211 je splněn.

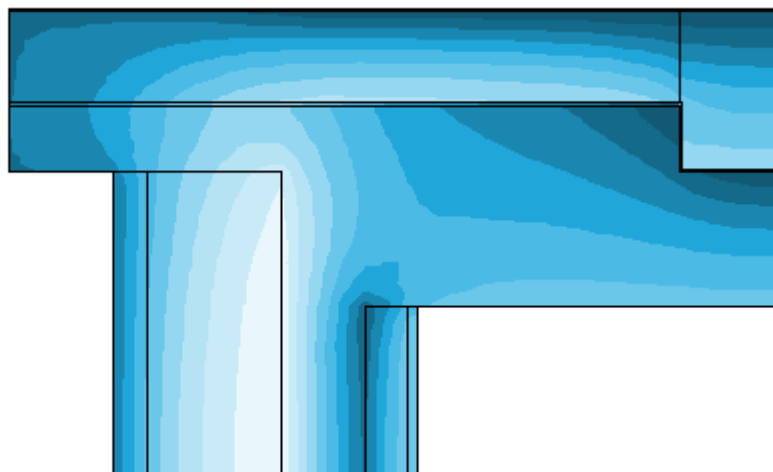
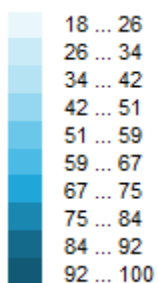
TOKY DIFUNDUJÍCÍ VODNÍ PÁRY PŘI ZADANÝCH PODMÍNKÁCH:

Množství vstupující do konstrukce: 4.1E-0009 kg/m,s.
Množství vystupující z konstrukce: 3.7E-0009 kg/m,s.
Množství kondenzující vodní páry: 4.1E-0010 kg/m,s.

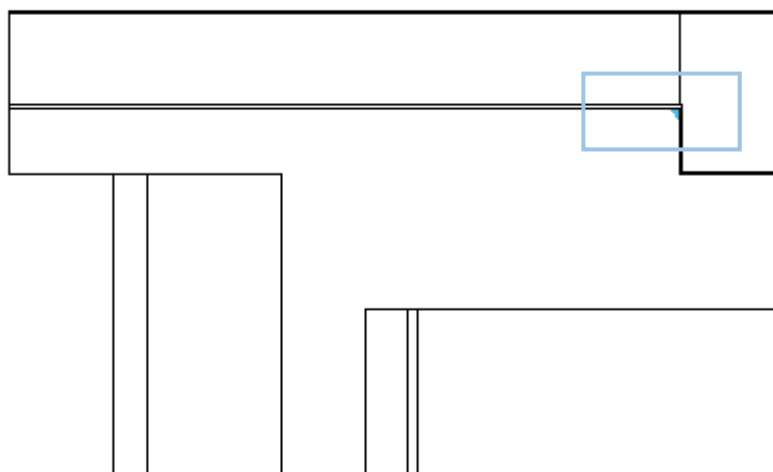
Poznámka: Uvedená množství jsou vztažena k 1 m výšky detailu a platí pro zadané okrajové podmínky.

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

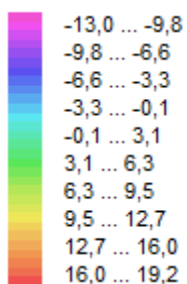


Area 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software

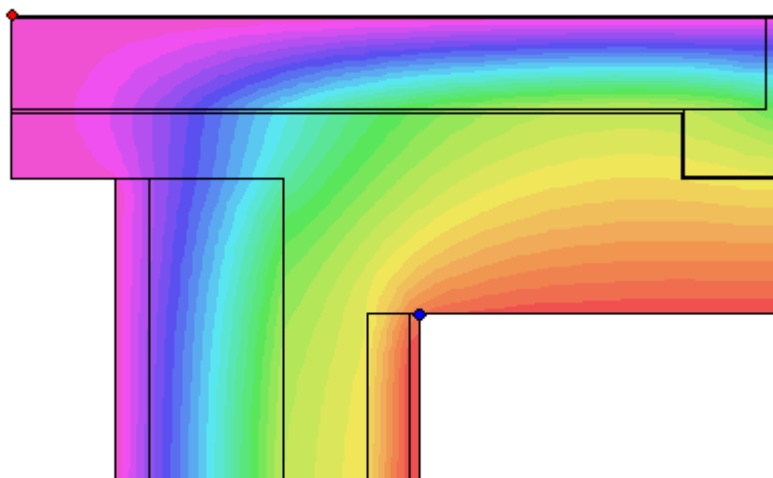
Z posudku č.1 je patrné, že dochází ke kondenzaci v místě změny EPS na PIR izolaci. Proto byla jako další varianta provedena úprava s přesahem 100 mm tepelné izolace PIR do tepelné izolace EPS.

Výtah z posudku č.1:

Teplotní pole [C]:



- ◆ Tsi=-13,00 C
- ◆ Tsi=16,99 C



ODHAD CHYBY VÝPOČTU:

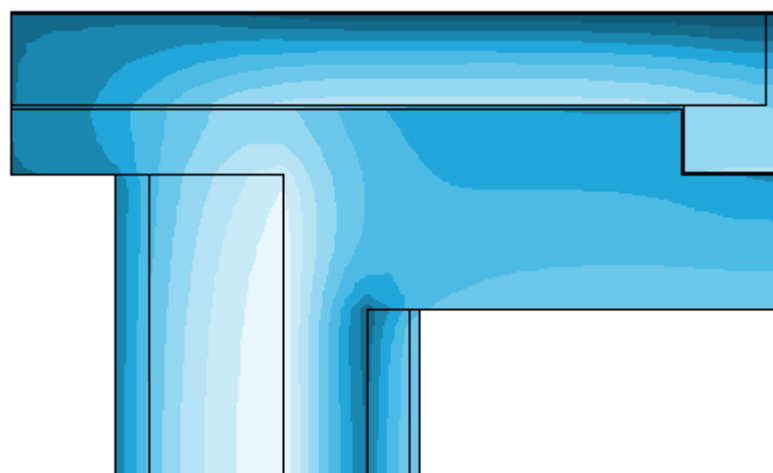
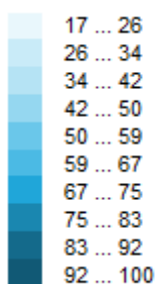
Součet tepelných toků: -0.0000 W/m
Součet abs.hodnot tep.toků: 12.5198 W/m
Podíl: -0.0000
Podíl je menší než 0.001 - požadavek EN ISO 10211 je splněn.

TOKY DIFUNDUJÍCÍ VODNÍ PÁRY PŘI ZADANÝCH PODMÍNKÁCH:

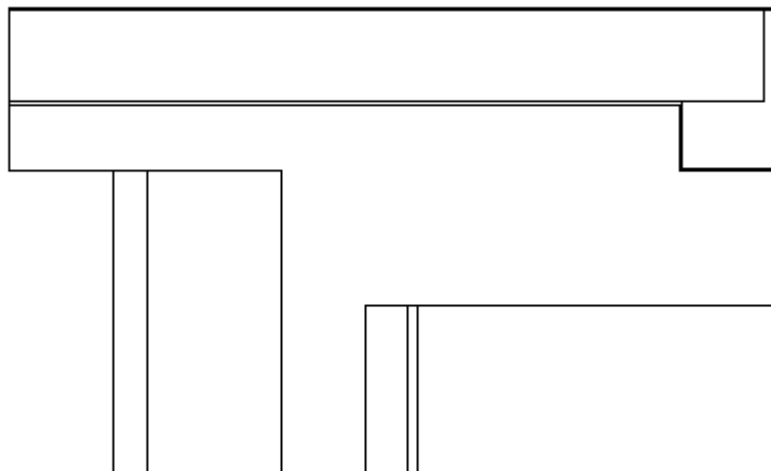
Množství vstupující do konstrukce: 4.1E-0009 kg/m,s.
Množství vystupující z konstrukce: 3.7E-0009 kg/m,s.
Množství kondenzující vodní páry: 3.5E-0010 kg/m,s.

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



Area 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software

Zde je vidět, že v případě přesahu tepelné izolace PIR došlo k posunu teplotního pole dále od CLT panelu a kritického místa rizika kondenzace se posunulo až pod střešní PVC fólii. Tím se posunulo riziko kondenzace mimo dřevěnou konstrukci do míst a materiálů, kde si to z hlediska zkondenzované a vypařitelné vodní páry můžeme dovolit.

Obě varianty, bez ohledu na vliv kondenzace, byly porovnány z hlediska lineárního činitele prostupu tepla, aby bylo poukázáno, o kolik se hodnota liší vlivem drobné úpravy výše. Následně byl proveden výpočet pro kontrolu splnění požadavku na lineární činitel prostupu tepla pro pasivní domy.

Pro kontrolu navržené přírážky na tepelné mosty konstrukce, bylo na stránkách www.pasivnidomy.cz dohledáno několik ověřených provedení detailů odborníky na pasivní domy. K těmto detailům jsou na stránkách uvedeny i hodnoty lineárního činitele prostupu tepla. Na stránkách byly k dohledání detaili velmi podobné konstrukcím navrhovaným v této práci. Tyto hodnoty byly použity pro výpočet kontroly přírážky na tepelné mosty.

Výpočet viz *3.5.1 Kontrola přírážky na tepelné vazby – přepočet na základě katalogových hodnot a řešeného detailu v programu AREA.*

3.5.1 Kontrola přírážky na tepelné vazby – přepočítání na základě katalogových hodnot a řešeného detailu v programu AREA

Lineární činitele prostupu tepla							
1) řešený detail v programu AREA 2017 EDU							
(detail přesahu střechy)							
<u>Vstupní parametry</u>							
$U_{střecha} =$	0,185	W/m ² K		$U_{stěna} =$	0,18	W/m ² K	
$l_{střecha} =$	0,6	m		$l_{stěna} =$	0,2	m	
<u>Hodnoty vypočtené pomocí softwaru AREA 2017 EDU</u>							
(spodní indexy značí přesah izolace v mm)							
				přesah pir izolace za hranu CLT v plášti střechy			
$L_1 =$	0,22	W/mK		$r =$	0	mm	
$L_2 =$	0,189	W/mK		$r =$	100	mm	
$\psi = L - \sum U_j * l_j$				Ψ_{pas} (styk stěny a další konstrukce)			
$\psi_1 =$	0,073	W/mK	< 0,05	W/mK	nesplňuje		
$\psi_2 =$	0,042	W/mK	< 0,05	W/mK	splňuje		
$l_{obvod\ střechy} =$	142,4	m					
Varianta s přetažením PIR izolace přes hranu CLT panelu směrem do prostoru střechy splňuje požadavek na součinitel prostupu tepla pro pasivní domy							
2) lineární činitele typických detailů výplní otvorů							
(hodnoty brány z ověřených detailů na stránkách - https://www.pasivnidomy.cz/detaily/)							
$\Psi_{nadpraží\ typické} =$	0,016	W/mK	(s překrytím okna)				
$\Psi_{nadpraží\ s\ žaluzií} =$	0,016	W/mK	(s izolací za žaluzií)				
$\Psi_{ostění} =$	0,015	W/mK					
$\Psi_{průměrný} =$	0,016	W/mK					
$l_{ostění} =$	237,4	m	(bráno z výpočtu potřeby tepla na vytápění)				
$\Psi_{parapet} =$	0,018	W/mK					
$l_{parapet} =$	86,6	m	(bráno z výpočtu potřeby tepla na vytápění)				
3) Tepelná propustnost detailu a kontrola přírážky na tepelné vazby							
$L =$	11,338	[W/K]	$L = \sum \psi_j * l_j$				
$A_{celkové} =$	1566,6	[m ²]	$\Delta U = L / A_{celkové}$				
$\Delta U =$	0,007	[W/m ² K]	<	0,02	$\Delta U_{volené\ v\ návrhu}$	[W/m ² K]	
Po přepočtu a kontrole navrženého detailu přesahu střechy bylo zjištěno, že zvolená přírážka na tepelné vazby ve výpočtu potřeby tepla na vytápění je vyšší hodnoty než hodnota zde zjištěná výpočtem. Navíc jsou zde uváženy pouze detaily, které zvyšují hodnotu potřeby tepla. Nebyl zde započteny rohové detaily, které jsou zase naopak se zápornou hodnotou a pomáhali by snížit hodnoty vypočtenou výše.							

Tab. 10: Lineární činitel prostupu tepla a ověření přírážky na tepelné mosty

3.6 Systémy TZB

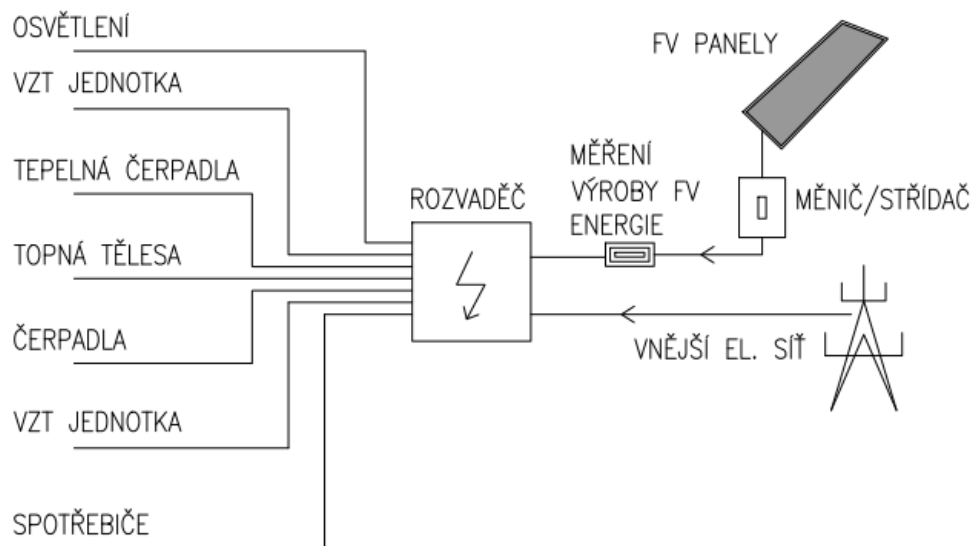
Jako jediný zdroj energie byla v objektu zvolena elektřina. Jelikož je na vytápění a ohřev TV použito tepelné čerpadlo, které je poháněné elektřinou, bylo by zbytečné v objektu zřizovat například plynovou kotelnu. Ta by znamenala další nákladnou investici.

Navíc by vznikly další poplatky na zálohách a správě přípojek a plynoměrů v průběhu let. Nemluvě o potřebných revizích plynu, kouřovodu a kotle samotného, jež se musí dělat každý rok, plus ještě servisu zařízení. Z tohoto hlediska je výhodnější jednotný zdroj energie.

Hlavní nevýhodou elektrické energie z hlediska bilancí, je její vysoký faktor energetické přeměny. V případě návrhu objektu je tento vyšší faktor kompenzován požadavkem na vyšší topný faktor tepelného čerpadla. Topný faktor neboli COP je uvažován 3,5. To je při dnešní nabídce tepelných čerpadel o vyšších výkonech dostupný parametr.

Navíc je počítáno s využitím fotovoltaické energie, která potřebu elektrické energie částečně sníží o obnovitelnou část. Fotovoltaické panely budou umístěny na střechu 3NP.

SCHÉMA VYUŽITÍ ELEKTRICKÉ ENERGIE



Obr. 26: Schéma využití elektrické energie

3.6.1 Větrání

Větrání objektu je řešeno centrální jednotkou se zpětným získáváním tepla. Účinnost rekuperace instalované jednotky bude $\eta = 80 \%$. Ve výpočtech tepelné bilance je uvažovaná nižší účinnost. Vyšší účinnost by měla zaručit, že i přes všechny neznámé, které můžou vzniknout od návrhu až po realizaci, by reálná účinnost neměla být nižší než $\eta = 70 \%$.

Tato varianta se v návrzích standardně používá, jelikož větrání u pasivního domu znamená největší tepelné ztráty. Účinnost rekuperace má tedy velký význam. Reálná účinnost musí být na hodnotě vyšší, než je v návrhu.

Samotná jednotka obsahuje, co se tepelných parametrů týká, pouze zpětné získávání tepla a předehřev pro případ rizika námrazy ve výměníku. Jde o omezení nákladů jak pořizovacích, tak provozních. Pro větrání v letním období bude jednotka vybavena možností tzv. by-pasu. To je potřeba, aby v momentě, kdy budeme přivádět především chladnější noční vzduch, nedocházelo k jeho zahřátí ve výměníku a byla tak zaručena letní stabilita místností dle předpokládaného návrhu s žaluziemi.

Potrubí VZT je vedeno nad podhledem komunikačního jádra objektu 1NP a 2NP. Pro 3NP je napojeno na potrubí 2NP. Odtud je rozvedeno do bytů. Přívod je vždy do pobytových místností. Odtah je v místnostech sociálního zařízení. Viz část *Přílohy – Schéma rozvodů VZT*.

Digestoře kuchyňských linek mají vždy samostatný odtah stupačkami přímo na střechu, aby nedocházelo k zanášení potrubí mastnotou a dalšími nečistotami od vaření.

3.6.2 Vytápění a ohřev TV

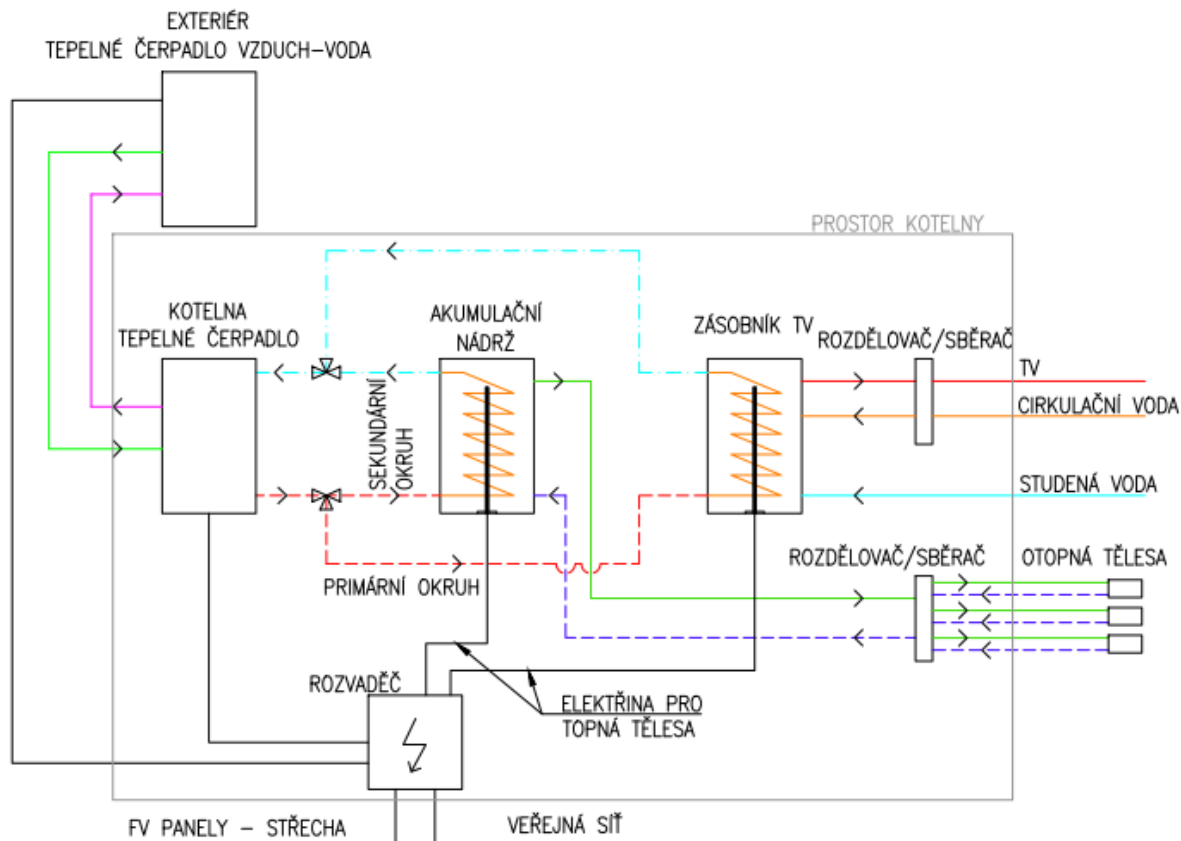
Vytápění objektu a ohřev TV budou zajištěny tepelným čerpadlem vzduch-voda. Tepelné čerpadlo bude vysokoteplotní z důvodu použití na ohřev TV. Venkovní část tepelného čerpadla bude umístěna za stěnou kotelný 1NP. Okruh ohříváný tepelným čerpadlem bude rozdělen na primární okruh – ohřev zásobníku TV, a sekundární okruh – ohřev akumulární nádoby. Obě tyto nádoby v sobě budou mít jako záložní zdroj pro případ nedostatečného chodu tepelného čerpadla topné těleso napojené na elektřinu.

Potřebný výkon tepelného čerpadla byl dimenzován v případě zdroje tepla na vytápění na pokrytí 70% maximálního potřebného výkonu.

Potřebný výkon pro ohřev centrálního zásobníku TV byl počítán při uvažované spotřebě teplé vody $40 \text{ m}^3/(\text{den} \cdot \text{os})$ a se ztrátami systému zásobování teplou vodou 50% vlivem cirkulace a ztráty zásobníku. Viz 3.6.3 *Předběžný návrh zdrojů tepla*.

Celý systém bude řízen pomocí čidel v systému a exteriéru, zároveň s tím i termostaty v místnostech pro zajištění efektivního využití energie. Rozvody TV jsou s řízenou cirkulací,

SCHÉMA VYTÁPĚNÍ A OHŘEVU TV



Obr. 27: Schéma vytápění a ohřevu TV

3.6.3 Předběžný návrh zdrojů tepla

Na základě konceptu TZB byl proveden předběžný návrh potřebných výkonů zdrojů tepla pro ohřev TV a vytápění. Při návrhu zásobníku teplé vody bylo uvažováno několik variant. V návrhu níže jsou nakonec uvažovány jen dvě varianty s konstantním ohřevem a hodinovým ohřevem každou druhou hodinu. Tyto varianty byly porovnány z hlediska potřebného výkonu zdroje a zjištěného potřebného objemu zásobníku. Výpočty pro návrh výkonů a grafy pro vhodný výběr zásobníku TV jsou na dalších stránkách.

Informace o projektu:

Objekt:	Bytový dům Kojetice	Varianta	Varianta B - 3NP
Zpracoval:	Filip Kropáček	Část	Výkon zdroje tepla

Provoz objektu:		Obytné budovy
Požadovaná vnitřní teplota (průměrná hodnota):	$\theta_{i,set} =$	19,1 [°C]
Návrhová venkovní teplota:	$\theta_e =$	-12 [°C]
Objem vzduchu vytápěné zóny:	$V_a =$	2553,5 [m ³]
Počet osob	$n_{os} =$	31 [os]

Výpočet výkonu zdroje tepla:

Konstrukce:

vstupní data		U [W/m ² K]	A [m ²]	b [-]	H _t =A*U*b [W/K]
Konstrukce	Podlaha na terénu	0,200	445,9	0,64	57,08
	Obvodová stěna	0,18	506,2	1,0	91,12
	Střecha plochá	0,15	445,9	1,0	66,89
	Světlík				0,00
	Okna + prosklené dveře	0,79	168,5	1,0	133,12
Přirážka tep.vazby ΔU_{tb} [W/m ² K]		0,02	1566,5	1	31,33
Celkem		-	1566,5	-	379,52

Tepelná ztráta prostupem

H_t [W/K]	379,52	
Q_t [kW]	11,80	$Q_{vyt} = H_t * (\theta_{i,set} - \theta_e) * t$

Větrání:

Měrná tepelná kapacita vzduchu (tl. 100kPa)	c_a	1005	[J/kgK]
Hustota vzduchu (tl. 100kPa)	ρ_a	1,2	[kg/m ³]
Objem vzduchu vytápěné zóny:	$V_a =$	2553,5	[m ³]
Vypočtená násobnost výměny vzduchu	n [-]	0,21	[h ⁻¹]
Hmotnostní průtok větraného vzduchu	m_e	651,1425	[kg/h]
účinnost ZZT	η_{ZZT} [-]	0,7	[-]
činitel větrné expozice	e	0,07	[-]

přídavný objemový tok vzduchu

V_x [m³/h]	107,25	$V_x = V * n_{50} * e$
--	---------------	------------------------

zmenšený objemový tok vzduchu

V_{od} [m³/h]	162,79	$V_{od} = V * n_{50} * e$
---	---------------	---------------------------

Měrná tepelná ztráta větráním

H_v [W/K]	90,46	$H_v = ((V_{od} + V_x) * \rho_a * c_a) * 3600$
Q_v [kW]	2,81	$Q_v = H_v * (\theta_{i,set} - \theta_e) * t$

Celková tepelná ztráta

Q [kW]	14,62	$Q = Q_v + Q_t$
---------------	--------------	-----------------

Tab. 11: Výkon zdroje tepla na vytápění

Ohřev TV:

Denní potřeba tepla na ohřev TV:

Měrná tepelná kapacita vody	c_v	4182	[J/kgK]
	\Rightarrow	1,163	[Wh/(kg*K)]
Hustota vody	ρ_v	1000	[kg/m ³]
Potřeba TV na osobu/den - bytový dům	V_{TV}	0,04	[m ³ /(den*os)]
Teplota studené vody	t_{sv}	10	[°C]
Teplota teplé vody	t_{TV}	55	[°C]
Potřeba TV pro celý objekt	V_{zp}	1,24	[m ³ /den]

Návrh objemu zásobníku TV podle ČSN 06 0320 (centrální ohřev)

Teplo na ohřátí V_{zp}

Q_{2T} [kWh/den]	64,82	$Q_{2T} = V_{zp} \cdot c \cdot \rho \cdot (t_2 - t_1)$
--------------------	-------	--

Teplo ztracené při ohřevu a dopravě

Q_{2Z} [kWh/den]	32,41	$Q_{2Z} = Q_{2T} \cdot 0,5$
--------------------	-------	-----------------------------

Potřeba tepla z ohřivače

Q_{2P} [kWh/den]	97,23	$Q_{2P} = Q_{2T} + Q_{2Z}$
--------------------	-------	----------------------------

Varianta - konstantní ohřev:

ΔQ_{max} [kWh]	22,90	(odečteno z grafu)
------------------------	-------	--------------------

Velikost zásobníku

V_z [m ³]	0,44	$V_z = \frac{Q_{max}}{c(t_2 - t_1)}$
-------------------------	------	--------------------------------------

Navržený objem zásobníku TV je 500 L.

Roční potřeba tepla na ohřev TV:

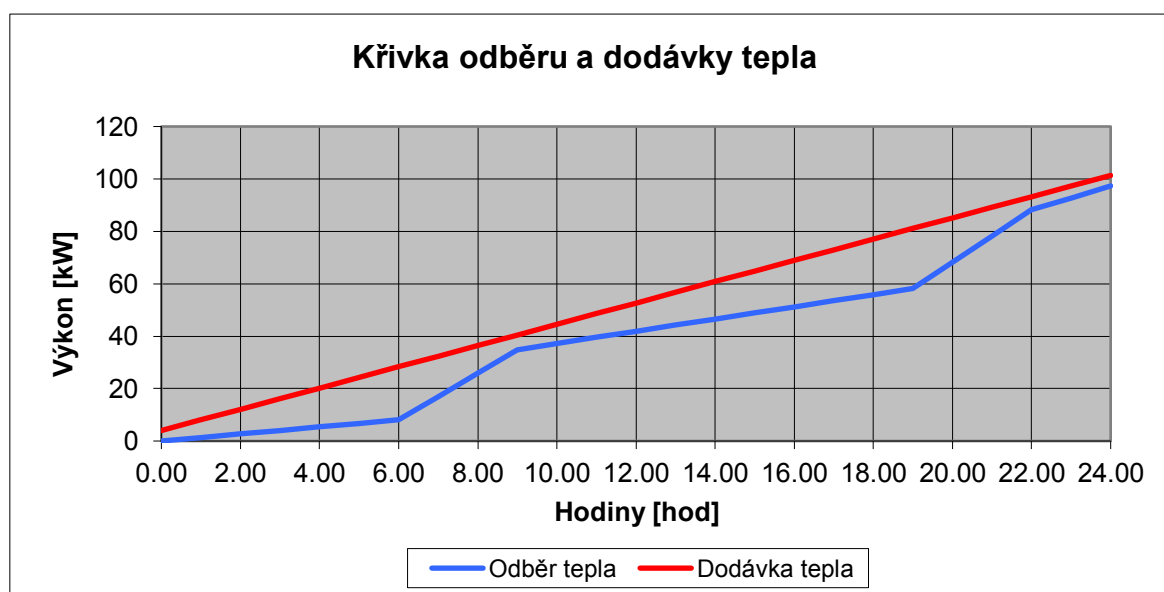
Q_{TV} [kWh]	35489,50	$Q_{TV} = Q_{2P} \cdot 365$
----------------	----------	-----------------------------

Potřebných výkon zdroje TV:

Potřebný výkon ohřevu TV při konstantním ohřevu 24h se započtením ztrát zásobníku a cirkulace ($0,5 \cdot Q_{2T}$)

$Q_{TV,h}$ [kW]	4,05
-----------------	------

Tab. 12: Výkon zdroje tepla zásobníku TV - konstantní ohřev



Obr. 28: Graf konstantního ohřevu zásobníku TV – konstantní ohřev

Varianta - s ohřevem každou druhou hodinu:

ΔQ_{max} [kWh]	27,00	(odečteno z grafu)
------------------------	-------	--------------------

Velikost zásobníku

V_z [m ³]	0,52	$V_z = \frac{Q_{max}}{c(t_2-t_1)}$
-------------------------	------	------------------------------------

Navržený objem zásobníku TV je 550 l.

Roční potřeba tepla na ohřev TV:

Q_{TV} [kWh]	35489,50	$Q_{TV} = Q_{2P} * 365$
----------------	----------	-------------------------

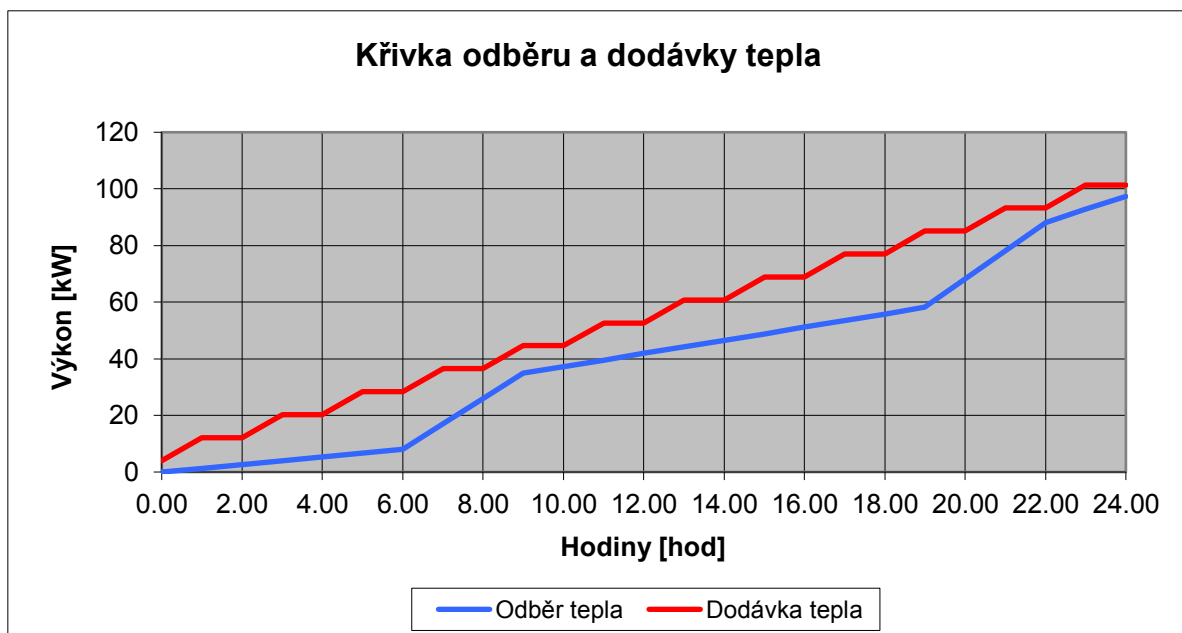
Potřebných výkon zdroje TV:

Potřebný výkon ohřevu TV při přerušovaném ohřevu 12h se započtením ztrát zásobníku a cirkulace ($0,5 * Q_{2T}$)

$Q_{TV,h}$ [kW]	8,10
-----------------	------

Nevýhodná varianta z pohledu výkonu TČ

Tab. 13: Výkon zdroje tepla zásobníku TV – ohřev každou druhou hodinu



Obr. 29: Graf ohřevu zásobníku TV – ohřev každou druhou hodinu

Souhrn potřebných výkonů vybrané varianty:

Celková tepelná ztráta - výkon zdroje tepla pro vytápění

Q [kW]	14,62
----------	-------

Potřebný výkon ohřevu TV při konstantním ohřevu 24h se započtením ztrát zásobníku a cirkulace ($0,5 * Q_{2T}$)

$Q_{TV,h}$ [kW]	4,05
-----------------	------

Byl zvolen konstantní ohřev zásobníku pro nižší potřebný výkon zdroje. Z posuzovaných variant zásobníku teplé vody byly z důvodu velkých objemů zásobníku a velkých výkonů vyloučeny ty s delšími ohřívacími fázemi. Varianty by byly i nevýhodné z hlediska výkonů tepelného čerpadla – velký výkon totiž znamená značně dražší čerpadlo.

3.6.4 Předběžná bilance neobnovitelných energií

Na základě koncepce TZB byly spočítány potřeby energií na vytápění a ohřev teplé vody, viz výše.

Dále byl proveden výpočet vyrobené energie navrženými fotovoltaickými panely, která pomůže snížit poměr neobnovitelné energie objektu.

Byly dopočítány hodnoty pro pomocné energie prvků TZB. Pro VZT bylo počítáno na základě celkového objemu větraného vzduchu VZT jednotkou (vyčteno z tabulek výrobce VZT). Pro oběhová čerpadla na základě počtu jednotlivých okruhů, kde jsou potřeba. Pro osvětlení byla zvolena hodnota uvažovaná pro bytové domy se zářivkovými zdroji na metr čtverečný (hodnota brána z *Národního Kalkulačního Nástroje II – NKN II verze 3.25, listopad 2016*)

Instalovaný výkon solárních panelů je 9,8 kWp.

Roční produkce elektrické energie FV panelů:					
(Zdroj: http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?map)					
Měsíce	Průměrná denní výroba el.energie	Průměrná měsíční výroba el.energie	Panely umístěny na střeše 3NP :		
			Schüco MPE 245 PS 09		
			Nosná konstrukce Schüco přitížená		
			Sklon = 15°		
	E_d [kWh]	E_m [kWh]		počet	
1	6,02	186,40	SV	10	
2	12,01	335,90	JV	20	
3	22,88	710,00	JZ	10	
4	34,59	1039,00			
5	38,48	1193,00			
6	40,94	1228,00			
7	38,21	1184,00			
8	33,65	1041,00			
9	24,95	748,00			
10	15,16	470,10			
11	7,08	212,80			
12	4,80	148,60			
Σ [kWh/rok]	-	8496,80			

Tab. 14: Výroba energie fotovoltaickými panely

Navrhovaný výkon tepelného čerpadla pro vytápění:		
Potřebný maximální výkon soustavy dle výpočtu		
Q [kW]	14,62	
Topný faktor TČ		
ΣCOP [-]	3,50	
Návrh je prováděn na pokrytí 70% potřebného výkonu tepelným čerpadlem.		
Q_{0,70}[kW]	10,23	
Celkové potřeby elektrické energie se započtením COP u tep. čerpadla		
Celková potřeba tepla na vytápění		
Q_h[kWh/rok]	13993,00	
Potřeba elektrické energie pro pokrytí 70% TČ na vytápění:		
E_{h-TČ}[kWh/rok]	2798,60	$E_h = Q * 0,7 / COP$
Potřeba elektrické energie pro ohřev 30% elektřinou		
E_{h-EL}[kWh/rok]	4197,90	$E_{TV-EL} = Q_{TV} * 0,3$
Potřeba elektrické energie pro ohřev TV		
E_{TV-CELKOVÁ}[kWh/rok]	6996,50	
Potřeba elektrické energie pro TČ na ohřev TV		
Celková roční potřeba tepla na ohřev TV:		
Q_{TV}[kWh/rok]	35489,50	
Potřeba elektrické energie pro ohřev 100% tepelným čerpadlem		
Q_{TV-TČ}[kWh/rok]	10139,86	$E_{TV-TČ} = Q_{TV} / COP$
Potřeba elektrické energie pro ohřev 0% elektřinou		
Q_{TV-EL}[kWh/rok]	0,00	
Potřeba elektrické energie pro ohřev TV		
Q_{TV-CELKOVÁ}[kWh/rok]	10139,86	
Odhad pomocných energií:		
Oběhová čerpadla:	4 ks - otopná soustava (3x větev soustavy, 1x Ak.nádrž-rozdělovač)	
	1 ks - cirkulační čerpadlo TV	
	1ks - oběhové čerpadlo na okruhu TČ - ZTV/ Ak.nádrž	
ČERPADLA	$P_{\text{čerpadlo}} =$	90 W
P_{čerpadla}[kWh/rok]	4730,40	$P_{\text{čerpadla}} = P * n * 24 * 365$
Ventilátory VZT:		
příkon jednotky	$P_{\text{ventilátor}} =$	420 W (při max. průtoku 1000 m ³ /h)
P_{VZT}[kWh/rok]	3679,20	$P_{VZT} = P * n * 24 * 365$
CELKOVÝ PŘÍKON POMOCNÉ ENERGIE:		
P_{CELKOVÝ}[kWh/rok]	8409,60	$P_{\text{CELKOVÝ}} = \Sigma P$
PO PŘÍRÁŽCE NA REGULAČNÍ PRVKY	8500,00	

Tab. 15: Potřeba energií s uvážením topného faktoru

Objekt:	Bytový dům Kojetice		Varianta	Varianta B-3NP			
Zpracoval:	Filip Kropáček		Část	Odhad primární energie			
Provoz objektu:			Obytné budovy				
Podlahová plocha vytápěné zóny			A =	983,8 [m ²]			
Osvětlení pro bytové domy - roční potřeba pro zářivkové zdroje			Q _{aux}	2,5 [kWh/m ² rok]			
Potřeba dodané elektrické energie energie pro BD KOJETICE							
	Potřeba tepla na vytápění - 100% elektřina	Potřeba tepla pro přípravu TV - 100% TČ	Potřeba pomocné energie TZB	Potřeba el. Energie na osvětlení	Fotovolt. energie	Součet	
	Q _h	Q _{TV}	Q _c	Q _{aux}	E _{PV}	ΣQ+E	
[kWh/rok]	13993	10140	8500	2500	-8497	26636	
[kWh/m ² rok]	14,2	10,3	8,6	2,5	-8,6	27	
Potřeba dodané elektrické energie energie pro BD KOJETICE							
	Potřeba tepla na vytápění - 70% TČ, 30% elektřina	Potřeba tepla pro přípravu TV - 100% TČ	Potřeba pomocné energie TZB	Potřeba el. Energie na osvětlení (odhad kolem 3kWh/m2rok)	Fotovolt. energie	Součet	
	Q _h	Q _{TV}	Q _c	Q _{aux}	E _{PV}	ΣQ+E	
[kWh/rok]	6997	10140	8500	2500	-8497	19640	
[kWh/m ² rok]	7,1	10,3	8,6	2,5	-8,6	20	
Potřeba neobnovitelné primární energie pro BD KOJETICE							
Roční potřeba energie				E [kWh]	Konverzní faktor	PEI [kWh]	PEI [kWh/m ² rok]
Vytápění - elektřina, ohřev TV - 100% TČ				26636	3	79908	81,2
Vytápění - 70% TČ, 30% elektřina, ohřev TV - 100% TČ				19640	3	58919	59,9
Posouzení primární energie dle požadavku TNI - při vytápění elektřinou							
81,2 [kWh/m ² rok]		<		60 [kWh/m ² rok]			
V případě vytápění elektřinou, nevyhoví návrh požadavku pro pasivní standard.							
Posouzení primární energie dle požadavku TNI - při pokrytí ohřevu TV 100% TČ a pokrytí vytápění z 70% TČ							
59,9 [kWh/m ² rok]		<		60 [kWh/m ² rok]			
V případě pokrytí ohřevu TV plně tepelným čerpadlem, a vytápění ze 70% tepelným čerpadlem, vyhoví objekt na požadavek pro pasivní standard.							

Tab. 16: Odhad primární energie

V primárních energiích byly porovnány varianty s tepelným čerpadlem pouze na ohřev TV a varianta v kombinaci s pokrytím 70% potřeby tepla na vytápění tepelným čerpadlem. Na požadavek TNI vyhověla pouze varianta v kombinaci s pokrytím 70% potřeby tepla na vytápění tepelným čerpadlem. Z toho vyplývá, že navrhovaný výkon tepelného čerpadla je 14,5 kW.

4 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout objekt nízkopodlažního bytového domu splňující nebo alespoň velmi se blížíci požadavkům na pasivní dům.

V první části práce byly zmíněny legislativní požadavky, které jsou důvodem směřování objektu do pasivního standardu. Dále v této části byly představeny některé ukázky samostatně stojících nízkopodlažních bytových domů. Tyto ukázky sloužily pro porovnání stavění tohoto typu domů v ČR a v sousedních zemích EU. Zároveň tyto domy posloužily jako inspirace pro tvorbu vizuálního a konstrukčního řešení navrhovaného objektu.

Druhá, návrhová část obnášela postupné posouzení variant vhodnosti tvaru objektu, variant materiálového a konstrukčního řešení a jejich zapracování do návrhu. Je v ní i posouzení a vyhodnocení koncepčního návrhu technického zařízení budov z hlediska energií.

Výsledkem je vytvoření objektu včetně energetické koncepce, která při zvolených variantách splňuje základní požadavky na pasivní dům včetně neobnovitelné primární energie. Pro přesný výstup hodnot neobnovitelné energie by bylo potřeba provést především u tepelného čerpadla podrobnou analýzu s hodinovým krokem a posoudit celou otopnou soustavu.

Cíl práce – návrh bytového domu do pasivního standardu byl tedy splněn. Byla vytvořena budova s navrženou koncepcí TZB splňující požadavky pro pasivní bytový dům.

Na tuto práci by se dalo navázat zpracováním projektové dokumentace a detailním posouzením systému TZB.

5 Seznam příloh

- 1- Potřeba tepla na vytápění
- 2- Environmentální posouzení konstrukcí obvodových stěn
- 3- Vyhodnocení z programu TEPLO 2017 EDU – výtah
- 4- Vyhodnocení detailu v programu AREA
- 5- Předběžný statický výpočet
 - ZJEDNODUŠENÝ VÝPOČET
 - KONSTRUKČNÍ SCHÉMATA
- 6- Výkresová část
 - PŮDORYSY – 1NP, 2NP, 3NP, STŘECHA
 - ŘEZY – A-A‘ + B-B‘
 - POHLEDY – JZ+SV, SZ+JV
 - SKLADBY KONSTRUKCÍ
 - DETAILS
 - SCHÉMATA TZB – ROZVODY VZT - 1NP, 2NP, 3NP
 - VYTÁPĚNÍ A ROZVODY TV – 1NP, 2NP, 3NP

Seznam obrázků

Obr. 1: Bytové domy Elča a Emča v Praze – Skanska [3].....	5
Obr. 2: Developerský projekt Bernáčkova – RD Rýmařov [5].....	6
Obr. 3: Bytový dům Ölzbündt, Dornbirn - Rakousko [7].....	7
Obr. 4: Bytový dům Heldenstraße, Feldkirch – Rakousko [8].....	8
Obr. 5: První pasivní dům v Darmstadtu - Německo [9].....	8
Obr. 6: Schéma centrálního podtlakového větrání [10].....	10
Obr. 7: Schéma centrální VZT jednotky [10].....	11
Obr. 8: Schéma lokálních VZT jednotek s jednotným odvodním potrubím [10]	12
Obr. 9: Schéma hybridního větrání [10]	12
Obr. 10: Schéma lokálního vytápění s integrovaným zásobníkem [12]	13
Obr. 11: Schéma centrálního vytápění a ohřevu TV s mezizásobníkem [12].....	14
Obr. 12: Ohřev TV a podpora vytápění pomocí sluneční energie - Viessmann [13]	15
Obr. 13: Koncepční rozdělení pozemku.....	17
Obr. 14: Dispozice 1NP	18
Obr. 15: Dispozice 2NP	19
Obr. 16: Dispozice 3NP	19
Obr. 17: Zjednodušený model Varianta A - 2NP	21
Obr. 18: Skladba obvodové stěny 2by4	28
Obr. 19: Graf porovnání variant 2by4 systém	28
Obr. 20: Skladba obvodové stěny CLT	29
Obr. 21: Graf porovnání variant CLT	30
Obr. 22: Graf porovnání nejlépe vycházejících variant	30
Obr. 23: Kritická místnost č. 2.10 letního přehřívání	33
Obr. 24: Graf letní stability, vnitřní teplota vzduchu – Varianta 1	35
Obr. 25: Graf letní stability, vnitřní teplota vzduchu – Varianta 2.....	37
Obr. 26: Schéma využití elektrické energie	43
Obr. 27: Schéma vytápění a ohřevu TV.....	45
Obr. 28: Graf konstantního ohřevu zásobníku TV – konstantní ohřev.....	47
Obr. 29: Graf ohřevu zásobníku TV – ohřev každou druhou hodinu	48

Seznam tabulek

Tab. 1: Souhrn návrhu obálky a energetické bilance pro Variantu A.....	22
Tab. 2: Souhrn návrhu obálky a energetické bilance pro Variantu B.....	23
Tab. 3: Zatřídění obálky budovy dle referenční budovy.....	25
Tab. 4: Environmentální posouzení variant obvodové pláště 2by4 systému	28
Tab. 5: Environmentální posouzení variant obvodové pláště CLT	29
Tab. 6: Letní stabilita – klimatické vstupy.....	34
Tab. 7: Letní stabilita – geometrické a tepelné charakteristiky místnosti.....	34
Tab. 8: Letní stabilita Varianta 1 – Vstupy - stínění, větrání a vnitřní zisky	35
Tab. 9: Letní stabilita Varianta 2 – Vstupy - stínění, větrání a vnitřní zisky	36
Tab. 10: Lineární činitel prostupu tepla a ověření přírážky na tepelné mosty	42
Tab. 11: Výkon zdroje tepla na vytápění	46
Tab. 12: Výkon zdroje tepla zásobníku TV - konstantní ohřev	47
Tab. 13: Výkon zdroje tepla zásobníku TV – ohřev každou druhou hodinu	48
Tab. 14: Výroba energie fotovoltaickými panely	49
Tab. 15: Potřeba energií s uvažováním topného faktoru	50
Tab. 16: Odhad primární energie.....	51

Zdroje

- [1] *Zákon č. 406/2000 Sb.: Zákon o hospodaření energií*. In: . Sbírnka zákonů České republiky, 2000.
- [2] PROF. ING. KAREL KABELE, CSC., . *Změna evropské směrnice o energetické náročnosti budov (EPBD 3)*. *Tzbinfo* [online]. ČVUT v Praze, Fakulta stavební, katedra TZB, b.r. [cit. 2019-01-05]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/17969-zmena-evropska-smernice-o-energeticke-narocnosti-budov-epbd-3>
- [3] *Skanska development* [online]. b.r. [cit. 2019-01-05]. Dostupné z: <https://www.skanska.cz/co-delame/development/rezidencni-development/>
- [4] POKORNÝ, Marek. *Požární bezpečnost staveb: sylabus pro praktickou výuku*. 1. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2014. ISBN 978-80-01-05456-7.
- [5] *Energeticky úsporné byty v Dolních Heršpicích v Brně: zahájili jsme II. etapu výstavby* [online]. 2017 [cit. 2019-01-05]. Dostupné z: <https://www.rdrymarov.cz/novinka-energeticky-usporne-byty-v-dolnich-herspicich-v-brne--4>
- [6] Ölbündt. In: *Passive House Database* [online]. b.r. [cit. 2019-01-05]. Dostupné z: https://passivhausprojekte.de/index.php?lang=en#d_3124
- [7] ÖLZBÜNDT HOUSING DEVELOPMENT. *WOODDAYS* [online]. b.r. [cit. 2019-01-05]. Dostupné z: <http://www.wooddays.eu/en/architecture/best-practice-architecture/detail/wohnanlage-oelzbuendt/>
- [8] *Hkarchitekten: Heldenstraße, Feldkirch-Altenstadt* [online]. b.r. [cit. 2019-01-05]. Dostupné z: <https://www.hkarchitekten.at/en/projects/heldenstrasse-altenstadt/>
- [9] Pioneer Passive House project upgraded to Passive House Plus. *Irish Building Magazine* [online]. b.r. [cit. 2019-01-05]. Dostupné z: <https://www.irishbuildingmagazine.ie/2016/12/01/pioneer-passive-house-project-upgraded-to-passive-house-plus/>
- [10] ING. VLADIMÍR ZMRHAL, a PH.D., ING. JIŘÍ PETLACH. *Systémy větrání obytných budov*. *Tzbinfo* [online]. b.r. [cit. 2019-01-05]. Dostupné z:

<https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-rodinnych-domu/7937-systemy-vetrani-obytnych-budov>

- [11] ING. LIBOR HRUBÝ, . Zdroje energie pro pasivní domy. *Tzbinfo* [online]. b.r. [cit. 2019-01-05]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/pasivni-domy/13943-zdroje-energie-pro-pasivni-domy>
- [12] PROF. ING. KAREL KABELE, CSC., a PROF. ING. DUŠAN NEVŘALA. Integrace vytápění a ohřevu TUV v nízkoenergetických bytových domech. *Tzbinfo* [online]. b.r. [cit. 2019-01-05]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/2227-integrace-vytapeni-a-ohrevu-tuv-v-nizkoenergetickych-bytovych-domech>
- [13] *Využitím energie ze slunce se můžete radovat ze snížených účtů za energii* [online]. b.r. [cit. 2019-01-05]. Dostupné z: <https://www.viessmann.cz/cs/obytne-budovy/ktery-topny-system/solarni-systemy.html>
- [14] *PVGIS* [online]. b.r. [cit. 2019-01-06]. Dostupné z: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?map>

Přílohy

1 Potřeba tepla na vytápění - výpočet

Výpočet byl proveden výpočetním programem Excel vytvořeným Ing. Kamilem Staňkem a dle jeho podkladů pro předmět YDRS. Byl použit měsíční výpočet.

Použité vzorce:

Potřeba tepla na vytápění [kWh]		
$Q_{nd} = Q_l - \eta_g \cdot Q_g$		
Tepelné ztráty [kWh]		Využit. tep. zisky [kWh]
$Q_l = Q_T + Q_V$		$Q_g = Q_{int} + Q_{sol}$
Tepelné ztráty prostupem [kWh]	Tepelné ztráty větráním [kWh]	Průměrný výkon vnitřních zisků [kWh]
$Q_T = H_T \cdot (\theta_{i,set} - \theta_e) \cdot t$	$Q_V = H_V \cdot (\theta_{i,set} - \theta_e) \cdot t$	$\dot{Q}_{int} = n_{os} \cdot 100 \cdot occup + n_{bj} \cdot 100$
Měrný tepelný tok prostupem [W/K] (zjednodušené)	Měrný tepelný tok větráním [W/K]	Solární zisky [kWh]
$H_T = \sum_i A_i \cdot U_i \cdot b_i + A \cdot \Delta U_{tb}$	$H_V = \rho_a \cdot c_a \cdot \dot{V}_a$	$Q_{sol} = \sum_j H_j \sum_n A_{s,n,j}$
	Průměrný objem. tok větr. vzduchu [m ³ /h]	Účinná solární sborná plocha [m ²]
	$\dot{V}_a = \dot{V}_{a,d} = n_{os} \cdot 25 \cdot occup$	$A_s = A_w \cdot g_{\perp} \cdot F_w \cdot F_F \cdot F_C \cdot F_S$
	Úprava obj. toku při použití ZZT [m ³ /h]	Faktor využitelnosti tepelných zisků [-]
	$\dot{V}_a = \dot{V}_{a,d} \cdot (1 - \eta_{ZZT}) + \dot{V}_x$	$\eta_g = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}}$
		Časová konst. vytápěné zóny [h]
		$\tau = \frac{C_m / 3600}{H_T + H_V}$

ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Základní popis zóny:					
Počet osob	n_{os}	31	os		
Přítomnost osob (procento času)	p	70%			
Požadovaná vnitřní teplota	θ_i	19,1	°C	zprůměrováno z jednotlivých provozů	
Objem vytápěné zóny	V	3 478,2	m ³	← z vnějších rozměrů	
Plocha obalových konstrukcí vytápěné zóny	A	1 566,6	m ²		
Podlahová plocha vytápěné zóny	A_f	983,8	m ²	← z celkových vnitřních rozměrů	
Objemový faktor tvaru budovy	A/V	0,45	-		

KLIMATICKÁ DATA - MĚSÍČNÍ

Popis lokality:

Místo: Kojetice - okres Mělník (průměrné teploty uvažovány pro okres Mělník)
 50° s.š. / 14°
 GPS: v.d. (sluneční záření bráno z údajů pro Prahu)
 Nadmořská výška: 190 m.n.m.

Energie slunečního záření v MJ/m²:

Měsíc	počet dnů	venkovní teplota θ_e (°C)	Celková energie globálního slunečního záření pro jednotlivé orientace $I_{s,j}$									
			S	J	V	Z	H	SV	SZ	JV	JZ	
1	31	-1,7	47	104	58	58	76	47	47	86	86	
2	28	0,1	72	162	97	97	133	76	76	137	137	
3	31	4,0	115	234	162	162	259	122	122	209	209	
4	30	8,7	158	292	238	238	410	184	184	277	277	
5	31	13,7	209	313	299	299	536	245	245	320	320	
6	30	17,0	216	284	292	292	526	248	248	299	299	
7	31	18,4	212	292	288	288	518	245	245	302	302	
8	31	17,8	184	320	277	277	490	216	216	313	313	
9	30	13,9	126	256	187	187	313	140	140	234	234	
10	31	8,9	86	220	126	126	205	90	90	184	184	
11	30	3,9	47	112	61	61	90	47	47	94	94	
12	31	0,3	32	72	40	40	54	32	32	61	61	

Energie slunečního záření v kWh/m²:

Měsíc	počet dnů	venkovní teplota θ_e (°C)	Celková energie globálního slunečního záření pro jednotlivé orientace $I_{s,j}$									
			S	J	V	Z	H	SV	SZ	JV	JZ	
1	31	-1,7	7	50	15	20	23	12	12	37	44	
2	28	0,1	13	56	26	28	40	20	20	47	51	
3	31	4,0	23	82	51	53	79	36	37	73	76	
4	30	8,7	32	95	74	72	118	51	49	92	86	
5	31	13,7	47	97	104	93	161	79	73	109	98	
6	30	17,0	52	87	115	88	166	91	73	108	88	
7	31	18,4	47	93	100	93	162	78	75	103	97	
8	31	17,8	38	100	88	88	143	64	63	101	100	
9	30	13,9	24	95	60	64	96	38	40	82	86	
10	31	8,9	17	75	34	48	57	21	25	51	71	
11	30	3,9	9	36	14	18	24	10	11	25	32	
12	31	0,3	6	29	11	12	17	9	9	23	26	
	365	8,8	315	895	692	677	1086	509	487	851	855	

MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM - NEPRŮSVITNÉ KONSTRUKCE

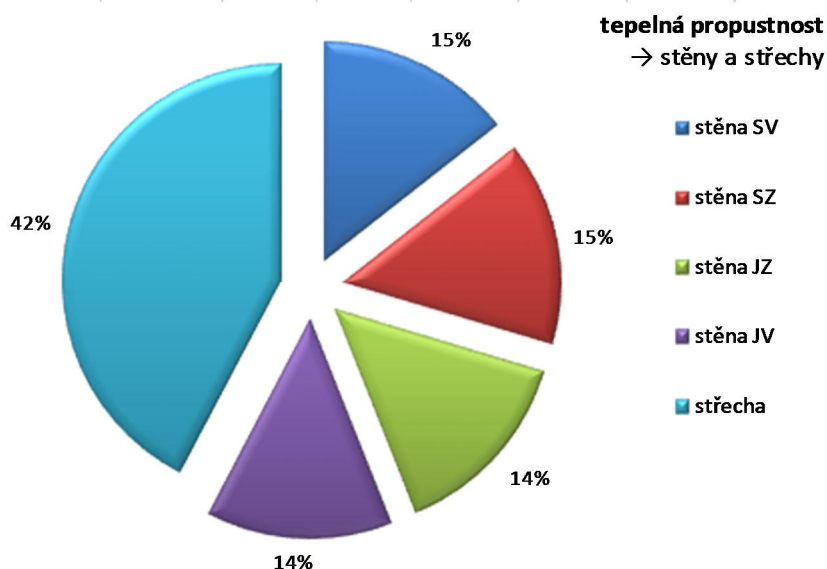
dle ČSN EN ISO 13789 - přímý prostup tepla do vnějšího prostředí (-> plošné neprůsvitné konstrukce, kromě dveří)

Obvodové stěny mezi vytápěným prostorem a vnějším prostředím:

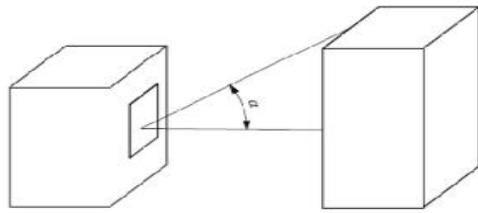
Stěna	orientace	šířka	výška	celková plocha	plocha výplní otvorů		čistá plocha	součinitel prostupu tepla	tepelná propustnost
		b	h	A_T	A_G		A	U	$L_{D,1,i}$
		m	m	m^2	m^2	%	m^2	$W/(m^2 \cdot K)$	W/K
stěna SV	SV	-	-	188,2	62,13	33,0	126,1	0,180	22,69
stěna SZ	SZ	-	-	149,2	15,47	10,4	133,7	0,180	24,07
stěna JZ	JZ	-	-	188,2	62,13	33,0	126,1	0,180	22,69
stěna JV	JV	-	-	149,2	28,82	19,3	120,4	0,180	21,67
				674,8	168,5		506,2		91,1
CELKEM									

Střechy (mezi vytápěným prostorem a venkovním) prostředím:

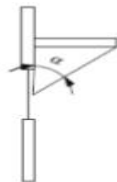
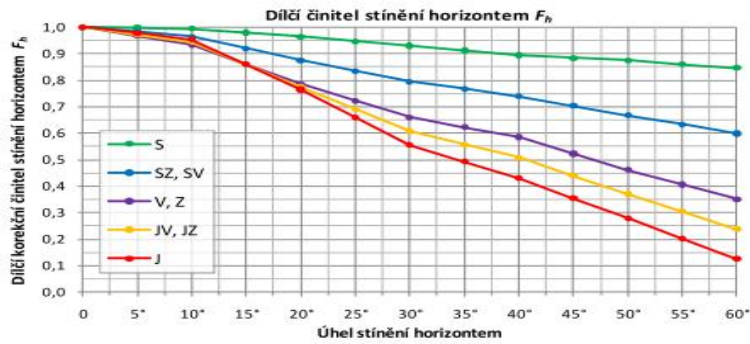
Střechy	šířka	výška	celková plocha	plocha výplní otvorů		čistá plocha	součinitel prostupu tepla	tepelná propustnost	
	b	h	A_T	A_G		A	U	$L_{D,2,i}$	
	m	m	m^2	m^2	%	m^2	$W/(m^2 \cdot K)$	W/K	
střecha	-	-	445,9	0,00	0,0	445,9	0,150	66,89	
				445,9		445,90		66,9	
CELKEM									



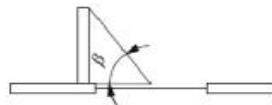
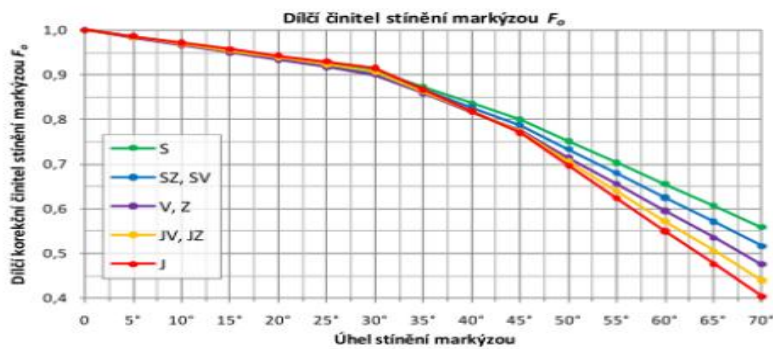
Podklad pro dílčí činitele stínění okenních výplní



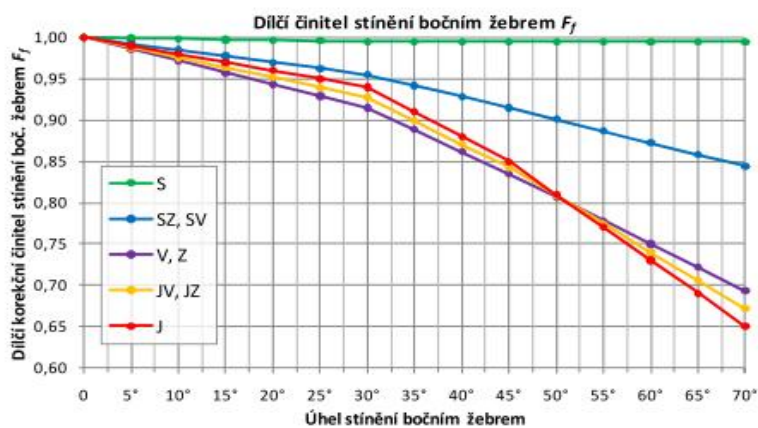
Úhel stínění horizontem.



Úhel stínění markýzou (svislý řez).



Úhel stínění bočním žebrem (vodorovný řez).



MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM - MECHANICKÉ VĚTRÁNÍ SE ZTZ

dle ČSN EN ISO 13790

Vstupní parametry:

Objem vnitřního vzduchu	V_a	2553,5	m^3	Součinitele větrné expozice e a f :		
Měrný objemový tok přiváděného čerstvého vzduchu		25	$m^3/(os \cdot h)$	Součinitel e	Více než jedna	Jedna
Násobnost výměny vzduchu	n	0,21	1/h	pro třídu stínění:	exponovaná fasáda	exponovaná fasáda
Objemový tok vzduchu při $\Delta p = 50$ Pa	n_{50}	0,60	1/h	bezstínění	0,10	0,03
Součinitel větrné expozice	e	0,07	-	mírně stínění	0,07	0,02
Součinitel větrné expozice	f	0,15	-	významné stínění	0,04	0,01
				Součinitel f	15	20

Objemový tok vzduchu:

Objemový tok přiváděného vzduchu	V_f	542,5	m^3/h
Účinnost rekuperace	η	70%	
Zmenšený objemový tok přiváděného vzduchu	V	162,8	m^3/h
Přidávaný objemový tok vzduchu	V_x	107,2	m^3/h
Celkový objemový tok vzduchu	V	270,0	m^3/h

Měrná tepelná ztráta větráním:

Měrná tepelná kapacita vzduchu o jednotkovém objemu	$\rho_a c_a$	0,34	$Wh/(m^3 \cdot K)$
Měrná tepelná ztráta větráním	H_v	91,80	W/K

ČASOVÁ KONSTATNTA BUDOVY

dle ČSN EN ISO 13790

Konstanta pro výpočet kapacity dle třídy budovy	K	110 000	J/K	Třída	K
Podlahová plocha vytápěné zóny	A_f	984	m^2	velmi lehká	80 000
Účinná vnitřní tepelná kapacita budovy	C_m	30061	Wh/K	lehká	110 000
Časová konstanta budovy	τ	64	hod	střední	165 000
				těžká	260 000
				velmi těžká	370 000

TEPELNÝ TOK ZEMINOU - PODLAHA NA TERÉNU

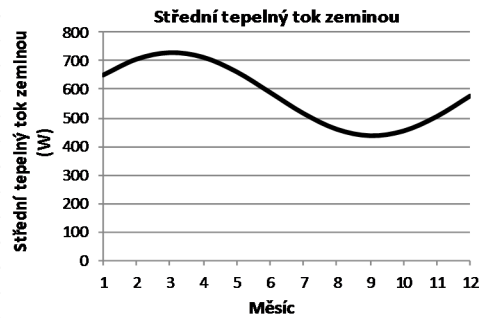
dle ČSN EN ISO 13370 - podrobně dle přílohy B a C

Tepelně-technické vlastnosti zeminy:

Kategorie	Popis	Tepelná vodivost	Objemová tepelná kapacita
		λ (W/(m·K))	$(\rho \cdot c)$ (J/(m ³ ·K))
1	Hliny a jíly	1,5	3,00E+06
2	Písky a štěrky	2,0	2,00E+06
3	Stejnorodá sl.	3,5	2,00E+06

Střední tepelný tok zeminou Φ_G (W) v měsíci m :

Měsíc	měsíční prům. vnitřní teplota $T_{i,m}$ (°C)	měsíční prům. venkovní teplota $T_{e,m}$ (°C)	střední tepelný tok zeminou Φ_G (W)
1	19,0	-1,3	650
2	19,0	0,1	706
3	19,0	3,8	729
4	19,0	8,8	712
5	19,0	13,8	662
6	19,0	17,5	589
7	19,0	18,8	516
8	19,0	17,5	460
9	19,0	13,8	437
10	19,0	8,8	453
11	19,0	3,8	504
12	19,0	0,1	576
		8,8	



Roční průměrná vnitřní teplota	$T_{i,mean}$	19,00	°C
Roční průměrná vnější teplota	$T_{e,mean}$	8,80	°C
Amplituda kolísání měsíčních průměrných vnitřních teplot	$T_{i,amp}$	0,00	K
Amplituda kolísání měsíčních průměrných vnějších teplot	$T_{e,amp}$	10,05	K
Pořadové číslo měsíce, kdy je dosaženo nejnižší vnější teploty	τ	1	-

Základní hodnota součinitele prostupu tepla podlahy U_0 (W/(m²·K)):

(pro oba případy: dobře izolovaná podlaha, kdy $d_t \geq B'$ / neizolovaná nebo mírně izolovaná podlaha, kdy $d_t < B'$)

Plocha podlahy	A	445,9	m ²
Exponovaný obvod podlahy	P	85,3	m
Charakteristický rozměr podlahy	B'	10,5	m
Tloušťka obvodové stěny	w	0,4	m
Tepelná vodivost zeminy	λ	2,0	W/(m·K)
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně podlahy	$R_{si,f}$	0,17	m ² ·K/W
Odpor při přestupu tepla na rozhraní podlaha / zemina	$R_{se,g}$	0,00	m ² ·K/W
Odpor při přestupu tepla na povrchu terénu	R_{se}	0,04	m ² ·K/W
Tepelný odpor podlahové desky	R_f	4,8	m ² ·K/W
Ekvivalentní tloušťka podlahy	d_t	10,5	m
Splnění podmínky $d_t \geq B'$	ANO		
Základní hodnota součinitele prostupu tepla podlahy	U_0	0,130	W/(m²·K)

$B' = \frac{A}{0,5 \cdot P}$

Součinitel prostupu tepla podlahy $U_f = 0,200$ W/(m²·K)

$d_t = w + \lambda \cdot (R_{si} + R_f + R_{se})$

$U = \frac{2 \cdot \lambda}{\pi \cdot B' + d_t} \cdot \ln\left(\frac{\pi \cdot B'}{d_t} + 1\right)$

Ustálená tepelná propustnost L_s (W/K):

(hodnota pro návrh měrné tepelné ztráty prostupem)

(podlaha na zemi se svislou okrajovou izolací)

Tloušťka svislé okrajové izolace	d_n	0,08	m
Tepelná vodivost svislé okrajové izolace	λ_n	0,035	W/(m·K)
Tepelný odpor svislé okrajové izolace	R_n	2,29	m ² ·K/W
Přídavná účinná tloušťka při umístění okrajové izolace	d'	2,25	m
Hloubka svislé okrajové izolace pod terénem	D	0,4	m

$$\Delta\psi = -\frac{\lambda}{\pi} \cdot \left[\ln\left(\frac{2D}{d_t} + 1\right) - \ln\left(\frac{2D}{d_t + d'} + 1\right) \right] \quad L_s = A \cdot U_0 + P \cdot \Delta\psi$$

Doplňkový lin. čin. prost. tepla při umístění svislé okraj. izolace	$\Delta\psi$	-0,0080	W/(m·K)
---	--------------	---------	---------

Ustálená tepelná propustnost zeminou

$L_s = 57,1$ W/K

→ činitel teplotní redukce (dle ČSN 730540-4:2005 - příloha H.2.2)

b	0,64	-	$b = L_s / (U_0 \cdot A)$
-----	------	---	---------------------------

Periodické tepelné propustnosti:

(podlaha na zemi se svislou okrajovou izolací)

Objemová tepelná kapacita zeminy	$(\rho \cdot c)$	2,50E+06	J/(m ³ ·K)
Periodická hloubka průniku	δ	2,83	m
Časový předstih cyklu tepelného toku oproti cyklu vnitřní teploty	α	0,227	měsíců
Časové zpoždění cyklu tepelného toku oproti cyklu vnější teploty	β	2,087	měsíců
Vnitřní periodická tepelná propustnost	L_{pi}	74,6	W/K
Vnější periodická tepelná propustnost	L_{pe}	14,5	W/K

TEPELNÉ ZISKY - VNITŘNÍ A SOLÁRNÍ

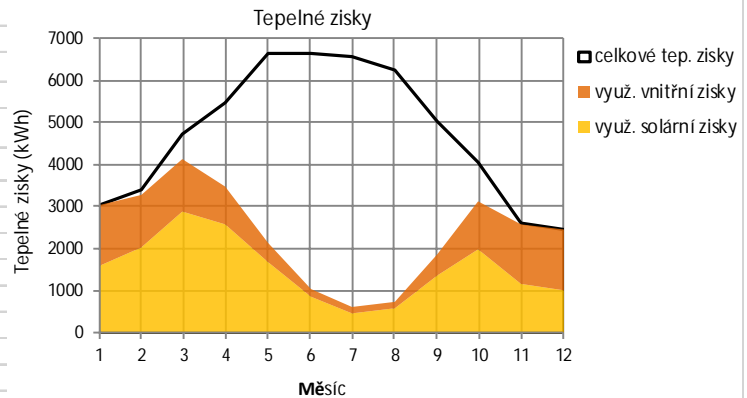
dle ČSN EN ISO 13790

Vnitřní tepelné zisky:

Měrné vnitřní tepelné zisky 90 W/os
 Vnitřní tepelné zisky Q_i 1953 W

Rekapitulace celkové sběrné plochy oken A_{s_j} :

Orientace	sběrná plocha A_{s_j} (m ²)
S	0,0
J	0,0
V	0,0
Z	0,0
H	0,0
SV	22,6
SZ	5,7
JV	7,2
JZ	22,6
CELKEM	58,05



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

Měsíc	délka t		SV	SZ	JV	JZ	CELKEM	vnitřní tep.	celkové tep.	poměr zisků a ztrát γ (-)	stupeň využití η (-)
	dny	hodiny						zisky	zisky		
	d	hod					Q_i (kWh)	Q_g (kWh)			
1	31	744	271	68	265	996	1600	1453	3053	0,44	0,99
2	28	672	452	114	336	1155	2056	1312	3369	0,59	0,97
3	31	744	813	210	523	1721	3266	1453	4719	0,91	0,88
4	30	720	1151	278	659	1947	4035	1406	5441	1,51	0,64
5	31	744	1784	414	780	2219	5197	1453	6650	3,09	0,32
6	30	720	2054	414	773	1992	5234	1406	6640	6,33	0,16
7	31	744	1761	426	737	2196	5120	1453	6573	10,97	0,09
8	31	744	1445	358	723	2264	4790	1453	6243	8,41	0,12
9	30	720	858	227	587	1947	3619	1406	5025	2,70	0,37
10	31	744	474	142	365	1608	2589	1453	4042	1,16	0,77
11	30	720	226	62	179	725	1192	1406	2598	0,53	0,98
12	31	744	203	51	165	589	1008	1453	2461	0,40	1,00
							39705,2		56 813		

Využitelné solární a vnitřní tepelné zisky:

Měsíc	délka t		SV	SZ	JV	JZ	CELKEM	využ. vnitřní	celkové využ.
	dny	hodiny						tep. zisky	tep. zisky
	d	hod					Q_i (kWh)	Q_g (kWh)	
1	31	744	269	68	263	988	1 588	1 442	3 029
2	28	672	440	111	328	1125	2 003	1 279	3 282
3	31	744	713	184	458	1509	2 865	1 275	4 139
4	30	720	732	177	418	1237	2 564	893	3 457
5	31	744	577	134	252	717	1 680	470	2 149
6	30	720	325	65	122	315	827	222	1 050
7	31	744	160	39	67	200	467	132	599
8	31	744	172	43	86	269	569	173	742
9	30	720	317	84	217	719	1 337	519	1 856
10	31	744	365	109	281	1239	1 995	1 120	3 115
11	30	720	222	61	176	712	1 171	1 382	2 553
12	31	744	202	51	164	586	1 003	1 446	2 449
						CELKEM	18 068	10 353	28 421

Pomocné charakteristiky pro výpočet stupně využití tepelných zisků:

Číselný parametr	a_0	1	-	← hodnota pro trvale vytápěné budovy a měsíční výpočet
Časová konstanta	τ_0	15	h	← hodnota pro trvale vytápěné budovy a měsíční výpočet
Číselný parametr	a	5,3	-	

TEPELNÉ ZTRÁTY - JEDNOZÓNOVÝ VÝPOČET - BEZ PŘERUŠOVANÉHO VYTÁPĚNÍ

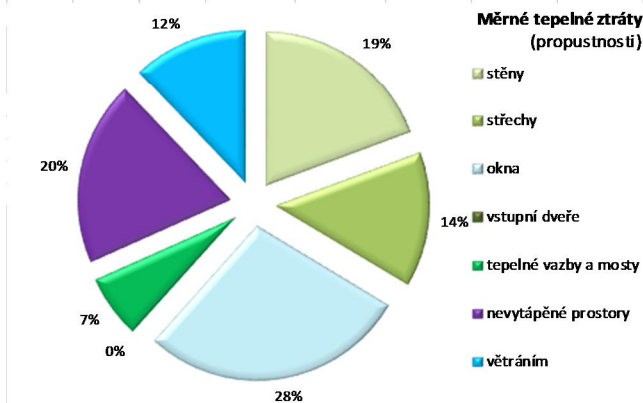
dle ČSN EN ISO 13790

Celková tepelná ztráta Q_L (kWh):

Měsíc	délka t		venkovní	vnitřní	tepelná ztráta prostupem						tep. ztráta	tep. ztráta	tepelná ztráta Q_L kWh
	dny	hodiny	teplota θ_e (°C)	teplota θ_i (°C)	stěny	střechy	okna	dveře	vazby a mosty	CELKEM	větráním	zeminou	
	d	hod			kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
1	31	744	-1,7	19,1	1410	1035	2048	0	485	4 978	1 421	484	6 882
2	28	672	0,1	19,1	1163	854	1690	0	400	4 107	1 172	474	5 754
3	31	744	4,0	19,1	1024	751	1487	0	352	3 614	1 031	542	5 187
4	30	720	8,7	19,1	682	501	991	0	235	2 409	687	513	3 609
5	31	744	13,7	19,1	366	269	532	0	126	1 292	369	492	2 153
6	30	720	17,0	19,1	138	101	200	0	47	486	139	424	1 050
7	31	744	18,4	19,1	47	35	69	0	16	168	48	384	599
8	31	744	17,8	19,1	88	65	128	0	30	311	89	342	742
9	30	720	13,9	19,1	341	250	495	0	117	1 204	344	315	1 863
10	31	744	8,9	19,1	692	508	1004	0	238	2 441	697	337	3 475
11	30	720	3,9	19,1	997	732	1448	0	343	3 520	1 005	363	4 888
12	31	744	0,3	19,1	1275	936	1851	0	438	4 499	1 284	429	6 212
CELKEM					8 224	6 036	11 944	0	2 828	29 031	8 285	5 099	42 414
					19,4%	14,2%	28,2%	0,0%	6,7%	68,4%	19,5%	12,0%	

Rekapitulace měrných tepelných ztrát:

Tepelná propustnost - stěny	$L_{0,1}$	91,1	W/K	Přirážka na tepelné vazby a mosty	0,02	W/(m ² ·K)
Tepelná propustnost - střechy	$L_{0,2}$	66,9	W/K			
Tepelná propustnost - okna	$L_{0,3}$	132,3	W/K			
Tepelná propustnost - dveře	$L_{0,4}$	0,0	W/K			
Tepelná propustnost - tepelné vazby a mosty	$L_{0,5}$	31,3	W/K			
Měrná tepelná ztráta prostupem	H_T	321,7	W/K			
Měrná tepelná ztráta větráním	H_V	91,8	W/K			
Ustálená tepelná propustnost zeminou	L_s	57,1	W/K			
Měrná tepelná ztráta (bez ztráty zeminou)	H'	413,5	W/K			
Měrná tepelná ztráta (se ztrátou zeminou L_s)	H	470,6	W/K			
↑ pro výpočet časové konstanty budovy						
Tepelná ztráta (potřebný výkon dodaný zdrojem tepla)	Q	16 942	W			



POTŘEBA TEPLA

dle ČSN EN ISO 13790

Potřeba tepla na vytápění budovy Q_h (kWh):

Měsíc	délka t		venkovní teplota θ_e (°C)	vnitřní teplota θ_i (°C)	tepelná ztráta Q_L (kWh)	celkové využ. tep. zisky Q_g (kWh)	potřeba tepla Q_h (kWh)
	dny	hodiny					
	d	hod					
1	31	744	-1,7	19,1	6 882	3 029	3 853
2	28	672	0,1	19,1	5 754	3 282	2 472
3	31	744	4,0	19,1	5 187	4 139	1 048
4	30	720	8,7	19,1	3 609	3 457	152
5	31	744	13,7	19,1	2 153	2 149	4
6	30	720	17,0	19,1	1 050	1 050	0
7	31	744	18,4	19,1	599	599	0
8	31	744	17,8	19,1	742	742	0
9	30	720	13,9	19,1	1 863	1 856	6
10	31	744	8,9	19,1	3 475	3 115	360
11	30	720	3,9	19,1	4 888	2 553	2 335
12	31	744	0,3	19,1	6 212	2 449	3 763
CELKEM ZA ROK					42 414	28 421	13 993

Měrná potřeba tepla budovy:

Měrná potřeba tepla budovy vztažená k vytápěné ploše

E_A 14,2 kWh/(m²·a)

Měrná potřeba tepla budovy vztažená k vytápěnému objemu

E_V 4,0 kWh/(m³·a)

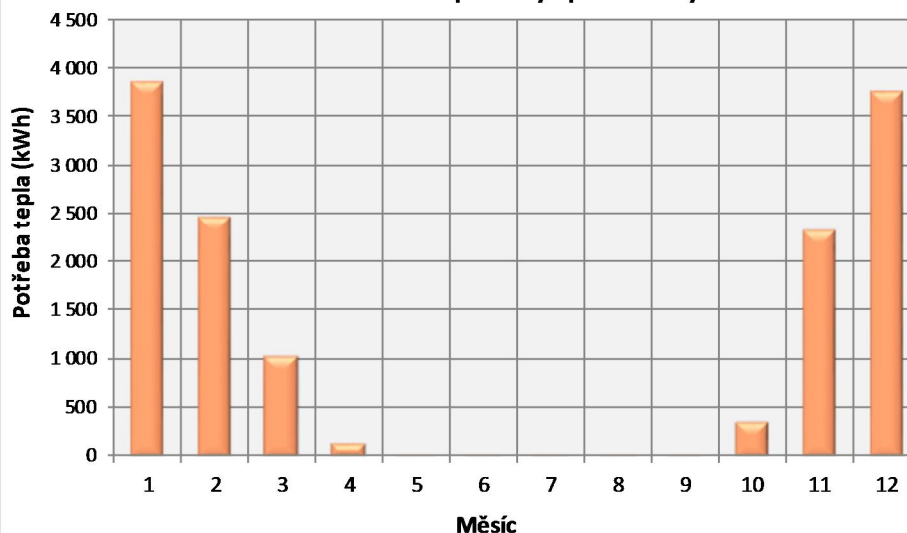
PROSTUP TEPLA OBÁLKOU BUDOVY

dle ČSN 730540-2

Vypočtená hodnota

U_{em} 0,24 W/(m²·K)

Potřeba tepla na vytápění budovy

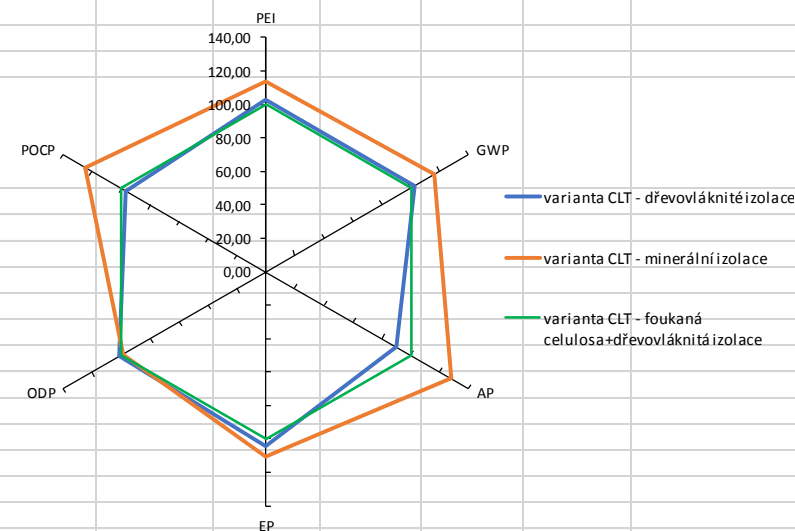
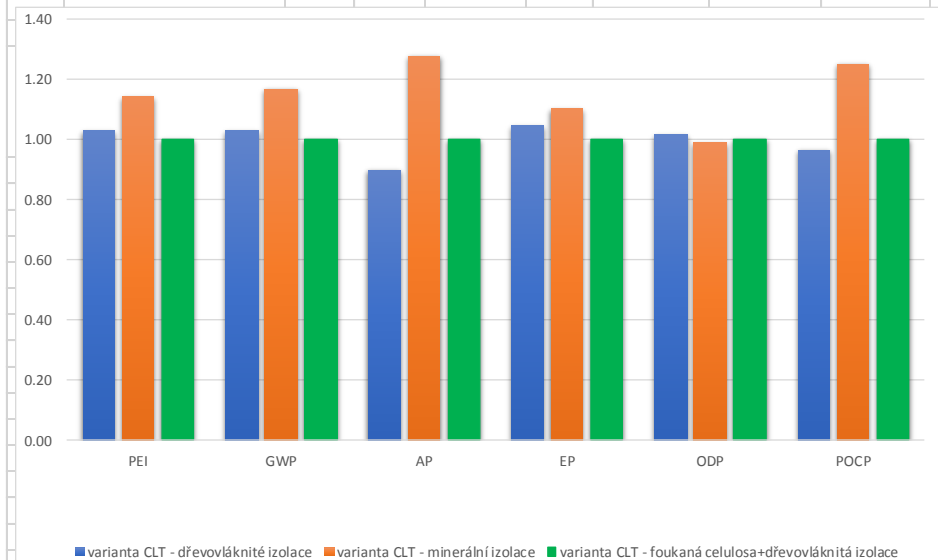


Příloha 2 – environmentální posouzení

Environmentální posouzení skladeb obvodového pláště ve variantách - CLT																
Vrstva	Název	V			PEI		GWP		AP		EP		ODP		POCP	
		[kg/m ³]	m ³ /m ²	kg	MJ/kg	MJ	kg CO ₂ ekv./kg	kg CO ₂ ekv.	g SO ₂ ekv./kg	g SO ₂ ekv.	g (PO ₄) ³⁻ ekv./kg	g (PO ₄) ³⁻ ekv.	g R-11 ekv./kg	g R-11 ekv.	g C ₂ H ₆ ekv./kg	g C ₂ H ₆ ekv.
varianta CLT - dřevoláknitá izolace																
1	Fermacell	900	0,013	11,25	12,72	143,13	0,65	7,32	1,77	19,86	1,366	15,37	0,000064	0,000715	0,1187	1,34
2	TI dřevoláknitá	40	0,050	2,00	12,72	25,45	0,65	1,30	1,77	3,53	1,366	2,73	0,000064	0,000127	0,1187	0,24
3	Výplňové CLT desky	495	0,06	29,70	8,68	257,77	0,46	13,53	2,57	76,36	1,073	31,87	0,000044	0,001314	0,1773	5,27
4	I nosník výšky 160mm á 625	400	0,012	4,80	3,35	16,09	0,19	0,90	1,17	5,61	0,493	2,37	0,000017	0,000083	0,0966	0,46
5	TI dřevoláknitá	40	0,160	6,40	12,72	81,43	0,65	4,16	1,77	11,30	1,366	8,74	0,000064	0,000407	0,1187	0,76
6	TI dřevoláknitá	45	0,040	1,80	12,72	22,90	0,65	1,17	1,77	3,18	1,366	2,46	0,000064	0,000114	0,1187	0,21
7	Dřevěný rošt 60x40 á 625 mm	400	0,004	1,54	3,35	5,15	0,19	0,29	1,17	1,79	0,493	0,76	0,000017	0,000027	0,0966	0,15
8	Dřevěný obklad	400	0,020	8,00	3,35	26,82	0,19	1,50	1,17	9,34	0,493	3,94	0,000017	0,000139	0,0966	0,77
	Σ					578,74		30,17		130,97		68,24		0,0029		9,20
varianta CLT - minerální izolace																
1	Fermacell	900	0,013	11,25	12,72	143,13	0,65	7,32	1,77	19,86	1,366	15,37	0,000064	0,000715	0,1187	1,34
2	TI minerální vlna	40	0,05	2,00	20,19	40,38	1,13	2,27	8,36	16,72	1,830	3,66	0,000055	0,0001	0,4454	0,89
3	Výplňové CLT desky	495	0,06	29,70	8,68	257,77	0,46	13,53	2,57	76,36	1,073	31,87	0,000044	0,001314	0,1773	5,27
4	I nosník výšky 160mm á 625	400	0,012	4,61	3,35	15,45	0,19	0,86	1,17	5,38	0,493	2,27	0,000017	0,000080	0,0966	0,44
5	TI minerální vlna	40	0,16	6,40	20,19	129,23	1,13	7,25	8,36	53,49	1,830	11,71	0,000055	0,0004	0,4454	2,85
6	TI dřevoláknitá	45	0,040	1,80	12,72	22,90	0,65	1,17	1,77	3,18	1,366	2,46	0,000064	0,000114	0,1187	0,21
7	Dřevěný rošt 60x40 á 625 mm	400	0,004	1,54	3,35	5,15	0,19	0,29	1,17	1,79	0,493	0,76	0,000017	0,000027	0,0966	0,15
8	Dřevěný obklad	400	0,020	8,00	3,35	26,82	0,19	1,50	1,17	9,34	0,493	3,94	0,000017	0,000139	0,0966	0,77
	Σ					640,84		34,19		186,13		72,04		0,0029		11,92
varianta CLT - foukaná celulósa+dřevoláknitá izolace																
1	Fermacell	900	0,013	11,25	12,72	143,13	0,65	7,32	1,77	19,86	1,366	15,37	0,000064	0,000715	0,1187	1,34
2	TI dřevoláknitá	40	0,050	2,00	12,72	25,45	0,65	1,30	1,77	3,53	1,366	2,73	0,000064	0,000127	0,1187	0,24
3	Výplňové CLT desky	495	0,06	29,70	8,68	257,77	0,46	13,53	2,57	76,36	1,073	31,87	0,000044	0,001314	0,1773	5,27
4	I nosník výšky 160mm á 625	400	0,012	4,80	3,35	16,09	0,19	0,90	1,17	5,61	0,493	2,37	0,000017	0,000083	0,0966	0,46
5	foukaná celulósa	50	0,18	9,00	7,14	64,30	0,37	3,31	2,90	26,14	0,638	5,74	0,000040	0,0004	0,1218	1,10
6	TI dřevoláknitá	45	0,040	1,80	12,72	22,90	0,65	1,17	1,77	3,18	1,366	2,46	0,000064	0,000114	0,1187	0,21
7	Dřevěný rošt 60x40 á 625 mm	400	0,004	1,54	3,35	5,15	0,19	0,29	1,17	1,79	0,493	0,76	0,000017	0,000027	0,0966	0,15
8	Dřevěný obklad	400	0,020	8,00	3,35	26,82	0,19	1,50	1,17	9,34	0,493	3,94	0,000017	0,000139	0,0966	0,77
	Σ					561,61		29,32		145,82		65,24		0,0029		9,53

Srovnání CLT variant (na m²)

	PEI	GWP	AP	EP	ODP	POCP
	MJ	kg CO ₂ ekv.	g SO ₂ ekv.	g (PO ₄) ³⁻ ekv.	g R-11 ekv.	g C ₂ H ₆ ekv.
dřevoláknitá izolace	578,741364	30,16931139	130,9693805	68,236448	0,002925185	9,19696394
minerální izolace	640,8397772	34,18783385	186,1270099	72,039392	0,002853193	11,92278746
foukaná celulósa	561,610704	29,31672059	145,8160725	65,236048	0,002882655	9,53366394



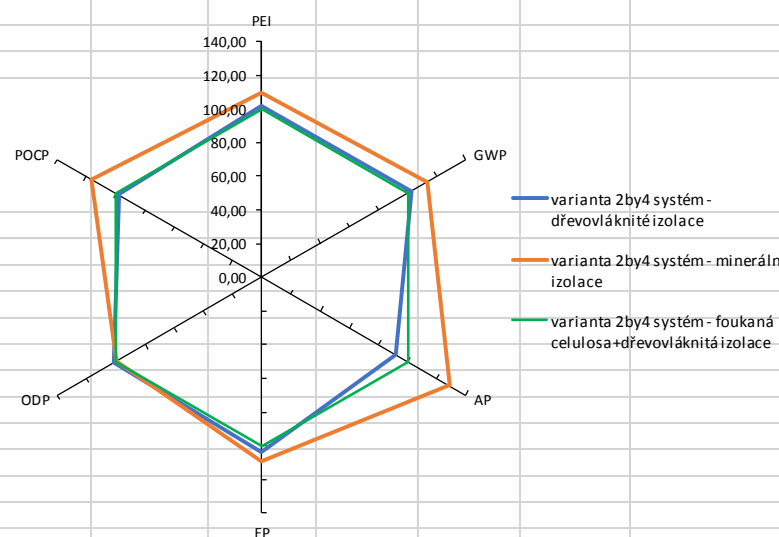
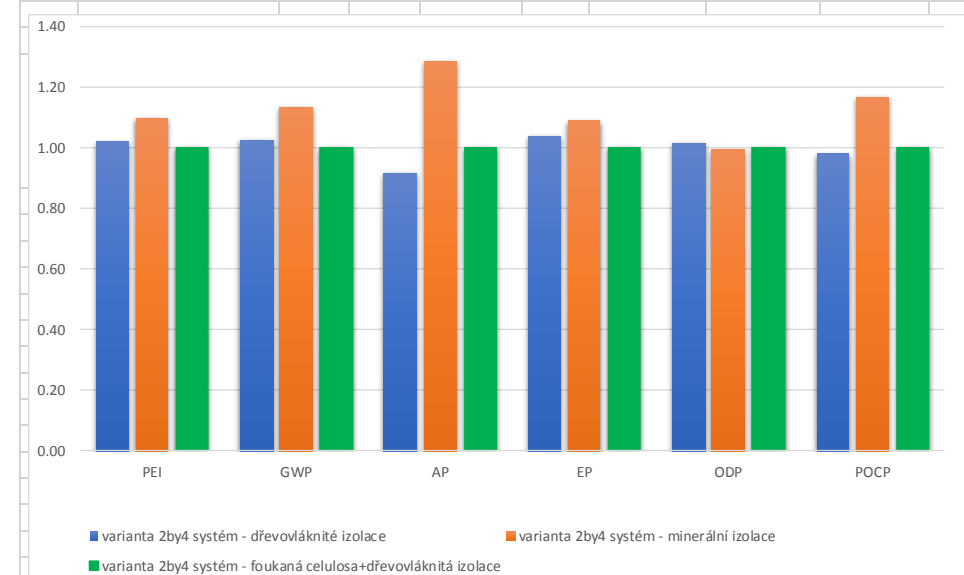
	1%	varianta CLT - dřevoláknitá izolace	varianta CLT - minerální izolace	varianta CLT - foukaná celulósa+dřevoláknitá izolace
PEI	5,61611	103,05	114,11	100,00
GWP	0,29317	102,91	116,52	100,00
AP	1,45816	89,82	127,65	100,00
EP	0,65236	104,60	110,43	100,00
ODP	0,0000288	101,48	98,98	100,00
POCP	0,09534	96,47	125,06	100,00

Evníromentální posouzení skladeb obvodového pláště ve variantách - 2by4 systém

Vrstva	Název	V			PEI		GWP		AP		EP		ODP		POCP	
		[kg/m ³]	m ³ /m ²	kg	MJ/kg	MJ	kg CO ₂ ekv./kg	kg CO ₂ ekv.	g SO ₂ ekv./kg	g SO ₂ ekv.	g (PO ₄) ³⁻ ekv./kg	g (PO ₄) ³⁻ ekv.	g R-11 ekv./kg	g R-11 ekv.	g C ₂ H ₆ ekv./kg	g C ₂ H ₆ ekv.
varianta 2by4 systém - dřevotřískové izolace																
1	Fermacell	900	0,013	11,25	12,72	143,13	0,65	7,32	1,77	19,86	1,366	15,37	0,000064	0,000715	0,1187	1,34
2	TI dřevotřísková	40	0,040	1,60	12,72	20,36	0,65	1,04	1,77	2,82	1,366	2,19	0,000064	0,000102	0,1187	0,19
3	OSB	650	0,022	14,30	12,51	178,83	0,48	6,88	2,04	29,13	0,917	13,11	0,000025	0,0004	0,2952	4,22
4	Dřevěný rošt 120x60 á625	400	0,012	4,61	3,35	15,45	0,19	0,86	1,17	5,38	0,493	2,27	0,000017	0,000080	0,0966	0,44
5	TI dřevotřísková	40	0,120	4,80	12,72	61,07	0,65	3,12	1,77	8,47	1,366	6,56	0,000064	0,000305	0,1187	0,57
6	OSB	650	0,015	9,75	12,51	121,93	0,48	4,69	2,04	19,86	0,917	8,94	0,000025	0,0002	0,2952	2,88
7	TI dřevotřísková	45	0,100	4,50	12,72	57,25	0,65	2,93	1,77	7,94	1,366	6,15	0,000064	0,000286	0,1187	0,53
8	Dřevěný rošt 60x40 á625 mm	400	0,004	1,54	3,35	5,15	0,19	0,29	1,17	1,79	0,493	0,76	0,000017	0,000027	0,0966	0,15
9	Dřevěný obklad	400	0,020	8,00	3,35	26,82	0,19	1,50	1,17	9,34	0,493	3,94	0,000017	0,000139	0,0966	0,77
	Σ					630,00		28,63		104,61		59,28		0,0022		11,09
varianta 2by4 systém - minerální izolace																
1	Fermacell	900	0,013	11,25	12,72	143,13	0,65	7,32	1,77	19,86	1,366	15,37	0,000064	0,000715	0,1187	1,34
2	TI minerální vlna	40	0,04	1,60	20,19	32,31	1,13	1,81	8,36	13,37	1,830	2,93	0,000055	0,0001	0,4454	0,71
3	OSB	650	0,022	14,30	12,51	178,83	0,48	6,88	2,04	29,13	0,917	13,11	0,000025	0,0004	0,2952	4,22
4	Dřevěný rošt 120x60 á625	400	0,012	4,61	3,35	15,45	0,19	0,86	1,17	5,38	0,493	2,27	0,000017	0,000080	0,0966	0,44
5	TI minerální vlna	40	0,12	4,80	20,19	96,92	1,13	5,44	8,36	40,12	1,830	8,78	0,000055	0,0003	0,4454	2,14
6	OSB	650	0,015	9,75	12,51	121,93	0,48	4,69	2,04	19,86	0,917	8,94	0,000025	0,0002	0,2952	2,88
7	TI dřevotřísková	45	0,100	4,50	12,72	57,25	0,65	2,93	1,77	7,94	1,366	6,15	0,000064	0,000286	0,1187	0,53
8	Dřevěný rošt 60x40 á625 mm	400	0,004	1,54	3,35	5,15	0,19	0,29	1,17	1,79	0,493	0,76	0,000017	0,000027	0,0966	0,15
9	Dřevěný obklad	400	0,020	8,00	3,35	26,82	0,19	1,50	1,17	9,34	0,493	3,94	0,000017	0,000139	0,0966	0,77
	Σ					677,80		31,72		146,81		62,25		0,0022		13,19
varianta 2by4 systém - foukaná celulóza+dřevotřísková izolace																
1	Fermacell	900	0,013	11,25	12,72	143,13	0,65	7,32	1,77	19,86	1,366	15,37	0,000064	0,000715	0,1187	1,34
2	TI dřevotřísková	40	0,050	2,00	12,72	25,45	0,65	1,30	1,77	3,53	1,366	2,73	0,000064	0,000127	0,1187	0,24
3	OSB	650	0,022	14,30	12,51	178,83	0,48	6,88	2,04	29,13	0,917	13,11	0,000025	0,0004	0,2952	4,22
4	Dřevěný rošt 120x60 á625	400	0,012	4,61	3,35	15,45	0,19	0,86	1,17	5,38	0,493	2,27	0,000017	0,000080	0,0966	0,44
5	foukaná celulóza	50	0,12	6,00	7,14	42,86	0,37	2,21	2,90	17,43	0,638	3,83	0,000040	0,000243	0,1218	0,73
6	OSB	650	0,015	9,75	12,51	121,93	0,48	4,69	2,04	19,86	0,917	8,94	0,000025	0,0002	0,2952	2,88
7	TI dřevotřísková	45	0,100	4,50	12,72	57,25	0,65	2,93	1,77	7,94	1,366	6,15	0,000064	0,000286	0,1187	0,53
8	Dřevěný rošt 60x40 á625 mm	400	0,004	1,54	3,35	5,15	0,19	0,29	1,17	1,79	0,493	0,76	0,000017	0,000027	0,0966	0,15
9	Dřevěný obklad	400	0,020	8,00	3,35	26,82	0,19	1,50	1,17	9,34	0,493	3,94	0,000017	0,000139	0,0966	0,77
	Σ					616,88		27,98		114,27		57,10		0,0022		11,30

Porovnání variant 2by4 systému (na m²)

	PEI	GWP	AP	EP	ODP	POCP
	MJ	kg CO ₂ ekv.	g SO ₂ ekv.	g (PO ₄) ³⁻ ekv.	g R-11 ekv.	g C ₂ H ₆ ekv.
dřevotřísková izolace	629,9962752	28,632657	104,6105989	59,283742	0,002244585	11,09421961
minerální izolace	677,7997952	31,7217962	146,8063109	62,253342	0,00219227	13,18516361
foukaná celulóza	616,8794352	27,9775402	114,2730309	57,101342	0,00220776	11,30285961



	1%	varianta 2by4 systém - dřevotřískové izolace	varianta 2by4 systém - minerální izolace	varianta 2by4 systém - foukaná celulóza+dřevotřísková izolace	
PEI	1%	6,16879	102,13	109,88	100,00
GWP		0,27978	102,34	113,38	100,00
AP		1,14273	91,54	128,47	100,00
EP		0,57101	103,82	109,02	100,00
ODP		0,0000221	101,67	99,30	100,00
POCP		0,11303	98,15	116,65	100,00

Příloha č.3

SHRnutí VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
Podlaha na zemině...	podlaha	4.821	0.200	----	---	---
Obvodová stěna-CLT	stěna	5.359	0.178	nedochází ke kondenzaci v.p.	---	---
Střecha...	střecha	6.218	0.157	0.0077	ano	---
Obvodová stěna betonová...	stěna	5.660	0.172	0.0190	ano	---

Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

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

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **Podlaha na zemině**

Zpracovatel : Filip Kropáček

Zakázka : BD Kojetice

Datum : 3.12.2018

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha na zemině
Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 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	Podlahové lino	0,0030	0,1700	1400,0	1200,0	1000,0	0.0000
2	weber.nivelit	0,0030	1,3800	830,0	1745,0	40,0	0.0000
3	Beton hutný 1	0,0500	1,2300	1020,0	2100,0	17,0	0.0000
4	PE folie	0,0001	0,3500	1470,0	900,0	144000,0	0.0000
5	Isover EPS Gre	0,1800	0,0340*	1290,7	26,3	50,0	0.0000
6	Elastodek 40 S	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	30000,0	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

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

Název úlohy : **Obvodová stěna-CLT**

Zpracovatel : Filip Kropáček

Zakázka : BD Kojetice

Datum : 3.12.2018

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější dvouplášťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m²K

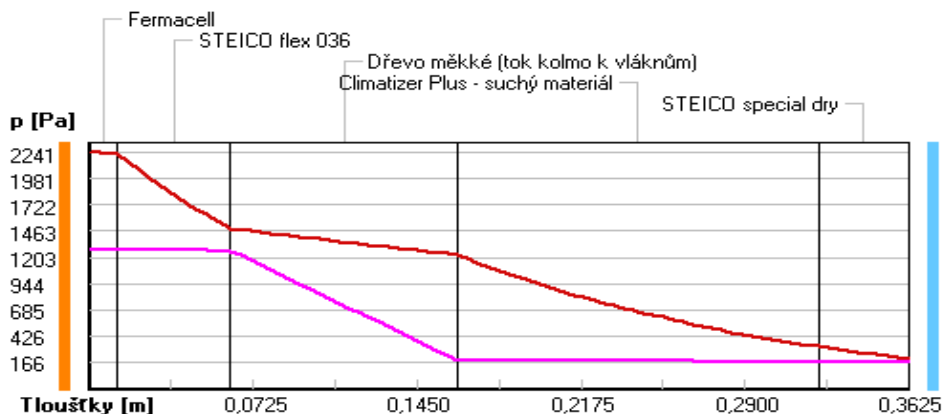
Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Fermacell	0,0125	0,3200	1100,0	1150,0	13,0	0.0000
2	STEICO flex 03	0,0500	0,0420*	2095,3	82,6	2,0	0.0000
3	Dřevo měkké (t)	0,1000	0,1800	2510,0	400,0	157,0	0.0000
4	Climatizer Plu	0,1600	0,0480*	2051,4	81,8	2,0	0.0000
5	STEICO special	0,0400	0,0420	2100,0	140,0	3,0	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

Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



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

Množství difundující vodní páry Gd : 1.364E-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.

Název úlohy : **Střecha**

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m²K

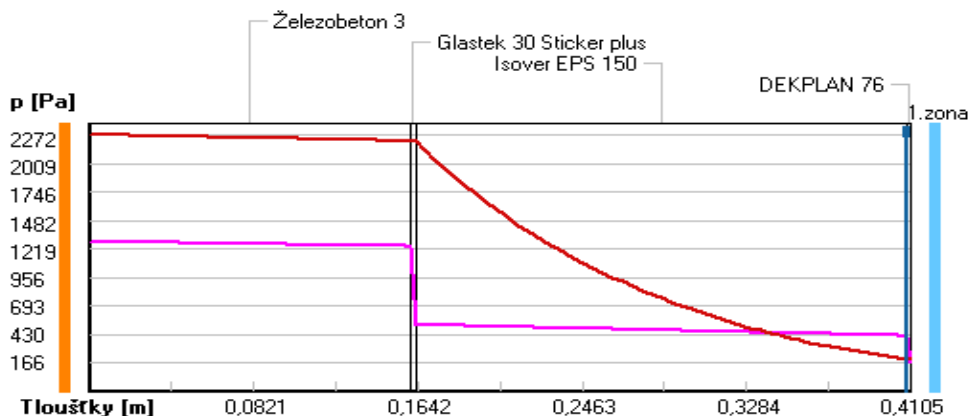
Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Železobeton 3	0,1600	1,7400	1020,0	2500,0	32,0	0.0000
2	Glastek 30 Sti	0,0030	0,2100	1470,0	1200,0	29000,0	0.0000
3	Isover EPS 150	0,2460°	0,0350	1270,0	25,0	50,0	0.0000
4	DEKPLAN 76	0,0015	0,1600	960,0	1400,0	20000,0	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.

° tepelně účinná tloušťka spádové vrstvy, stanovena interním výpočtem dle EN ISO 6946

Část. tlak vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



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/(m ² s)]
1	0.4090	0.4090	1.837E-0009

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0077 kg/(m².rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **0.0666 kg/(m².rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 5.0 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

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0039 kg/m²**

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$ je min.: **0.0039 kg/m²**

z toho se odpaří do exteriéru: 0.0039 kg/m²

..... a do interiéru: 0.0000 kg/m²

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

Název úlohy : **Obvodová stěna betonová**

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

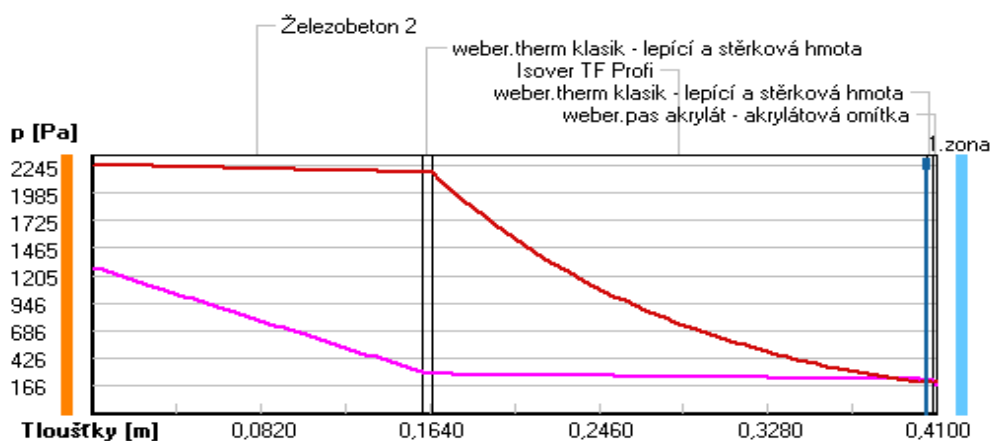
Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m²K

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	Železobeton 2	0,1600	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
2	weber.therm kl	0,0050	0,8000	900,0	1570,0	20,0	0.0000
3	Isover TF Prof	0,2400	0,0380	800,0	140,0	1,0	0.0000
4	weber.therm kl	0,0030	0,8000	900,0	1570,0	20,0	0.0000
5	weber.pas akryl	0,0020	0,7500	920,0	1500,0	120,0	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.

Část tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



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

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	Hranice kondenzační zóny pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m ² s)]
1	0.4050	0.4050	1.957E-0008

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0190 kg/(m².rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **6.2984 kg/(m².rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -5.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

PŘÍLOHA Č.4

DVOUROZMĚRNÉ STACIONÁRNÍ POLE TEPLOT A ČÁSTEČNÝCH TLAKŮ VODNÍ PÁRY

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

Area 2017 EDU

Název úlohy : **Detail přesahu střechu - diplomová práce**

Varianta VARIANTA 1

Zpracovatel : Filip Kropáček

Zakázka : BD Kojetice

Datum : 6.1.2019

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: 37

Počet vodorovných os: 44

Počet prvků: 3096

Počet uzlových bodů: 1628

Souřadnice os sítě - osa x [m] :

0.00000	0.03125	0.06250	0.09225	0.10713	0.11456	0.11828	0.12200	0.12500	0.12988
0.13477	0.14453	0.16406	0.20313	0.24219	0.28125	0.32031	0.35938	0.39844	0.41797
0.43750	0.45000	0.47500	0.50000	0.52500	0.55000	0.57500	0.60000	0.64000	0.68000
0.72000	0.76000	0.80000	0.83125	0.86250	0.89375	0.92500			

Souřadnice os sítě - osa y [m] :

0.00000	0.02250	0.04500	0.06750	0.09000	0.11250	0.13500	0.15750	0.18000	0.20000
0.22000	0.24000	0.26000	0.28000	0.30000	0.32000	0.34000	0.35000	0.35500	0.36000
0.36300	0.36781	0.37263	0.38225	0.40150	0.42075	0.43038	0.43519	0.44000	0.44300
0.44645	0.44990	0.45680	0.47060	0.48440	0.49820	0.51200	0.52580	0.53960	0.54650
0.54995	0.55168	0.55340	0.55500						

Zadané materiály :

č.	Název	LambdaX	LambdaY	MiX	MiY	X1	X2	Y1	Y2
1	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	1	9	20	44
2	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	1	28	10	20
3	STEICO special	0.042	0.042	3.000	3.000	32	33	1	20
4	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	24	28	1	10
5	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	9	37	20	29
6	Climatizer Plus	0.048	0.048	2.000	2.000	28	32	1	20
7	STEICO flex 036	0.042	0.042	2.000	2.000	22	24	1	10
8	Fermacell	0.320	0.320	13	13	21	22	1	10
9	puren spádová i	0.028	0.028	450	450	9	37	30	44
10	Glastek 30 Stic	0.210	0.210	29000	29000	9	37	29	30
11	Glastek 30 Stic	0.210	0.210	29000	29000	1	9	20	21
12	Glastek 30 Stic	0.210	0.210	29000	29000	8	9	20	30
13	DEKPLAN 76	0.160	0.160	20000	20000	1	37	43	44

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.

Zadané okrajové podmínky a jejich rozmístění :

číslo	1.uzel	2.uzel	Teplota [C]	Rs [m2K/W]	RH [%]	P [kPa]	h,p [s/m]
1	44	396	-13.00	0.04	84.0	0.17	20.00
2	396	1628	-13.00	0.04	84.0	0.17	20.00
3	1627	1628	-13.00	0.04	84.0	0.17	20.00
4	1614	1627	-13.00	0.04	84.0	0.17	20.00
5	1613	1614	-13.00	0.04	84.0	0.17	20.00
6	1604	1613	-13.00	0.04	84.0	0.17	20.00
7	1428	1604	-13.00	0.04	84.0	0.17	20.00
8	1409	1428	-13.00	0.04	84.0	0.17	20.00
9	881	890	20.00	0.13	50.0	1.17	10.00
10	10	890	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	-13.0	0.04	84	-13.00	-7.30423	0.22134
2	20.0	0.13	50	16.87	7.30423	0.22134

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)

NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLoty, TEPLTNÍ FAKTORY A RIZIKO KONDENZACE:

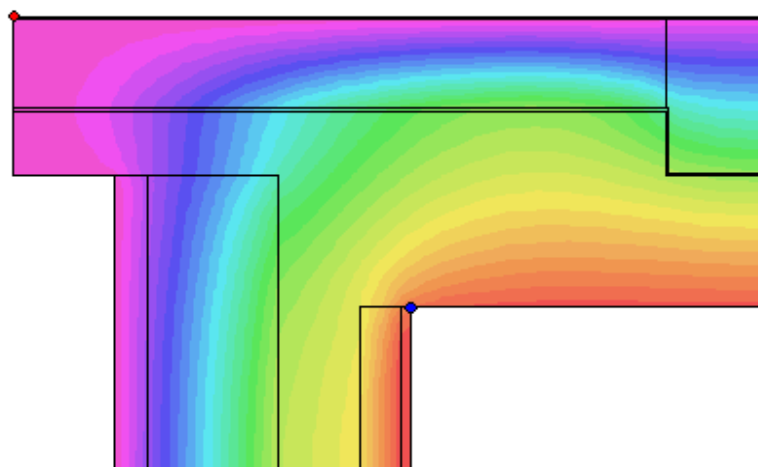
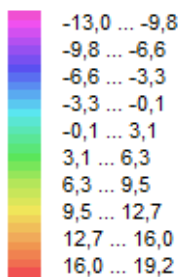
Prostředí	Tw [C]	Ts,min [C]	f,Rsi [-]	KOND.	RH,max [%]	T,min [C]
1	-14.90	-13.00	1.000	ne	---	---
2	9.26	16.87	0.905	ne	---	---

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=-13,00 C
- Tsi=16,87 C

ODHAD CHYBY VÝPOČTU:

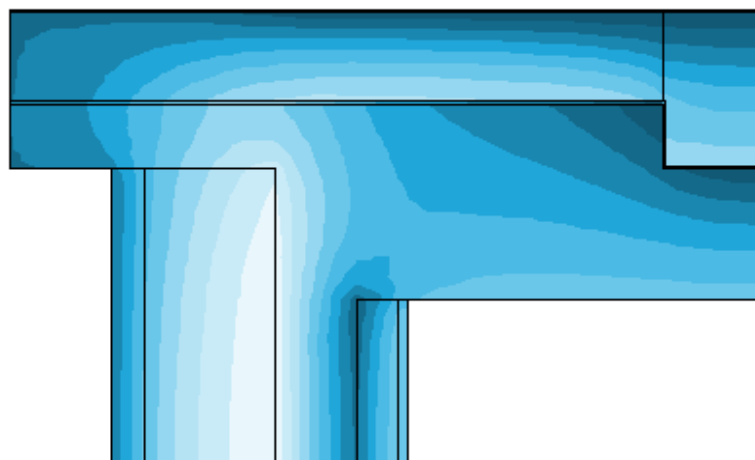
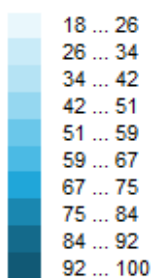
Součet tepelných toků: 0.0000 W/m
Součet abs.hodnot tep.toků: 14.6085 W/m
Podíl: 0.0000
Podíl je menší než 0.001 - požadavek EN ISO 10211 je splněn.

TOKY DIFUNDUJÍCÍ VODNÍ PÁRY PŘI ZADANÝCH PODMÍNKÁCH:

Množství vstupující do konstrukce: 4.1E-0009 kg/m.s.
Množství vystupující z konstrukce: 3.7E-0009 kg/m.s.
Množství kondenzující vodní páry: 4.1E-0010 kg/m.s.

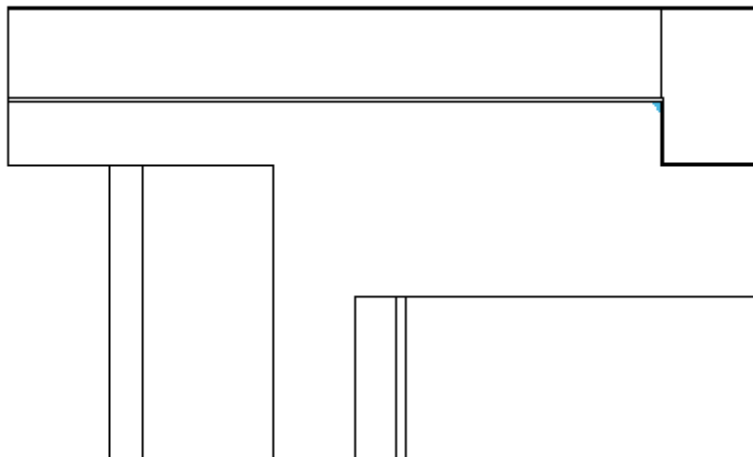
Poznámka: Uvedená množství jsou vztažena k 1 m výšky detailu a platí pro zadané okrajové podmínky. Množství vodní páry vstupující do konstrukce bylo stanoveno pro povrchy se souč. přestupu vodní páry 10.e-9 s/m. Množství vystupující z konstrukce pak pro povrchy se souč. přestupu vodní páry 20.e-9 s/m.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

Rel. vlhkost [%]:



Oblast kondenzace

vodní páry v detailu



Area 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software

DVOUROZMĚRNÉ STACIONÁRNÍ POLE TEPLIT A ČÁSTEČNÝCH TLAKŮ VODNÍ PÁRY

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

Area 2017 EDU

Název úlohy : **Detail přesahu střechu - diplomová práce**

Varianta varianta 2

Zpracovatel : Filip Kropáček

Zakázka : BD Kojetice

Datum : 6.1.2019

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: 37

Počet vodorovných os: 44

Počet prvků: 3096

Počet uzlových bodů: 1628

Souřadnice os sítě - osa x [m] :

0.00000 0.02500 0.06250 0.09225 0.10713 0.11456 0.11828 0.12200 0.12500 0.12988

0.13477 0.14453 0.16406 0.20313 0.24219 0.28125 0.32031 0.35938 0.39844 0.41797

0.43750 0.45000 0.47500 0.50000 0.52500 0.55000 0.57500 0.60000 0.64000 0.68000

0.72000 0.76000 0.80000 0.83125 0.86250 0.89375 0.92500

Souřadnice os sítě - osa y [m] :

0.00000 0.02250 0.04500 0.06750 0.09000 0.11250 0.13500 0.15750 0.18000 0.20000

0.22000 0.24000 0.26000 0.28000 0.30000 0.32000 0.34000 0.35000 0.35000 0.36000
 0.36300 0.36781 0.37263 0.38225 0.40150 0.42075 0.43038 0.43519 0.44000 0.44300
 0.44645 0.44990 0.45680 0.47060 0.48440 0.49820 0.51200 0.52580 0.53960 0.54650
 0.54995 0.55168 0.55340 0.55500

Zadané materiály :

č.	Název	LambdaX	LambdaY	MiX	MiY	X1	X2	Y1	Y2
1	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	1	9	20	44
2	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	1	28	10	20
3	STEICO special	0.042	0.042	3.000	3.000	32	33	1	20
4	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	24	28	1	10
5	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	9	37	20	29
6	Climatizer Plus	0.048	0.048	2.000	2.000	28	32	1	20
7	STEICO flex 036	0.042	0.042	2.000	2.000	22	24	1	10
8	Fermacell	0.320	0.320	13	13	21	22	1	10
9	puren spádová i	0.028	0.028	450	450	2	37	30	44
10	Glastek 30 Stic	0.210	0.210	29000	29000	9	37	29	30
11	Glastek 30 Stic	0.210	0.210	29000	29000	1	9	20	21
12	Glastek 30 Stic	0.210	0.210	29000	29000	8	9	20	30
13	DEKPLAN 76	0.160	0.160	20000	20000	1	37	43	44

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.

Zadané okrajové podmínky a jejich rozmístění :

číslo	1.uzel	2.uzel	Teplota [C]	Rs [m2K/W]	RH [%]	P [kPa]	h,p [s/m]
1	44	396	-13.00	0.04	84.0	0.17	20.00
2	396	1628	-13.00	0.04	84.0	0.17	20.00
3	1627	1628	-13.00	0.04	84.0	0.17	20.00
4	1614	1627	-13.00	0.04	84.0	0.17	20.00
5	1613	1614	-13.00	0.04	84.0	0.17	20.00
6	1604	1613	-13.00	0.04	84.0	0.17	20.00
7	1428	1604	-13.00	0.04	84.0	0.17	20.00
8	1409	1428	-13.00	0.04	84.0	0.17	20.00
9	881	890	20.00	0.13	50.0	1.17	10.00
10	10	890	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	-13.0	0.04	84	-13.00	-6.25991	0.18969
2	20.0	0.13	50	16.99	6.25989	0.18969

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)

NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLoty, TEPLTNÍ FAKTORY A RIZIKO KONDENZACE:

Prostředí	Tw [C]	Ts,min [C]	f,Rsi [-]	KOND.	RH,max [%]	T,min [C]
1	-14.90	-13.00	1.000	ne	---	---

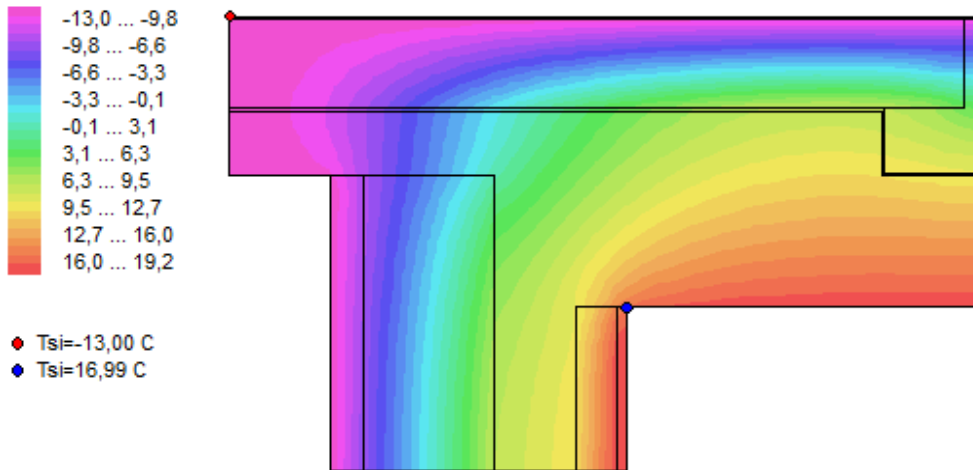
2 9.26 16.99 0.909 ne --- ---

Vysvětlivky:

T_w teplota rosného bodu v daném prostředí [C] - lze určit jen pro teploty do 100 C
 $T_{s,min}$ minimální povrchová teplota v daném prostředí [C]
 f, R_{si} 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 $T_e = -13.0$ 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]:



ODHAD CHYBY VÝPOČTU:

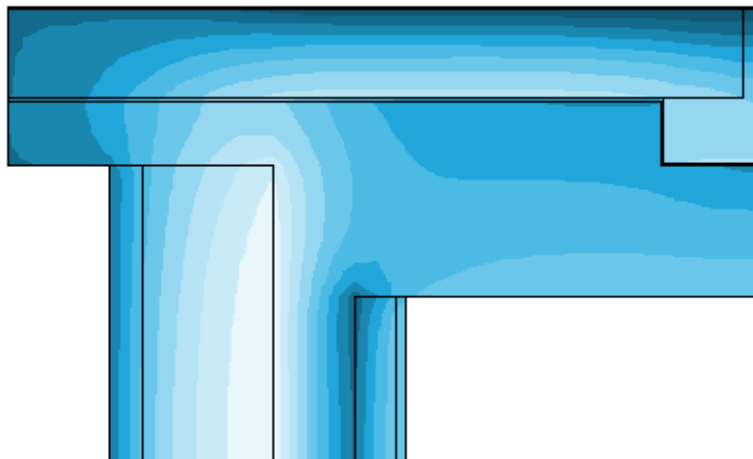
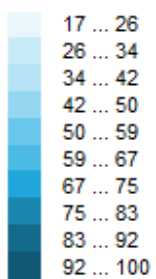
Součet tepelných toků: -0.0000 W/m
Součet abs.hodnot tep.toků: 12.5198 W/m
Podíl: -0.0000
Podíl je menší než 0.001 - požadavek EN ISO 10211 je splněn.

TOKY DIFUNDUJÍCÍ VODNÍ PÁRY PŘI ZADANÝCH PODMÍNKÁCH:

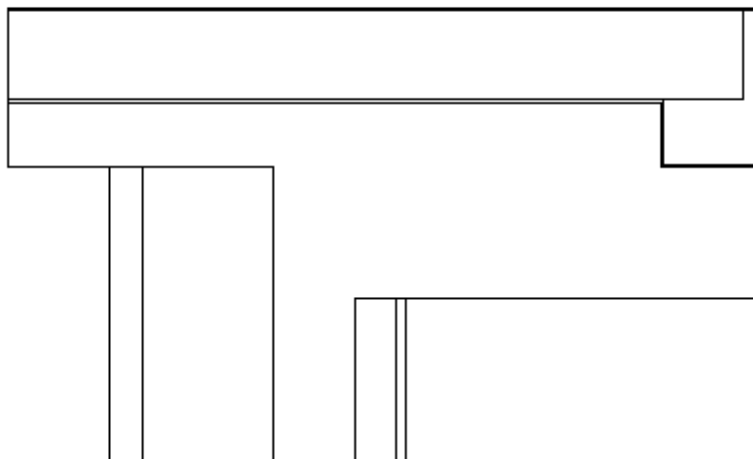
Množství vstupující do konstrukce: 4.1E-0009 kg/m,s.
Množství vystupující z konstrukce: 3.7E-0009 kg/m,s.
Množství kondenzující vodní páry: 3.5E-0010 kg/m,s.

Poznámka: Uvedená množství jsou vztažena k 1 m výšce 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



Příloha č.5

ZATÍŽENÍ KONSTRUKCE BD KOJETICE

01 - VLASTNÍ TÍHA KONSTRUKCE STROPU - OBYTNÉ PROSTORY					
položka	výpočet		charakt. [kN/m ²]	γ _f	návrh. [kN/m ²]
nášlapná vrstva	t = 5 mm	0,005	0,033	1,35	0,044
	ρ = 650kg/m ³	650			
nivelační stěrka	t = 5 mm	0,005	0,095	1,35	0,13
	ρ = 1900 kg/m ³	1900			
betonová mazanina	t = 50 mm	0,05	1,2	1,35	1,62
	ρ = 2400 kg/m ³	2400			
kročejová izolace	t = 20 mm	0,02	0,032	1,35	0,04
	ρ = 160kg/m ³	160			
CLT StoraEnso	t = 160 mm	0,16	0,80	1,35	1,08
	ρ = 500 kg/m ³	500			
sádrokartonový podhled	t = 13 mm	0,013	0,11	1,35	0,15
	ρ = 850 kg/m ³	850			
			2,27		3,06

02 - VLASTNÍ TÍHA KONSTRUKCE - CHODBA					
nášlapná vrstva	t = 5 mm	0,005	0,033	1,35	0,044
	ρ = 650kg/m ³	650			
nivelační stěrka	t = 5 mm	0,005	0,095	1,35	0,13
	ρ = 1900 kg/m ³	1900			
betonová mazanina	t = 50 mm	0,05	1,2	1,35	1,62
	ρ = 2400 kg/m ³	2400			
kročejová izolace	t = 20 mm	0,02	0,032	1,35	0,04
	ρ = 160kg/m ³	160			
ŽB strop - spiroll	t = 160 mm	0,16	2,72	1,35	3,67
sádrokartonový podhled	t = 13 mm	0,013	0,11	1,35	0,15
	ρ = 850 kg/m ³	850			
			4,19		5,66

03 - VLASTNÍ TÍHA KONSTRUKCE STŘECHY DŘEVĚNÁ ČÁST					
sklon střechy α =	0 °				
položka	výpočet		charakt. [kN/m ²]	γ _f	návrh. [kN/m ²]
PVC fólie+geotextilie			0,02	1,35	0,03
Tepelná izolace EPS	t = 340 mm	0,34	0,0612	1,35	0,08
	ρ = 18 kg/m ³	18			
Parozábrana			0,035	1,35	0,05
CLT StoraEnso	t = 160 mm	0,16	0,80	1,35	1,08
	ρ = 500 kg/m ³	500			
sádrokartonový podhled	t = 13 mm	0,013	0,11	1,35	0,15
	ρ = 850 kg/m ³	850			
			1,03	1,35	1,39

04 - VLASTNÍ TÍHA KONSTRUKCE STŘECHY BETON					
položka	výpočet		charakt. [kN/m ²]	γ_f	návrh. [kN/m ²]
PVC fólie+geotextilie			0,02	1,35	0,03
Tepelná izolace EPS	t = 340 mm	0,34	0,0612	1,35	0,08
	$\rho = 18 \text{ kg/m}^3$	18			
Parozábrana			0,035	1,35	0,05
ŽB strop - spiroll	t = 160 mm	0,16	2,72	1,35	3,67
sádrokartonový podhled	t = 13 mm	0,013	0,11	1,35	0,15
	$\rho = 850 \text{ kg/m}^2$	850			
			2,95		3,98

04 - VLASTNÍ TÍHA - SOLÁRNÍ PANELE					
položka	výpočet		charakt. [kN/m ²]	γ_f	návrh. [kN/m ²]
SOLÁRNÍ PANEL + KONSTRUKCE A PŘÍTÍŽENÍ			0,50	1,35	0,68
			0,50		0,68

05 - VLASTNÍ TÍHA VNITŘNÍ NOSNÉ STĚNY 400 mm					
položka	výpočet		charakt. [kN/m ²]	γ_f	návrh. [kN/m ²]
Fermacell	t = 13 mm	0,013	0,16	1,35	0,2106
	$\rho = 1200 \text{ kg/m}^3$	1200			
Instalační předstěna + TI	t = 50 mm	0,05	0,03	1,35	0,03
	$\rho = 50 \text{ kg/m}^3$	50			
CLT StoraEnso	t = 100 mm	0,1	0,50	1,35	0,68
	$\rho = 500 \text{ kg/m}^3$	500			
			0,68		0,92

06 - VLASTNÍ TÍHA PŘÍČKY 125 mm (150 mm přibližně stejná)					
položka	výpočet		charakt. [kN/m ²]	γ_f	návrh. [kN/m ²]
Fermacell	t = 13 mm	0,013	0,16	1,35	0,2106
	$\rho = 1200 \text{ kg/m}^3$	1200			
Nosná konstrukce + TI	t = 100 mm	0,1	0,05	1,35	0,07
	$\rho = 50 \text{ kg/m}^3$	50			
Fermacell	t = 13 mm	0,013	0,16	1,35	0,2106
	$\rho = 1200 \text{ kg/m}^3$	1200			
			0,36		0,49

07 - VLASTNÍ TÍHA SCHODIŠTĚ (PŮDORYSNÝ PRŮMĚT)					
položka	výpočet		charakt. [kN/m ²]	γ_f	návrh. [kN/m ²]
deska konst. tloušťky	t = 150 mm	0,15	3,60	1,35	4,86
	$\rho = 2400 \text{ kg/m}^3$	2400			
schodišťové stupně	170 × 290 mm	0,085	1,02	1,35	1,38
	$\rho = 2400 \text{ kg/m}^3$	2400			
			4,62		6,24

A - UŽITNÁ ZATÍŽENÍ - OBYTNÉ PROSTORY					
položka	výpočet		charakt. [kN/m ²]	γ_f	návrh. [kN/m ²]
kategorie A	$q_k = 2 \text{ kN/m}^2$	2	2,00	1,5	3
			2,00		3

B - UŽITNÁ ZATÍŽENÍ - SCHODIŠTĚ A KOMUNIKAČNÍ PROSTORY					
položka	výpočet		charakt. [kN/m ²]	γ_f	návrh. [kN/m ²]
schodiště	$q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$	3,00	3,00	1,5	4,50
			3,00		4,50

D - ZATÍŽENÍ SNĚHEM					
položka	výpočet		charakt. [kN/m ²]	γ_f	návrh. [kN/m ²]
I. sněhová oblast	$s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$	0,70	0,56	1,5	0,84
	$\alpha = 1^\circ$	1			
	$\mu_1 = 0,8$	0,80			
	$C_e = 1$	1,00			
	$C_t = 1$	1,00			
			0,56		0,84

H- UŽITNÁ ZATÍŽENÍ na většině střechy- NEPŘÍSTUPNÁ STŘECHA					
položka	výpočet		charakt. [kN/m ²]	γ_f	návrh. [kN/m ²]
kategorie H	$q_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$	1	1,00	1,5	1,5
			1,00		1,5

ZDROJE

- ČSN EN 1990 - Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991-1-1 - Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- ČSN EN 1991-1-3 - Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Obecná zatížení - Zatížení sněhem
- ČSN EN 1991-1-4 - Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Obecná zatížení - Zatížení větrem

ZATÍŽENÍ NOSNÝCH KONSTRUKCÍ

(PODKLAD PRO NÁVRH PŘEDBĚŽNÝCH DIMENZÍ KONSTRUKCÍ STROPŮ A STĚN)

CELKOVÉ ZATÍŽENÍ VODOROVNÝCH KONSTRUKCÍ

Celkové stálé zatížení střechy

položka	výpočet	charakt. [kN/m ²]	γ_f	návrh. [kN/m ²]
Zatížení střešním pláštěm (bez nosné konstrukce)		0,33	1,35	0,45
Solární panely (s přitížením na sání větrem)		1,30	1,35	1,76
Zatížení celkem		1,63		2,20

Proměnné zatížení střechy

položka	výpočet	charakt. [kN/m ²]	γ_f	návrh. [kN/m ²]
Zatížení sněhem		0,56	1,5	0,84
užitné zatížení		1,00	1,5	1,50
Zatížení větrem 3NP - sání		-1,14	1,5	-1,71
Zatížení větrem 3NP - tlak		0,11	1,5	0,16
Zatížení větrem 2NP - sání		-1,02	1,5	-1,53
Zatížení větrem 2NP - tlak		0,09	1,5	0,14

Celkové stálé zatížení stropu (Pokoje)

položka	výpočet	charakt. [kN/m ²]	γ_f	návrh. [kN/m ²]
zatížení konstrukcí stropu (bez nosné kce)		1,47	1,35	1,98
příčky	zat. šířka	1,20	0,63	1,35
	výška příčky	2,90		
	šířka roznosu	2,00		
	zatížení m ²	0,36		
Zatížení celkem		2,10		2,83

Celkové užité zatížení stropu (Pokoje)

užitné zatížení	2,00	1,5	3,00
-----------------	------	-----	------

Celkové užité zatížení stropu (Komunikační prostory)

užitné zatížení	3,00	1,5	4,50
-----------------	------	-----	------

Zatížení pro návrh prvků konstrukce

Vstupní hodnoty:		CHARAKT. ZATÍŽENÍ		
Typ zatížení	Zatěž. šířka [m]	STÁLÉ [kN/m ²]		UŽITNÉ [kN/m ²]
Zatížení na střechu				
Celkové zatížení střechy CLT	4,75	1,63		1,11
Celkové zatížení střechy SPIROLL	1,65	1,63		1,11
Zatížení na strop				
Celkové zatížení strop CLT	4,75	2,10		2,00
Celkové zatížení strop SPIROLL	1,65	2,10		3,00

Navržený panel CLT:

StoraEnso 160 L5s - 2

vl.tíh: 5,00 [kN/m³]

Navržený panel SPIROLL:

SPIROLL PPD 165

vl.tíh: 2,72 [kN/m²]

Zatížení na vnitřní stěnu CLT	Zatěž. šířka [m]	CHARAKT. ZATÍŽENÍ	
		STÁLÉ [kN/m]	UŽITNÉ [kN/m]
Od stropu vč. Nosné CLT	4,75	10,78	9,50
Od střechy vč. Nosné CLT	4,75	7,74	5,25
Zatížení od předstěn	1	1,05	

NÁVRH STĚNOVÝCH PRVKŮ CLT

ZATÍŽENÍ STĚN CLT

položka	výpočet	charakt. [kN/m']	γ_f	návrh. [kN/m']
STÁLÉ	Zatěž. šířka [m]			
Zatížení od střechy	zat. šířka 4,75	10,78	1,35	14,56
Zatížení od stropu	zat. šířka 4,75	7,74	1,35	10,45
Zatížení od předstěn	zat. šířka 1	1,05	1,35	1,42
UŽITNÉ	Zatěž. šířka [m]			
Zatížení od střechy	zat. šířka 4,75	5,25	1,5	7,88
Zatížení od stropu	zat. šířka 4,75	9,50	1,5	14,25

Stěnový panel 3NP

Celkové zatížení

Navržený panel:

STÁLÉ [kN/m]	UŽITNÉ [kN/m]	NÁVRHOVÉ [kN/m]
11,83	5,25	23,85
StoraEnso 100 C5S		vl.tíhá: 0,50 [kN/m ²]

Stěnový panel 2NP

Celkové zatížení

Navržený panel:

STÁLÉ [kN/m]	UŽITNÉ [kN/m]	NÁVRHOVÉ [kN/m]
22,07	14,75	51,93
StoraEnso 100 C5S		vl.tíhá: 0,50 [kN/m ²]

Stěnový panel 1NP

Celkové zatížení

Navržený panel:

STÁLÉ [kN/m]	UŽITNÉ [kN/m]	NÁVRHOVÉ [kN/m]
32,32	24,25	80,01
StoraEnso 100 C5S		vl.tíhá: 0,50 [kN/m ²]

Viz příloženou tabulku pro předběžné dimenzování.

NÁVRH STĚNOVÝCH PRVKŮ PREFA
ZATÍŽENÍ STĚN PREFA

položka	výpočet		charakt. [kN/m']	γ_f	návrh. [kN/m']
STÁLÉ	Zatěž. šířka [m]				
Zatížení od střechy	zat. šířka	1,65	4,35	1,35	5,87
Zatížení od stropu	zat. šířka	1,65	4,82	1,35	6,51
Zatížení od předstěn	zat. šířka	1	0,52	1,35	0,71
UŽITNÉ	Zatěž. šířka [m]				
Zatížení od střechy	zat. šířka	1,65	1,11	1,5	1,66
Zatížení od stropu	zat. šířka	1,65	3,00	1,5	4,50

Na stěnový panel 1NP
Celkové zatížení

STÁLÉ [kN/m]	UŽITNÉ [kN/m]	NÁVRHOVÉ [kN/m]
15,56	7,11	31,67

Odhad ŽB stěny

$$\sigma = F/A$$

Charakteristiky betonu:

pevnost charakteristická

součinitel materiálu

pevnost návrhová

 σ - napětí F - normálnová síla sloupu
 A - minimální plocha pro přenesení zatížení

Beton C25/30

$$f_{c,k} = 25 \text{ [MPa]}$$

$$\gamma_{c,k} = 1,5$$

$$f_{c,d} = 16,67 \text{ [MPa]}$$

Návrh stěny

b= uvažováno 1bm

$$d = 0,16 \text{ [m]}$$

$$h_{1NP} = 3,4 \text{ [m]}$$

$$h_{2,3NP} = 2,9 \text{ [m]}$$

 Vlastní tíha stěny přes 3 podlaží
 ($d*b*\Sigma h*2400/100$)

charakt. [kN/m']	γ_f	návrh. [kN/m']
35,33	1,35	47,69

Celkové návrhové zatížení v patě stěny 1N

$$F = 79,36 \text{ [kN/m']}$$

POSOUZENÍ STĚNY PREFA

$$\sigma = F/A$$

$$\sigma \text{ [MPa]} \leq f_{c,d} \text{ [MPa]}$$

0,30	\leq	16,67	VYHOVUJE
------	--------	-------	-----------------

NÁVRH ZÁKLADOVÉHO PASU

Předběžný návrh šířky pasu (hloubka 1m)

$$b_1 = 0,6 \text{ [m]}$$

Největší zatížení v patě stěny - CLT

$$F = 81,46 \text{ [kN/m']}$$

Zatížení od základu

$$F = 19,44 \text{ [kN/m']}$$

$$G_d = 100,90 \text{ [kN/m']}$$

 Únosnost zeminy - hlinitokamenitý
 sediment MG

$$R_d = 250 \text{ [kPa]}$$

(Převzato z ČSN 731001)

Výpočet šířky základu

$$b = G_d/R_d$$

$$b_N = 0,40 \text{ [m]}$$

$b_1 =$	0,6	$>$	0,40	b_N	VYHOVUJE
---------	-----	-----	------	-------	-----------------

ZDROJE

- ČSN EN 1990 - Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991-1-1 - Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Obecná zatížení
- ČSN EN 1991-1-3 - Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Obecná zatížení - Zatížení sněhem
- ČSN EN 1991-1-4 - Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Obecná zatížení - Zatížení větrem
- ČSN 73 1001 - Zakládání staveb. Základová půda pod plošnými základy (zrušená norma)



Vnitřní stěny (bez tlaku větru)

podle schválení Z 9.1-559
DIN 1052 (2008) popř. EN 1995-1-1 (2006)

Vlastní hmotnost gk*)	Užitečné zatížení nk	Výška (vzpěrná délka)													
		2,50 m				3,00 m				4,00 m					
		R 0	R 30	R 60	R 90	R 0	R 30	R 60	R 90	R 0	R 30	R 60	R 90		
10,00	10,00	60 C3s	80 C3s	80 C3s	100 C3s	60 C3s	80 C3s	80 C3s	120 C3s	60 C3s	80 C3s	100 C5s	120 C3s		
	20,00			100 C5s	120 C3s			100 C5s	140 C5s			90 C3s	100 C5s	120 C5s	140 C5s
	30,00			100 C5s	120 C3s			100 C5s	140 C5s			90 C3s	100 C5s	120 C5s	140 C5s
	40,00			100 C5s	120 C3s			100 C5s	140 C5s			90 C3s	100 C5s	120 C5s	140 C5s
	50,00			100 C5s	120 C3s			100 C5s	140 C5s			90 C3s	100 C5s	120 C5s	140 C5s
	60,00			100 C5s	120 C3s			100 C5s	140 C5s			90 C3s	100 C5s	120 C5s	140 C5s
20,00	10,00	60 C3s	80 C3s	80 C3s	100 C3s	60 C3s	80 C3s	100 C5s	120 C3s	60 C3s	80 C3s	100 C5s	120 C3s		
	20,00			100 C5s	120 C3s			100 C5s	140 C5s			90 C3s	100 C5s	120 C5s	140 C5s
	30,00			100 C5s	120 C3s			100 C5s	140 C5s			90 C3s	100 C5s	120 C5s	140 C5s
	40,00			100 C5s	120 C3s			100 C5s	140 C5s			90 C3s	100 C5s	120 C5s	140 C5s
	50,00			100 C5s	120 C3s			100 C5s	140 C5s			90 C3s	100 C5s	120 C5s	140 C5s
	60,00			100 C5s	120 C3s			100 C5s	140 C5s			90 C3s	100 C5s	120 C5s	140 C5s
30,00	10,00	60 C3s	80 C3s	80 C3s	100 C3s	60 C3s	80 C3s	100 C5s	120 C3s	60 C3s	80 C3s	100 C5s	120 C3s		
	20,00			100 C5s	120 C3s			100 C5s	140 C5s			90 C3s	100 C5s	120 C5s	140 C5s
	30,00			100 C5s	120 C3s			100 C5s	140 C5s			90 C3s	100 C5s	120 C5s	140 C5s
	40,00			100 C5s	120 C3s			100 C5s	140 C5s			90 C3s	100 C5s	120 C5s	140 C5s
	50,00			100 C5s	120 C3s			100 C5s	140 C5s			90 C3s	100 C5s	120 C5s	140 C5s
	60,00			100 C5s	120 C3s			100 C5s	140 C5s			90 C3s	100 C5s	120 C5s	140 C5s
40,00	10,00	60 C3s	80 C3s	80 C3s	100 C3s	60 C3s	80 C3s	100 C5s	120 C3s	60 C3s	80 C3s	100 C5s	120 C3s		
	20,00			100 C5s	120 C3s			100 C5s	140 C5s			90 C3s	100 C5s	120 C5s	140 C5s
	30,00			100 C5s	120 C3s			100 C5s	140 C5s			90 C3s	100 C5s	120 C5s	140 C5s
	40,00			100 C5s	120 C3s			100 C5s	140 C5s			90 C3s	100 C5s	120 C5s	140 C5s
	50,00			100 C5s	120 C3s			100 C5s	140 C5s			90 C3s	100 C5s	120 C5s	140 C5s
	60,00			100 C5s	120 C3s			100 C5s	140 C5s			90 C3s	100 C5s	120 C5s	140 C5s
50,00	10,00	60 C3s	80 C3s	80 C3s	100 C3s	60 C3s	80 C3s	100 C5s	120 C3s	60 C3s	80 C3s	100 C5s	120 C3s		
	20,00			100 C5s	120 C3s			100 C5s	140 C5s			90 C3s	100 C5s	120 C5s	140 C5s
	30,00			100 C5s	120 C3s			100 C5s	140 C5s			90 C3s	100 C5s	120 C5s	140 C5s
	40,00			100 C5s	120 C3s			100 C5s	140 C5s			90 C3s	100 C5s	120 C5s	140 C5s
	50,00			100 C5s	120 C3s			100 C5s	140 C5s			90 C3s	100 C5s	120 C5s	140 C5s
	60,00			100 C5s	120 C3s			100 C5s	140 C5s			90 C3s	100 C5s	120 C5s	140 C5s
60,00	10,00	60 C3s	80 C3s	80 C3s	100 C3s	60 C3s	80 C3s	100 C5s	120 C3s	60 C3s	80 C3s	100 C5s	120 C3s		
	20,00			100 C5s	120 C3s			100 C5s	140 C5s			90 C3s	100 C5s	120 C5s	140 C5s
	30,00			100 C5s	120 C3s			100 C5s	140 C5s			90 C3s	100 C5s	120 C5s	140 C5s
	40,00			100 C5s	120 C3s			100 C5s	140 C5s			90 C3s	100 C5s	120 C5s	140 C5s
	50,00			100 C5s	120 C3s			100 C5s	140 C5s			90 C3s	100 C5s	120 C5s	140 C5s
	60,00			100 C5s	120 C3s			100 C5s	140 C5s			90 C3s	100 C5s	120 C5s	140 C5s

* Vlastní hmotnost CLT je s hodnotou p = 500 kg/m³ v tabulce již zohledněna!

NKL 1, kategorie užitečného zatížení A ($\psi_0 = 0,7; \psi_1 = 0,5; \psi_2 = 0,3$)

Nosnost:

- a) Důkaz v podobě prutu namáhaného na vzpěr (tlak podle metody s náhradním prutem)
- b) Napětí ve smyku

k_{mod} = 0,8

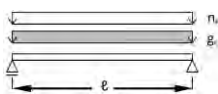
Požár:

v_{1,i} = 0,63 mm/min
v_{1,a} = 0,86 mm/min

R0
R30
R60
R90

Tato tabulka slouží pouze k předběžnému dimenzování a nenahrazuje statický výpočet!





Nosník o jednom poli_deformace

podle schválení Z 9.1-559
DIN 1052 (2008) popř. EN 1995-1-1 (2006)

Vlastní hmotnost gk*)	Užitečné zatížení nk	Rozpětí nosníku o jednom poli								
		3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m	5,50 m	6,00 m	6,50 m	7,00 m
1,00	1,00	80 L3s	80 L3s	90 L3s	120 L3s	120 L3s	140 L5s	160 L5s - 2	160 L5s - 2	180 L5s
	2,00	80 L3s	90 L3s	100 L3s	120 L3s	120 L3s	140 L5s		180 L5s	200 L5s
	2,80	80 L3s	90 L3s	100 L3s	120 L3s	120 L3s	140 L5s	160 L5s - 2	180 L5s	220 L7s - 2
	3,50	80 L3s	90 L3s	100 L3s	120 L3s	140 L5s	160 L5s - 2	200 L5s	200 L5s	220 L7s - 2
	4,00	90 L3s	120 L3s	120 L3s	140 L5s	160 L5s - 2	160 L5s - 2	200 L5s	200 L5s	220 L7s - 2
1,50	1,00	80 L3s	90 L3s	100 L3s	120 L3s	140 L5s	140 L5s	160 L5s - 2	180 L5s	200 L5s
	2,00	80 L3s	90 L3s	100 L3s	120 L3s	120 L3s	140 L5s	160 L5s - 2	180 L5s	200 L5s
	2,80	80 L3s	100 L3s	120 L3s	120 L3s	140 L5s	160 L5s - 2	180 L5s	200 L5s	220 L7s - 2
	3,50	90 L3s	100 L3s	120 L3s	140 L5s	160 L5s - 2	160 L5s - 2	200 L5s	200 L5s	220 L7s - 2
	4,00	90 L3s	120 L3s	120 L3s	140 L5s	160 L5s - 2	160 L5s - 2	200 L5s	220 L7s - 2	220 L7s - 2
2,00	1,00	80 L3s	100 L3s	120 L3s	120 L3s	140 L5s	140 L5s	160 L5s - 2	180 L5s	200 L5s
	2,00	80 L3s	100 L3s	120 L3s	120 L3s	140 L5s	160 L5s - 2	160 L5s - 2	180 L5s	200 L5s
	2,80	90 L3s	100 L3s	120 L3s	140 L5s	160 L5s - 2	160 L5s - 2	180 L5s	200 L5s	220 L7s - 2
	3,50	90 L3s	120 L3s	120 L3s	140 L5s	160 L5s - 2	160 L5s - 2	200 L5s	200 L5s	220 L7s - 2
	4,00	90 L3s	120 L3s	120 L3s	140 L5s	160 L5s - 2	180 L5s	200 L5s	220 L7s - 2	220 L7s - 2
2,50	1,00	90 L3s	100 L3s	120 L3s	140 L5s	160 L5s - 2	160 L5s - 2	180 L5s	200 L5s	220 L7s - 2
	2,00	90 L3s	100 L3s	120 L3s	140 L5s	160 L5s - 2	160 L5s - 2	180 L5s	200 L5s	220 L7s - 2
	2,80	90 L3s	120 L3s	120 L3s	140 L5s	160 L5s - 2	180 L5s	200 L5s	220 L7s - 2	220 L7s - 2
	3,50	90 L3s	120 L3s	120 L3s	140 L5s	160 L5s - 2	180 L5s	200 L5s	220 L7s - 2	240 L7s - 2
	4,00	100 L3s	120 L3s	140 L5s	160 L5s - 2	160 L5s - 2	200 L5s	220 L7s - 2	220 L7s - 2	240 L7s - 2
3,00	1,00	90 L3s	120 L3s	120 L3s	140 L5s	160 L5s - 2	180 L5s	200 L5s	220 L7s - 2	220 L7s - 2
	2,00	90 L3s	120 L3s	140 L5s	160 L5s - 2	160 L5s - 2	180 L5s	200 L5s	220 L7s - 2	220 L7s - 2
	2,80	100 L3s	120 L3s	140 L5s	160 L5s - 2	160 L5s - 2	180 L5s	200 L5s	220 L7s - 2	240 L7s - 2
	3,50	100 L3s	120 L3s	140 L5s	160 L5s - 2	160 L5s - 2	200 L5s	220 L7s - 2	220 L7s - 2	240 L7s - 2
	4,00	100 L3s	120 L3s	140 L5s	160 L5s - 2	180 L5s	200 L5s	220 L7s - 2	220 L7s - 2	240 L7s - 2

*Vlastní hmotnost CLT je s hodnotou $p = 500 \text{ kg/m}^3$ v tabulce již zohledněna!

NKL 1, kategorie užitečného zatížení A ($\psi_0 = 0,7; \psi_1 = 0,5; \psi_2 = 0,3$)

Nosnost:

- a) Důkaz o napětí v ohybu
- b) Důkaz o napětí ve smyku

$k_{mod} = 0,8$

Použitelnost:

- a) Kvazistacionární situace dimenzování
přípust. $w_{fin} = 250$
- b) Výjimečná situace dimenzování
přípust. $w_{q,inst} = 300$
přípust. $w_{g,inst} = 200$

$k_{def} = 0,6$

Požár:

HFA 2011
 $v_1 = 0,65 \text{ mm/min}$

R0
R30
R60
R90

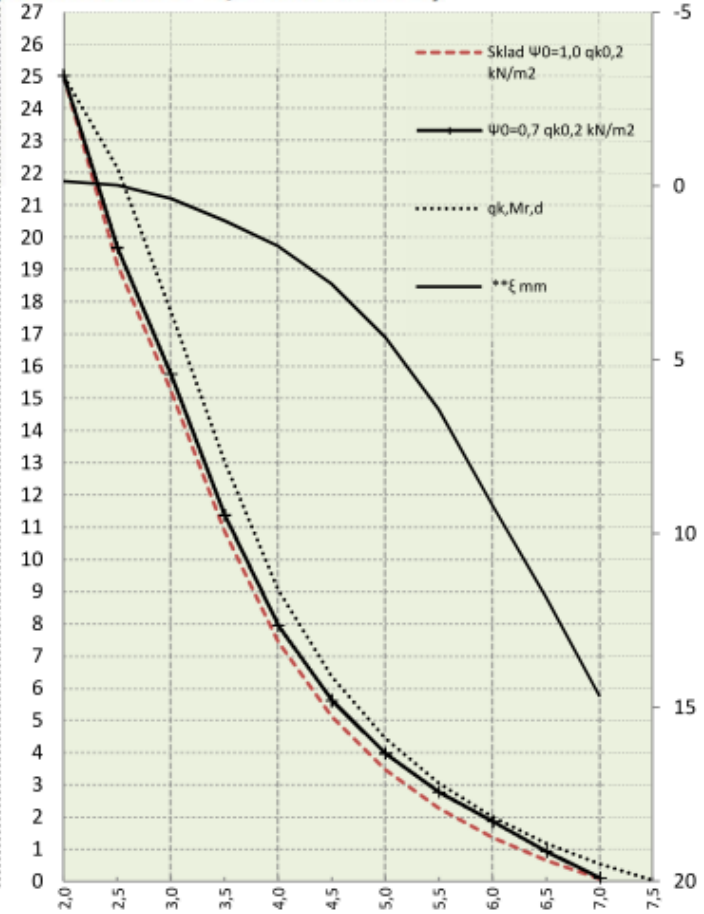
Tato tabulka ukazuje potřebné tloušťky pro studené dimenzování (R0). Barevné pozadí představuje dobu požární odolnosti, které bude s touto tloušťkou rovněž dosaženo. Pokud je nezbytná delší doba požární odolnosti, musí se provést vlastní výpočet.

Tato tabulka slouží pouze k předběžnému dimenzování a nenahrazuje statický výpočet!



Statický výpočet PPD 165 (Lana: Dole: 5*9,3 + Nahoře: 0)

L m	Sklad		Mr,dek kNm	Mr,cr kNm	Mr0,2 kNm	Mr,d kNm	**ξ mm	*Vrdct1 kN
	ψ0=1,0 qk0,2 kN/m2	ψ0=0,7 qk0,2 kN/m2						
2,0	25,00	25,00	17,2	24,9	21,9	24,9	-0,13	50,6
2,5	19,16	19,67	17,7	31,7	28,0	31,7	-0,02	50,6
3,0	15,23	15,73	17,7	35,0	34,0	38,5	0,36	50,6
3,5	10,86	11,37	17,7	35,1	36,0	41,4	1,00	50,6
4,0	7,43	7,94	17,8	35,1	36,1	41,4	1,73	50,6
4,5	5,11	5,62	17,8	35,2	36,2	41,4	2,82	50,6
5,0	3,47	3,98	17,9	35,2	36,3	41,4	4,34	50,6
5,5	2,27	2,77	18,0	35,3	36,4	41,4	6,42	50,6
6,0	1,36	1,87	18,0	35,4	36,5	41,4	9,17	50,6
6,5	0,65	0,93	18,1	35,5	36,6	41,4	11,82	50,6
7,0	0,08	0,11	18,2	35,4	36,6	41,4	14,66	50,6
7,5	-0,38	-0,55	18,3	35,4	36,5	41,4	18,00	50,6
8,0	-0,76	-1,08	18,2	35,3	36,4	41,4	21,90	50,6
8,5								
9,0								
9,5								
10,0								
10,5								
11,0								
11,5								
12,0								
12,5								
13,0								
13,5								
14,0								
14,5								
15,0								
15,5								
16,0								



$q_d(kN/m^2) = \gamma_G \cdot (g_0 + 1,5) + \psi_0 \cdot \gamma_Q \cdot q_{k0,2}$
 $q_d(kN/m^2) = \gamma_G \cdot \xi \cdot (g_0 + 1,5) + \gamma_Q \cdot q_{k0,2}$
 $\gamma_G (1,35)$. . . návrhový koeficient
 $\xi (0,85)$ redukční součinitel
 $g_0 (kN/m^2)$. . vlastní tíha
 $\gamma_Q (1,50)$. . . návrhový koeficient
 $1,5 (kN/m^2)$. . g1 tíha úprav
 $q_k (kN/m^2)$. . charakteristické zatížení
 $\psi_0 (1,0)$ sklady
 $\psi_0 (0,7)$ ostatní

ECO ČSN EN 1990 rovnice 6.10a 6.10b
 EC2 ČSN EN 1992 -1-1 (CZ); ČSN EN 1168+A3
 $Mr_{,dek}$ (kNm/1,2m) . . moment na mezi dekomprese XC2/XC3
 $Mr_{,cr}$ (kNm/1,2m) . . moment na mezi vzniku trhlin
 $Mr_{0,2}$ (kNm/1,2m) . . moment na mezi šířky trhlin
 $Mr_{,d}$ (kNm/1,2m) . . moment na mezi únosnosti
 $**\xi$ (mm) průhyb
 $*Vrdct1$ (kNm/1,2m) . smyková únosnost pro oblast bez trhlin

Rozměry
výška/šířka/skladebně/uložení
160/1190/1200 /150 mm

Krytí lan
dolní řada/střední/horní
30/-/- mm

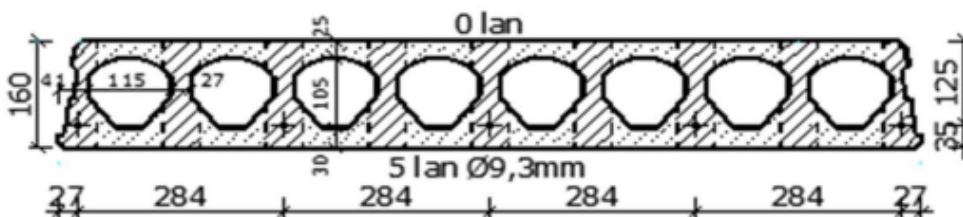
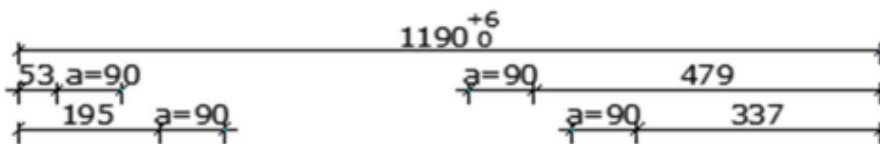
Hmotnosti
manipulační/se záhlvkou/záhlvka
272/285/13 kg/mb

Beton
C45/55 XC1
45 MPa
Ocel
fpk/ fpk0,1%
1770/1520 MPa

Tepelný odpor
0,17 m2K/W
REI Požární odolnost
45 minut

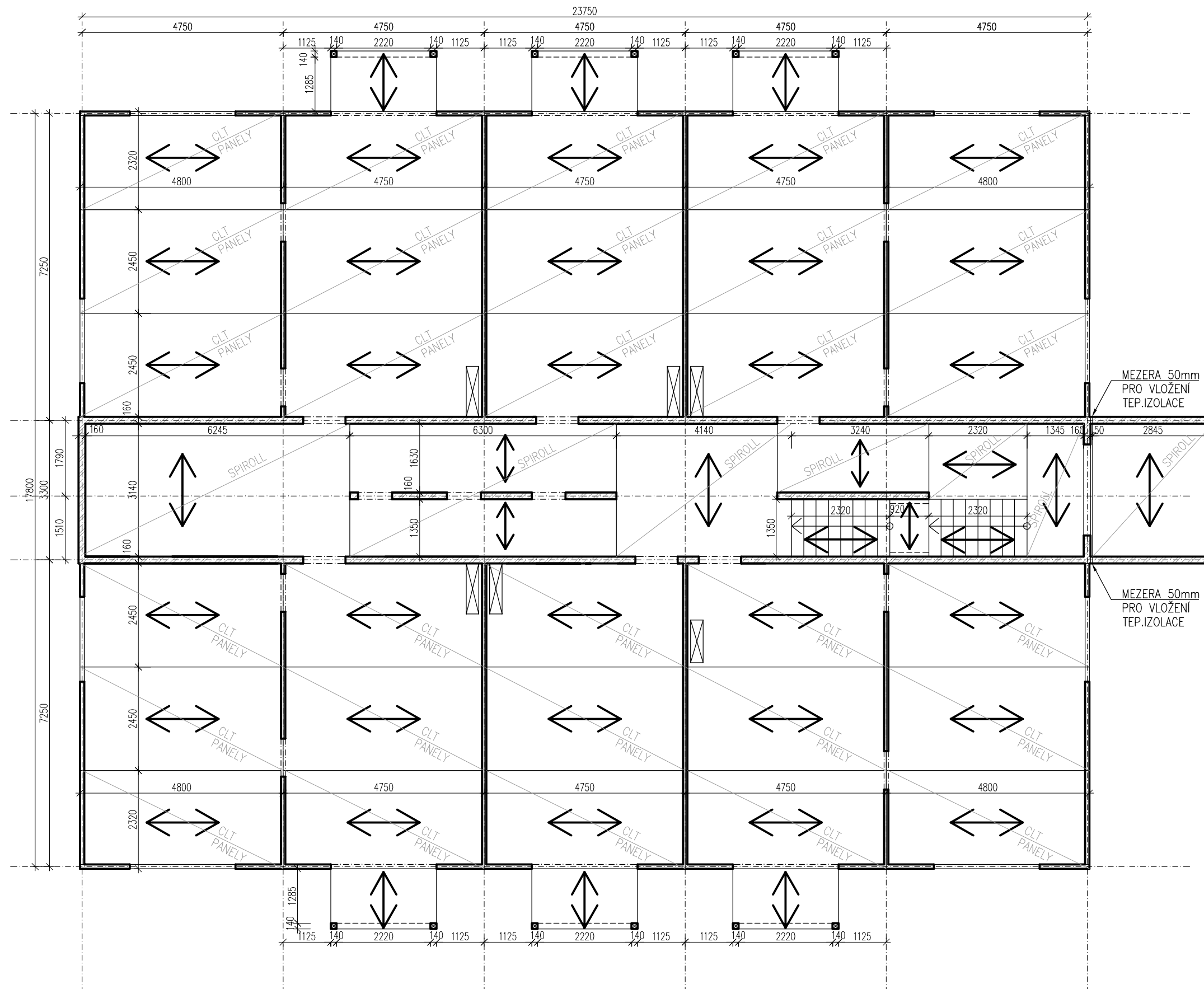
Vzduchová neprůzvučnost
49 db
Vážená, normalizovaná hladina
kročejového zvuku
85 db

* Pro oblast s trhlinami se doporučuje redukovat smyk. únosnost na 80%
** Skutečné hodnoty se mohou lišit od zde odhadnutých hodnot, skutečný průhyb závisí od historie zatížení apod. (EC2 čl. 7.4.1)
Obvykle s průhybem spirallů nebývají žádné problémy.



KONSTRUKČNÍ SYSTÉM 1NP

1:100



POZNÁMKY:

KONSTRUKCE BYTOVÝCH PROSTOR:

SVISLÉ KONSTRUKCE

- CLT PANELY TL.100 mm
- NAPOJENÍ NA ŽB STĚNY PŘES ÚHELNIKY, VZÁJEMNÉ PROPOJENÍ CLT STĚN DLE TECHNOLOGICKÉHO PŘEDPISU VÝROBCE
- NA KONTAKTNÍ SPÁRU SVISLÝCH PRVKŮ NUTNÉ APLIKOVAT TĚSNÍCÍ PÁSKU

VODOROVNÉ KONSTRUKCE

- PANELY CLT TL.160 mm – ULOŽENÍ 50 mm
- KOTVENY DO CLT STĚN KOTVÍCÍMI PRVKY PŘEDEPSANÝMI VÝROBCEM CLT PANELŮ
- V MÍSTECH ULOŽENÍ APLIKOVAT TĚSNÍCÍ PÁSKU

STŘEŠNÍ KONSTRUKCE

- STŘECHA MÁ PO OBVODĚ CLT DESKU TVOŘÍCÍ PŘESAHOV PRO OCHRANU FASÁDY
- DESKA TVOŘÍCÍ PŘESAHOV JE ULOŽENA NA NOSNÉ PANEL STŘECHY 475mm A NAKOTVENA VRUTY URČENÝMI VÝROBCEM CLT
- PANEL JE KLADEN PODÉL OKRAJE STŘECHY
- JEHO ŠÍŘKA JE 1200 mm

KONSTRUKCE JÁDRA:

SVISLÉ KONSTRUKCE

- STĚNOVÉ PREFABRIKOVANÉ PANELY TL.160 mm

VODOROVNÉ KONSTRUKCE

- PANELY SPIROLL TL.160 mm

SCHODIŠTĚ

- PREFABRIKOVANÉ SCHODIŠTĚ PŘÍMÉ S MEZIPODESTOU
- SCHODY 18x170x290 mm
- MEZIPODESTA ULOŽENA NA KONZOLKY STĚN PŘES PRÝŽOVOU PODLOŽKU – ZAMEZENÍ ŠÍŘENÍ KROČEJOVÉHO HLUKU
- NA KONCÍCH ULOŽENÍ NA OZUB PŘES PRÝŽOVOU PODLOŽKU

KONSTRUKCE BALKONU:



SVISLÉ KONSTRUKCE

- CLT STĚNA + IMPREGNOVANÝ KVH HRANOL 2x140x140 mm

VODOROVNÉ KONSTRUKCE

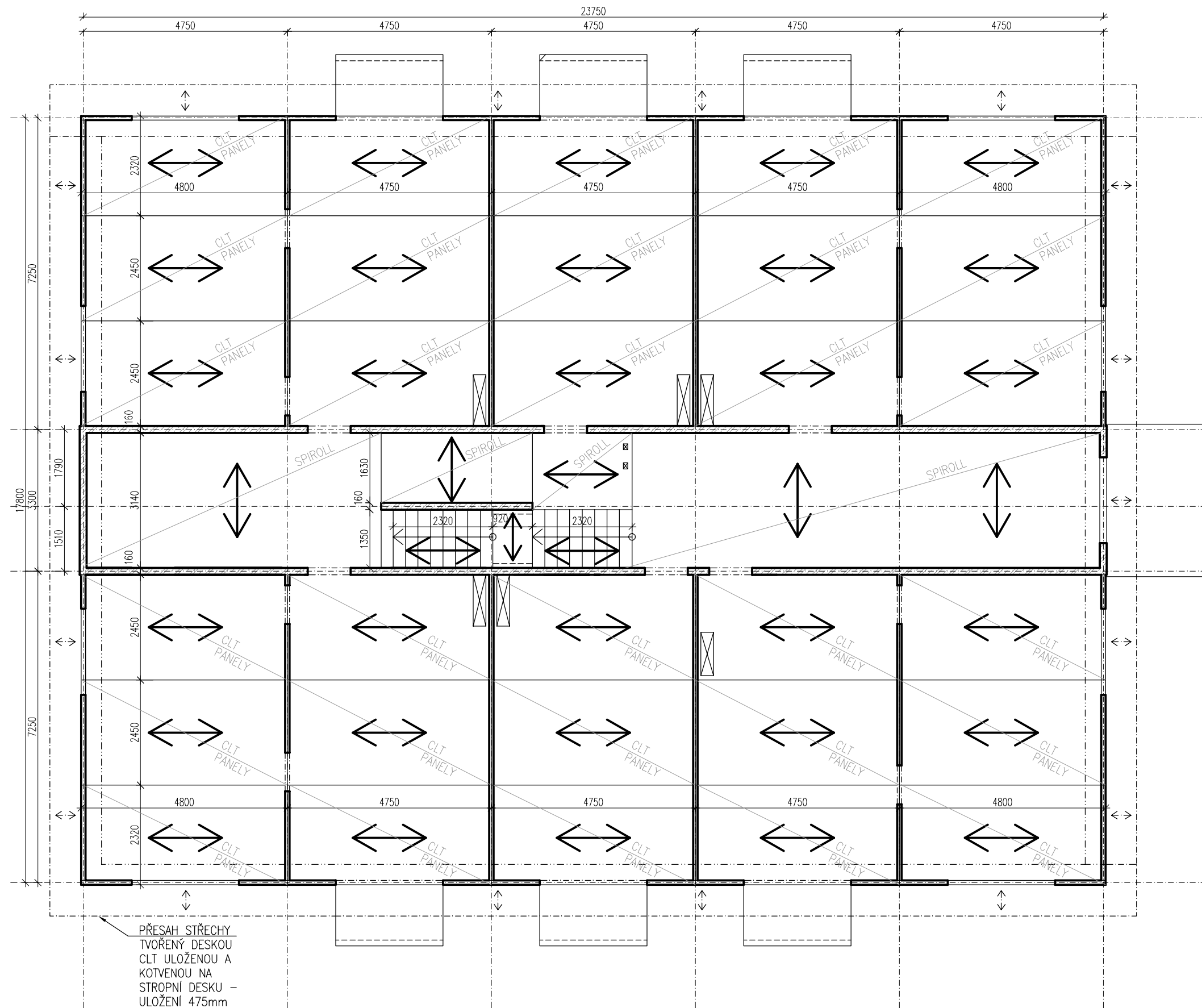
- MEZI SLOUPKY TRÁMEK 140x140mm
- CLT DESKA TL. 80 mm
- NAPOJENÁ NA STĚNU PŘES L-ÚHELNIKY MEZI SLOUPKY NA TRÁMEK

LEGENDA MATERIÁLŮ:

-  PREFABRIKOVANÁ ŽB STĚNA
-  CLT PANELY STĚNOVÉ – STORA ENSO

KONSTRUKČNÍ SYSTÉM 2NP

1:100



POZNÁMKY:

KONSTRUKCE BYTOVÝCH PROSTOR:

SVISLÉ KONSTRUKCE

- CLT PANELY TL.100 mm
- NAPOJENÍ NA ŽB STĚNY PŘES ÚHELNIKY, VZÁJEMNÉ PROPOJENÍ CLT STĚN DLE TECHNOLOGICKÉHO PŘEDPISU VÝROBCE
- NA KONTAKTNÍ SPÁRU SVISLÝCH PRVKŮ NUTNÉ APLIKOVAT TĚSNÍCÍ PÁSKU

VODOROVNÉ KONSTRUKCE

- PANELY CLT TL.160 mm - ULOŽENÍ 50 mm
- KOTVENY DO CLT STĚN KOTVÍCÍMI PRVKY PŘEDEPSANÝMI VÝROBCEM CLT PANELŮ
- V MÍSTECH ULOŽENÍ APLIKOVAT TĚSNÍCÍ PÁSKU

STŘEŠNÍ KONSTRUKCE

- STŘECHA MÁ PO OBVODĚ CLT DESKU TVOŘÍCÍ PŘESAŘ PRO OCHRANU FASÁDY
- DESKA TVOŘÍCÍ PŘESAŘ JE ULOŽENA NA NOSNÉ PANEL STŘECHY 475mm A NAKOTVENA VRUTY URČENÝMI VÝROBCEM CLT
- PANEL JE KLADEN PODÉL OKRAJE STŘECHY
- JEHO ŠÍŘKA JE 1200 mm

KONSTRUKCE JÁDRA:

SVISLÉ KONSTRUKCE

- STĚNOVÉ PREFABRIKOVANÉ PANELY TL.160 mm

VODOROVNÉ KONSTRUKCE

- PANELY SPIROLL TL.160 mm

SCHODIŠTĚ

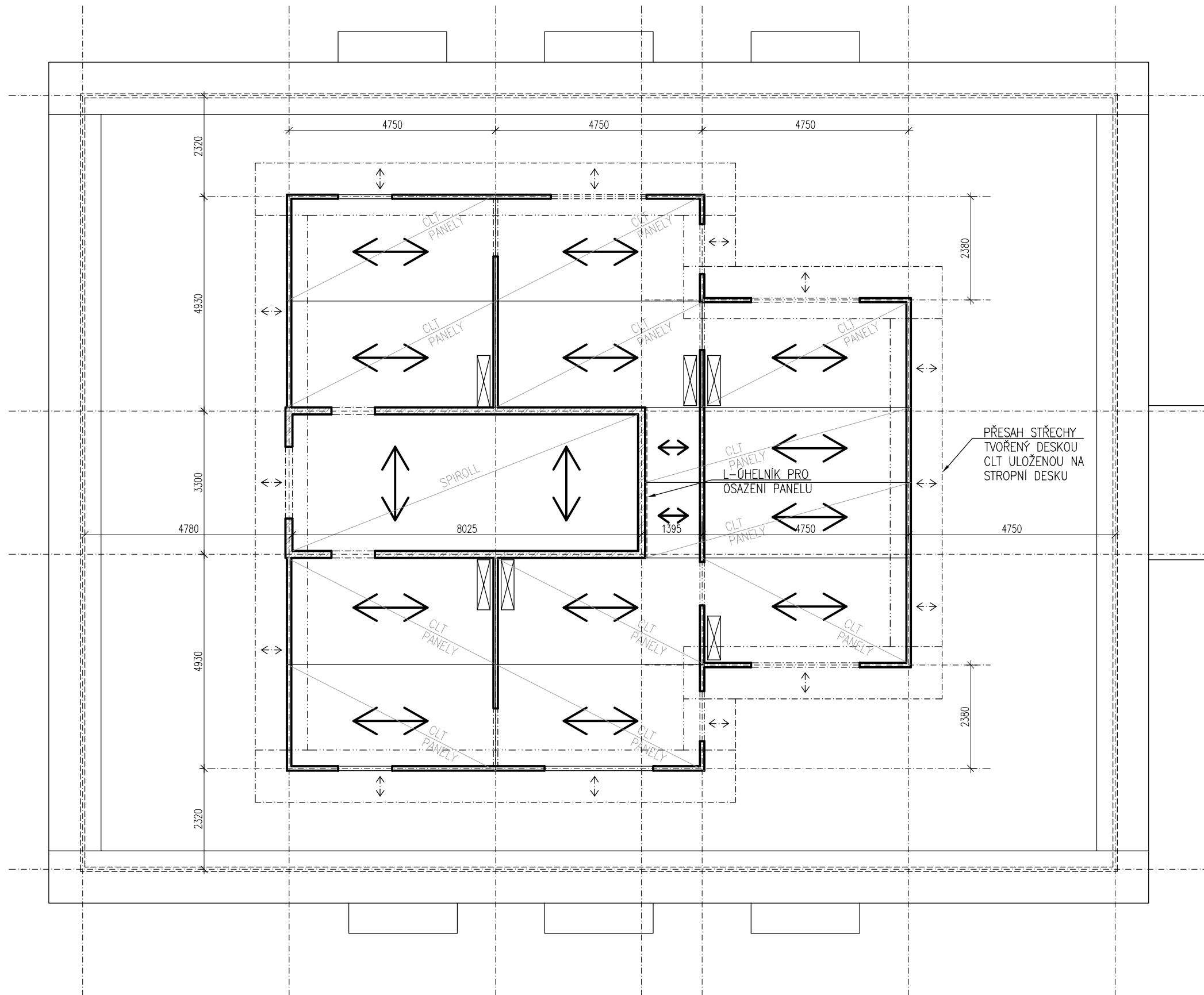
- PREFABRIKOVANÉ SCHODIŠTĚ PŘÍMÉ S MEZIPODESTOU
- SCHODY 18x170x290 mm
- MEZIPODESTA ULOŽENA NA KONZOLKY STĚN PŘES PRÝŽOVOU PODLOŽKU - ZAMEZENÍ ŠÍŘENÍ KROČEJOVÉHO HLUKU
- NA KONCÍCH ULOŽENÍ NA OZUB PŘES PRÝŽOVOU PODLOŽKU

LEGENDA MATERIÁLŮ:

- PREFABRIKOVANÁ ŽB STĚNA
- CLT PANELY STĚNOVÉ - STORA ENSO

KONSTRUKČNÍ SYSTÉM 3NP

1:100



POZNÁMKY:

KONSTRUKCE BYTOVÝCH PROSTOR:

SVISLÉ KONSTRUKCE

- CLT PANELY TL.100 mm
- NAPOJENÍ NA ŽB STĚNY PŘES ÚHELNIKY, VZÁJEMNÉ PROPOJENÍ CLT STĚN DLE TECHNOLOGICKÉHO PŘEDPISU VÝROBCE
- NA KONTAKTNÍ SPÁRU SVISLÝCH PRVKŮ NUTNÉ APLIKOVAT TĚSNÍCÍ PÁSKU

VODOROVNÉ KONSTRUKCE

- PANELY CLT TL.160 mm – ULOŽENÍ 50 mm
- KOTVENY DO CLT STĚN KOTVÍCÍMI PRVKY PŘEDEPSANÝMI VÝROBCEM CLT PANELŮ
- V MÍSTECH ULOŽENÍ APLIKOVAT TĚSNÍCÍ PÁSKU

STŘEŠNÍ KONSTRUKCE

- STŘECHA MÁ PO OBVODĚ CLT DESKU TVOŘÍCÍ PŘESAHA PRO OCHRANU FASÁDY
- DESKA TVOŘÍCÍ PŘESAHA JE ULOŽENA NA NOSNÉ PANEL STŘECHY 475mm A NAKOTVENA VRUTY URČENÝMI VÝROBCEM CLT
- PANEL JE KLADEN PODÉL OKRAJE STŘECHY
- JEHO ŠÍŘKA JE 1200 mm

KONSTRUKCE JÁDRA:

SVISLÉ KONSTRUKCE

- STĚNOVÉ PREFABRIKOVANÉ PANELY TL.160 mm



VODOROVNÉ KONSTRUKCE

- PANELY SPIROLL TL.160 mm

SCHODIŠTĚ

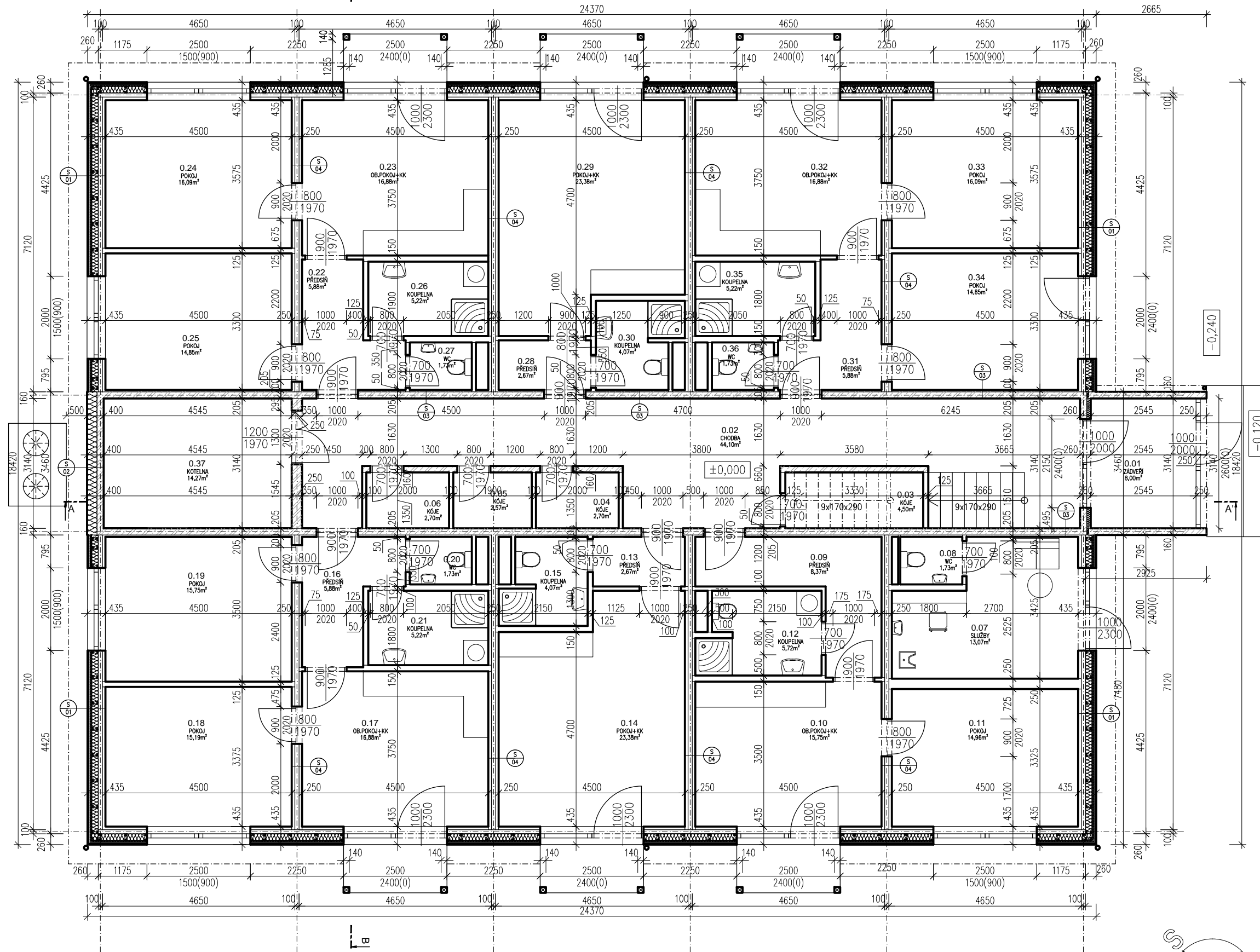
- PREFABRIKOVANÉ SCHODIŠTĚ PŘÍMÉ S MEZIPODESTOU
- SCHODY 18x170x290 mm
- MEZIPODESTA ULOŽENA NA KONZOLKY STĚN PŘES PRYŽOVOU PODLOŽKU – ZAMEZENÍ ŠÍŘENÍ KROČEJOVÉHO HLUKU
- NA KONCÍCH ULOŽENÍ NA OZUB PŘES PRYŽOVOU PODLOŽKU

LEGENDA MATERIÁLŮ:

-  PREFABRIKOVANÁ ŽB STĚNA
-  CLT PANELY STĚNOVÉ – STORA ENSO

PŮDORYS 1NP

1:100



LEGENDA MATERIÁLŮ

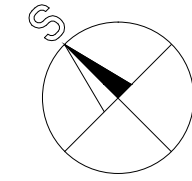
-  CLT PANEĽY
-  ŽELEZOBETON
-  PROSTÝ BETON
-  TEPelnÉ IZOLACE

SKLADBY KONSTRUKCÍ:

SAMOSTATNÁ PŘÍLOHA

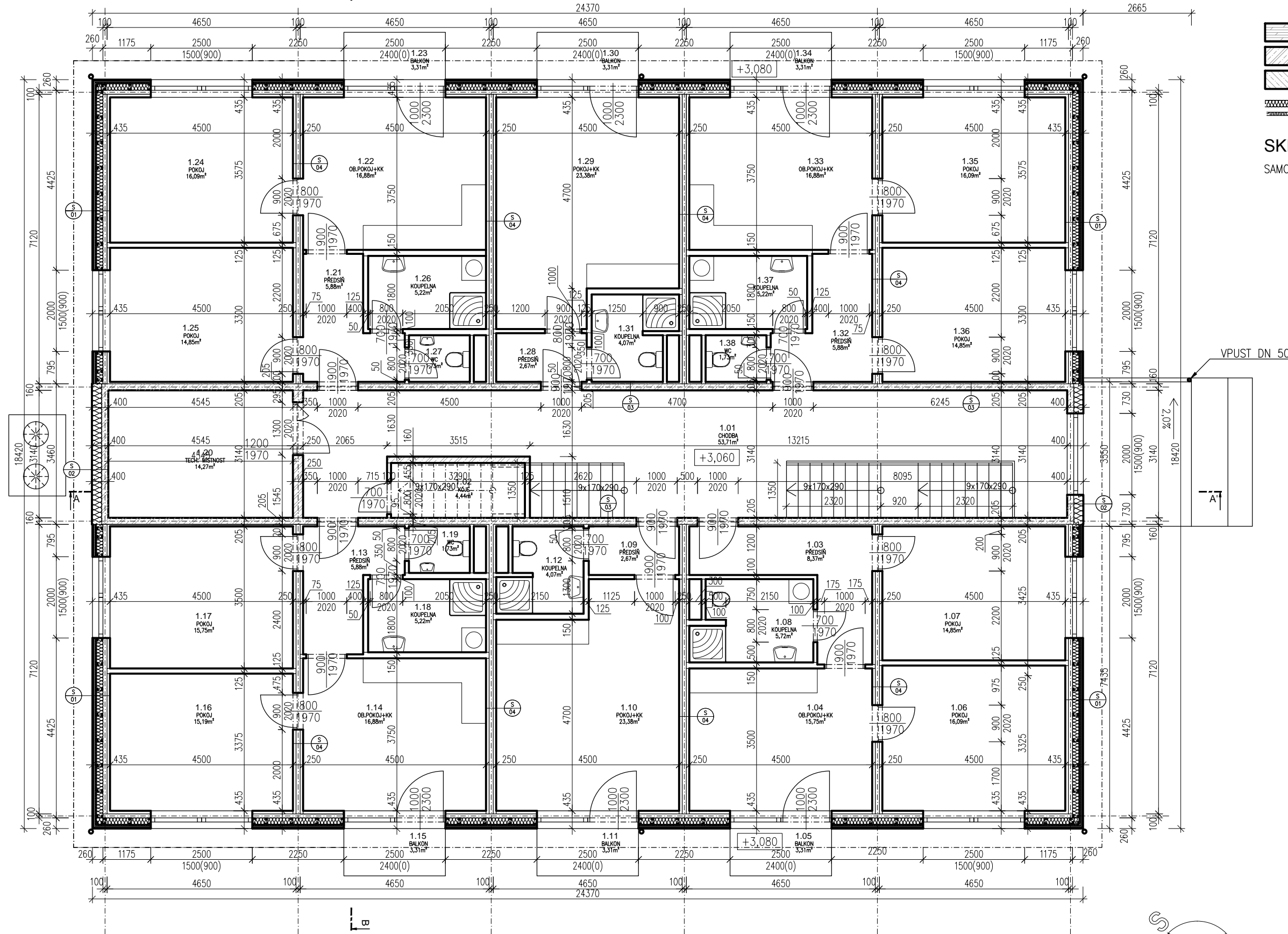
TABULKA MÍSTNOSTÍ

CÍSLO	NÁZEV MÍSTNOSTI	PLOCHA
0.01	ZADVEŘÍ	8,00m ²
0.02	CHODBA	44,10m ²
0.03	KÓJE	4,50m ²
0.04	KÓJE	2,70m ²
0.05	KÓJE	2,57m ²
0.06	KÓJE	2,70m ²
0.07	SLUŽBY	13,07m ²
0.08	WC	1,73m ²
0.09	PŘEDSÍŇ	8,37m ²
0.10	OB.POKOJ+KK	15,75m ²
0.11	POKOJ	14,96m ²
0.12	KOUPELNA	5,72m ²
0.13	PŘEDSÍŇ	2,67m ²
0.14	POKOJ+KK	23,38m ²
0.15	KOUPELNA	4,07m ²
0.16	PŘEDSÍŇ	5,88m ²
0.17	OB.POKOJ+KK	16,88m ²
0.18	POKOJ	15,19m ²
0.19	POKOJ	15,75m ²
0.20	WC	1,73m ²
0.21	KOUPELNA	5,22m ²
0.22	PŘEDSÍŇ	5,88m ²
0.23	OB.POKOJ+KK	16,88m ²
0.24	POKOJ	16,09m ²
0.25	POKOJ	14,85m ²
0.26	KOUPELNA	5,22m ²
0.27	WC	1,73m ²
0.28	PŘEDSÍŇ	2,67m ²
0.29	POKOJ+KK	23,38m ²
0.30	KOUPELNA	4,07m ²
0.31	PŘEDSÍŇ	5,88m ²
0.32	OB.POKOJ+KK	16,88m ²
0.33	POKOJ	16,09m ²
0.34	POKOJ	14,85m ²
0.35	KOUPELNA	5,22m ²
0.36	WC	1,73m ²
0.37	KOTELNA	14,27m ²






PŮDORYS 2NP

1:100



LEGENDA MATERIÁLŮ

-  CLT PANELY
-  ŽELEZOBETON
-  PROSTÝ BETON
-  TEPELNÉ IZOLACE

SKLADBY KONSTRUKCÍ:

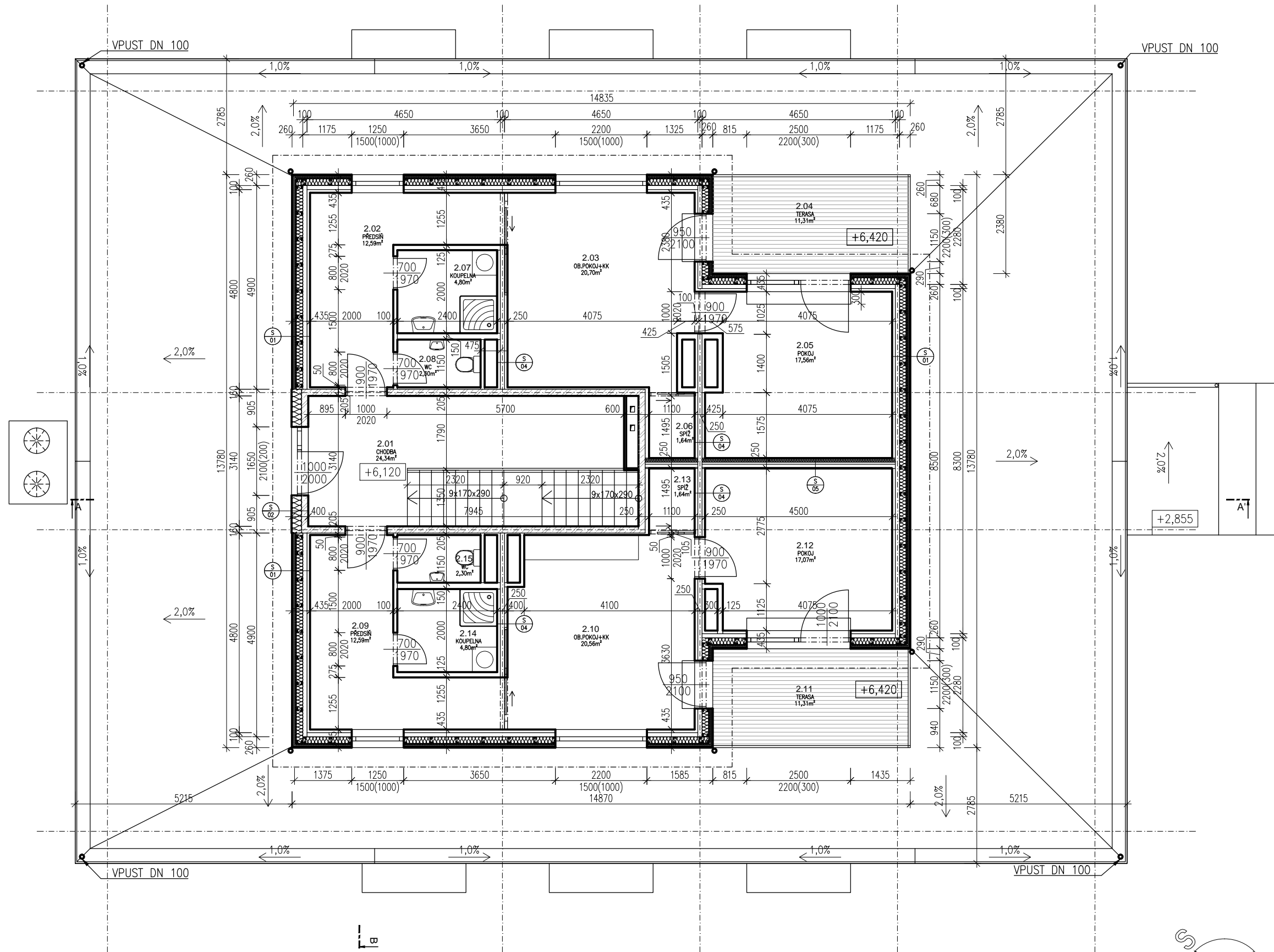
SAMOSTATNÁ PŘÍLOHA

TABULKA MÍSTNOSTÍ

CISLO	NÁZEV MÍSTNOSTI	PLOCHA
1.01	CHODBA	53,71m ²
1.02	KÓJE	4,44m ²
1.03	PŘEDSÍŇ	8,37m ²
1.04	OB.POKOJ+KK	15,75m ²
1.05	BALKON	3,31m ²
1.06	POKOJ	16,09m ²
1.07	POKOJ	14,85m ²
1.08	KOUPELNA	5,72m ²
1.09	PŘEDSÍŇ	2,67m ²
1.10	POKOJ+KK	23,38m ²
1.11	BALKON	3,31m ²
1.12	KOUPELNA	4,07m ²
1.13	PŘEDSÍŇ	5,88m ²
1.14	OB.POKOJ+KK	16,88m ²
1.15	BALKON	3,31m ²
1.16	POKOJ	15,19m ²
1.17	POKOJ	15,75m ²
1.18	KOUPELNA	5,22m ²
1.19	WC	1,73m ²
1.20	TECH. MÍSTNOST	14,27m ²
1.21	PŘEDSÍŇ	5,88m ²
1.22	OB.POKOJ+KK	16,88m ²
1.23	BALKON	3,31m ²
1.24	POKOJ	16,09m ²
1.25	POKOJ	14,85m ²
1.26	KOUPELNA	5,22m ²
1.27	WC	1,73m ²
1.28	PŘEDSÍŇ	2,67m ²
1.29	POKOJ+KK	23,38m ²
1.30	BALKON	3,31m ²
1.31	KOUPELNA	4,07m ²
1.32	PŘEDSÍŇ	5,88m ²
1.33	OB.POKOJ+KK	16,88m ²
1.34	BALKON	3,31m ²
1.35	POKOJ	16,09m ²
1.36	POKOJ	14,85m ²
1.37	KOUPELNA	5,22m ²
1.38	WC	1,73m ²

PŮDORYS 3NP

1:100



LEGENDA MATERIÁLŮ

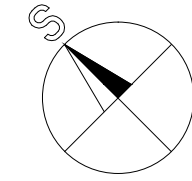
- CLT PANELY
- ŽELEZOBETON
- PROSTÝ BETON
- TEPELNÉ IZOLACE
- TERASOVÁ PRKNA

SKLADBY KONSTRUKCÍ:

SAMOSTATNÁ PŘÍLOHA

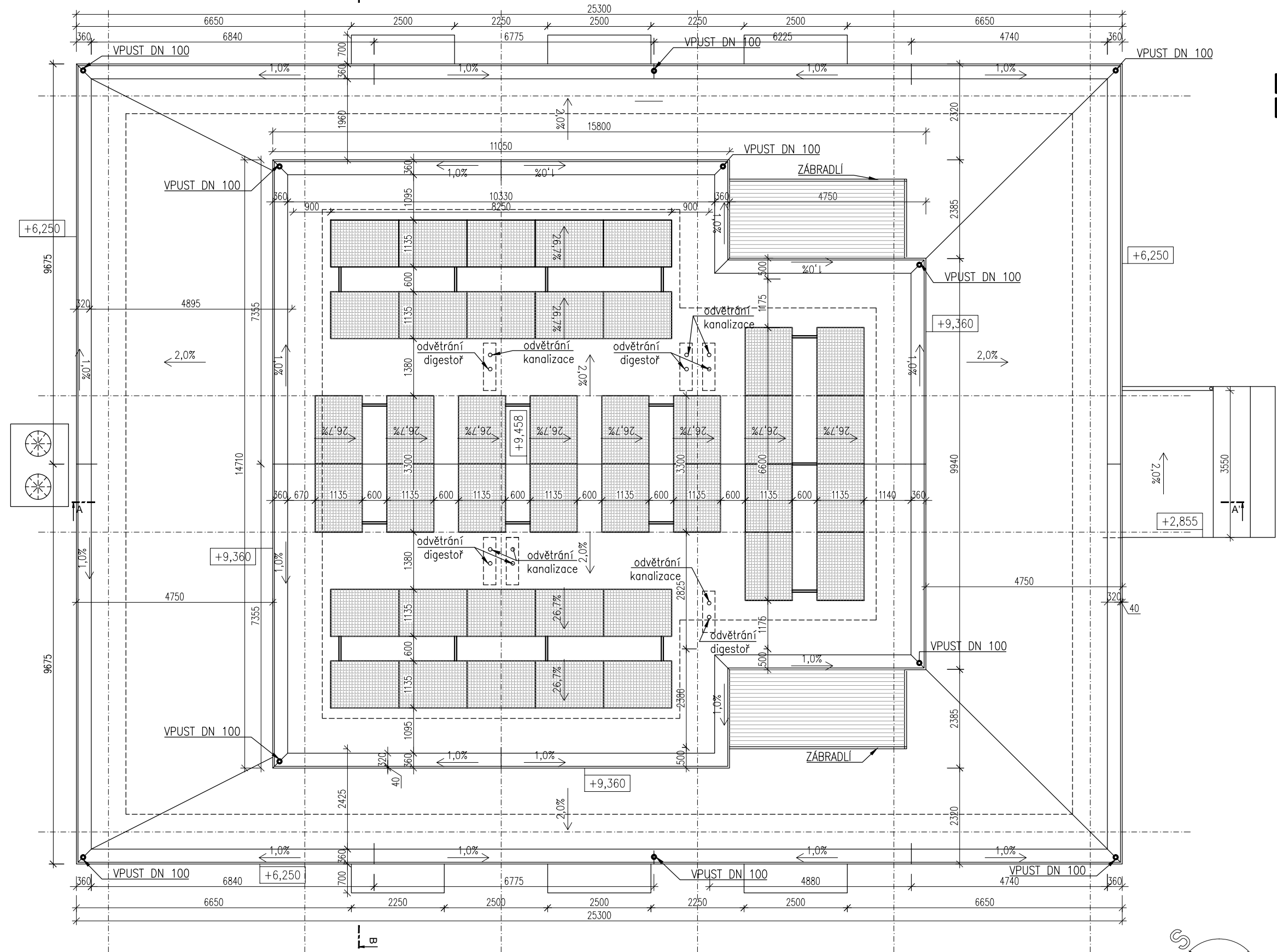
TABULKA MÍSTNOSTÍ

CISLO	NÁZEV MÍSTNOSTI	PLOCHA
2.01	CHODBA	24,34m ²
2.02	PŘEDSÍŇ	12,59m ²
2.03	OB.POKOJ+KK	20,70m ²
2.04	TERASA	11,31m ²
2.05	POKOJ	17,56m ²
2.06	SPIŽ	1,64m ²
2.07	KOUPELNA	4,80m ²
2.08	WC	2,30m ²
2.09	PŘEDSÍŇ	12,59m ²
2.10	OB.POKOJ+KK	20,56m ²
2.11	TERASA	11,31m ²
2.12	POKOJ	17,07m ²
2.13	SPIŽ	1,64m ²
2.14	KOUPELNA	4,80m ²
2.15	WC	2,30m ²




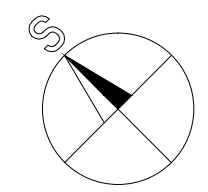
PŮDORYS STŘECHY

1:100



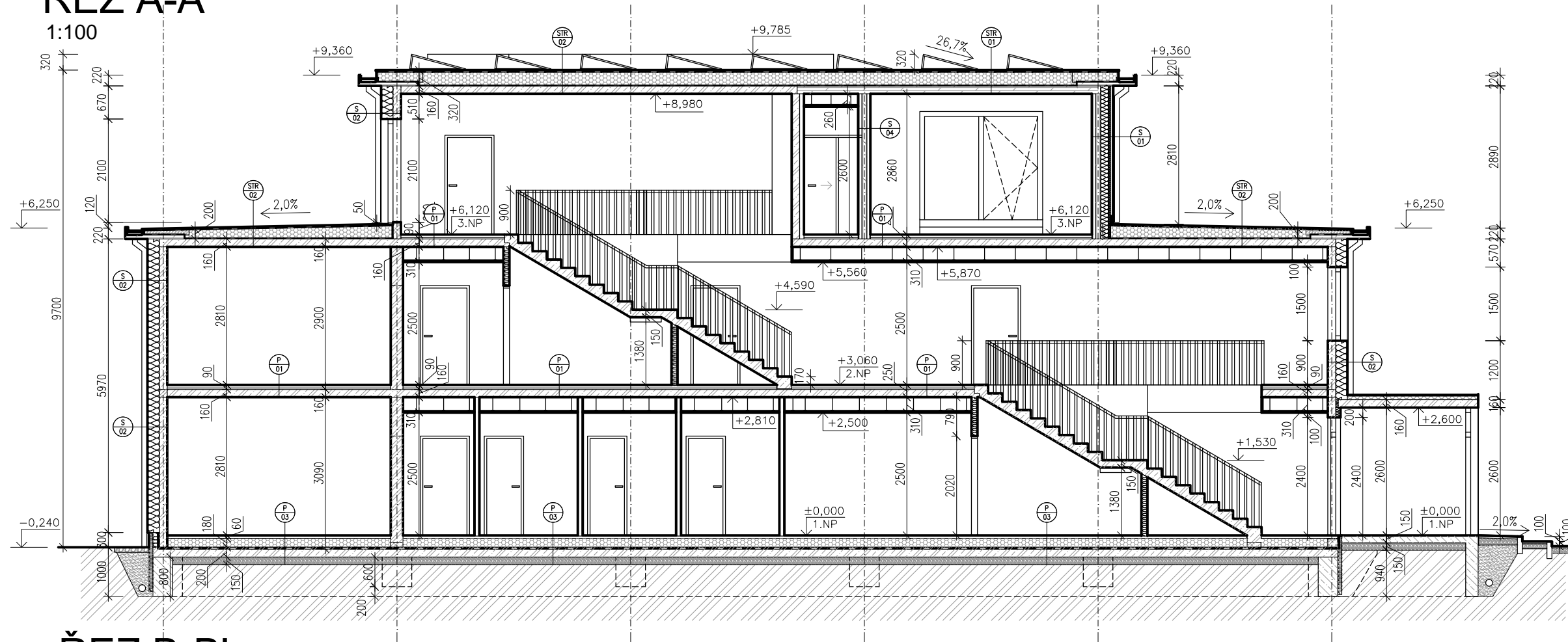
LEGENDA MATERIÁLŮ

-  TERASOVÁ PRKNA
-  SOLÁRNÍ PANELE



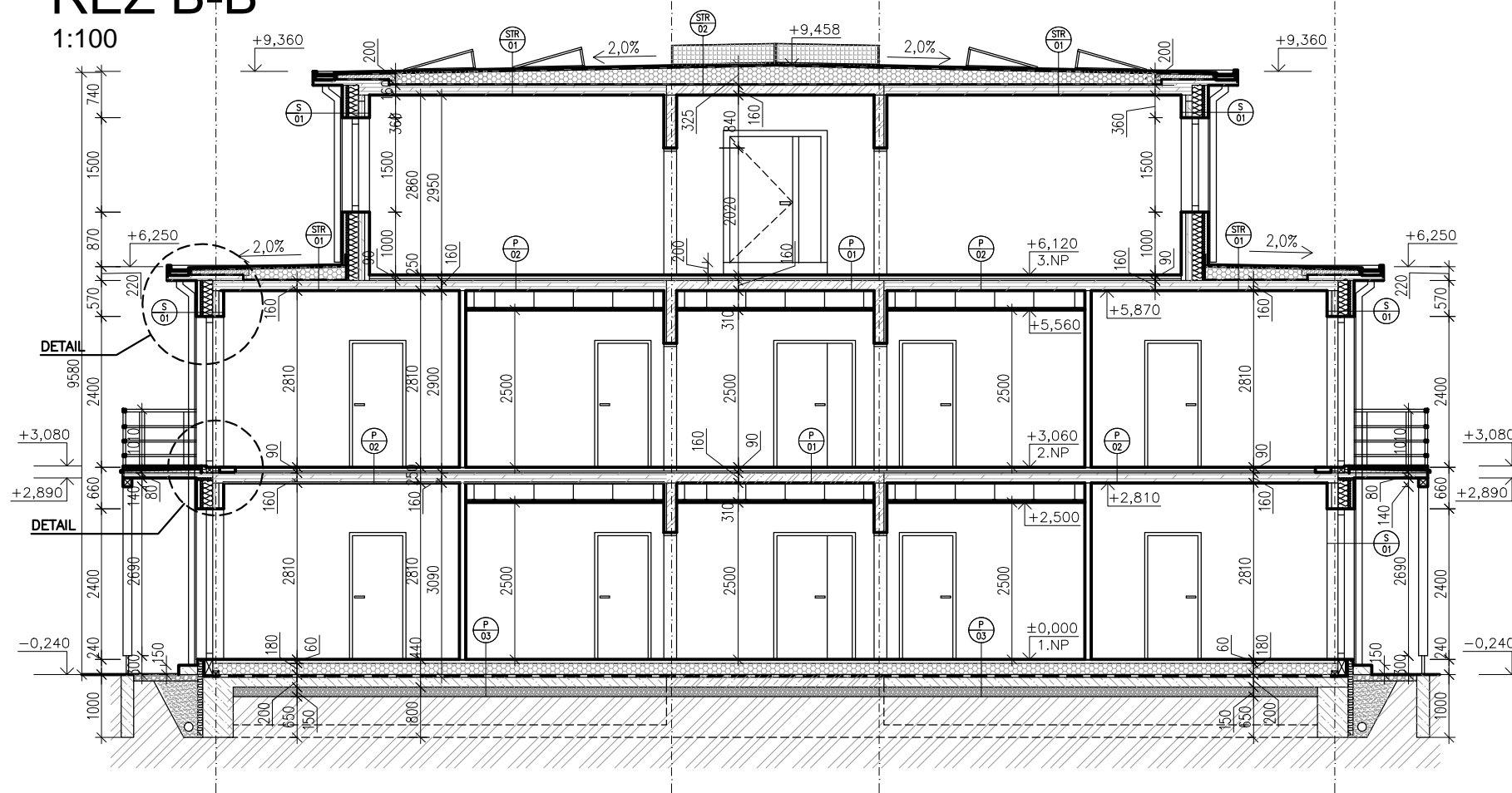
ŘEZ A-A'

1:100



ŘEZ B-B'

1:100



LEGENDA MATERIÁLŮ

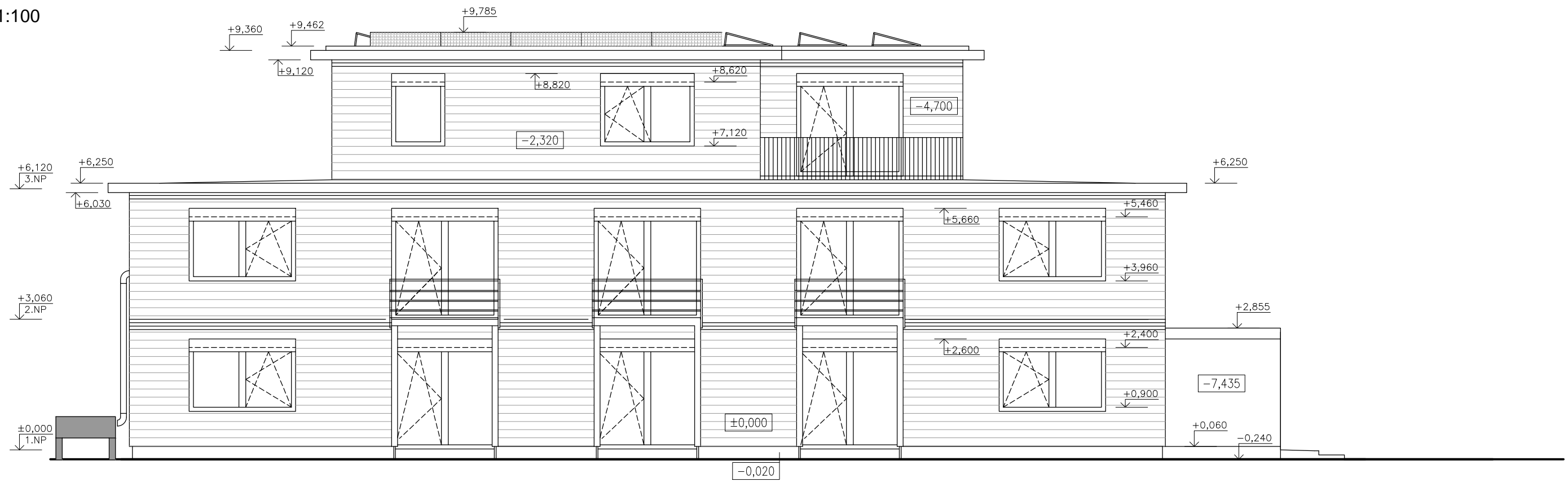
-  EPS
-  CLT PANELY
-  ŽELEZOBETON
-  PROSTÝ BETON
-  PŮVODNÍ ZEMINA
-  HUTNĚNÝ ŠTĚRK
-  HUTNĚNÝ ZÁSYP DRENÁŽE
-  TEPelnÉ IZOLACE

SKLADBY KONSTRUKCÍ:

SAMOSTATNÁ PŘÍLOHA

POHLED JIHOZÁPADNÍ

1:100



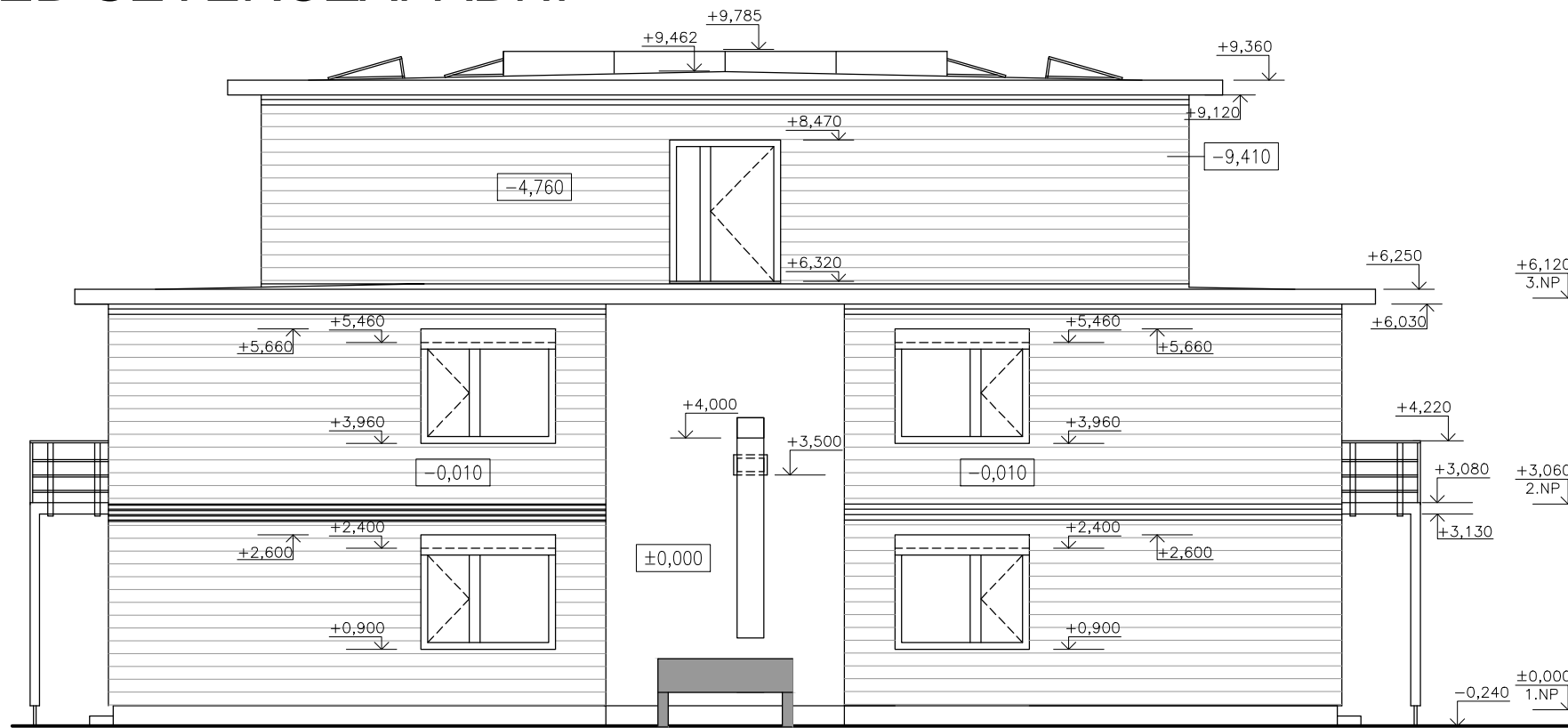
POHLED SEVEROVÝCHODNÍ

1:100



POHLED SEVEROZÁPADNÍ

1:100



POHLED JIHOVÝCHODNÍ

1:100



SKLADBY KONSTRUKCÍ

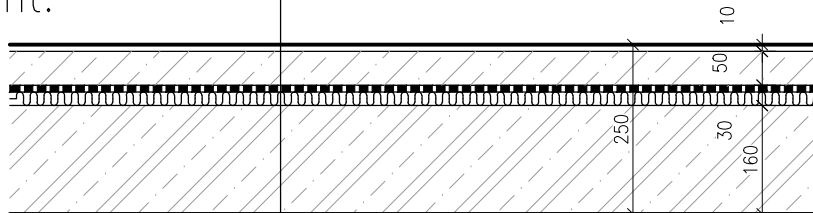
SKLADBY PODLAH

SKLADBA P/01

PODLAHA
 $R_w > 53$ dB
 $L_w \approx 55$ dB

- Nášlapná vrstva tl. 5 mm
- Vyrovnávací vrstva – nivelační stěrka – tl. 5mm
- Roznáčecí vrstva –Bet. mazanina tl. 50mm
- PE folie
- Akustická izolace–Isover T–P/Steico therm SD – tl. 30mm
- Nosná konstrukce–ŽB deska – tl. 160 mm

int.



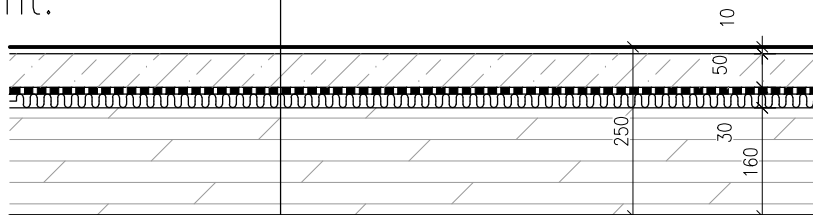
int.

SKLADBA P/02

PODLAHA
 $R_w \approx 53$ dB
 $L_w \approx 55$ dB

- Nášlapná vrstva tl. 5 mm
- Vyrovnávací vrstva – nivelační stěrka – tl. 5mm
- Roznáčecí vrstva –Bet. mazanina tl. 50mm
- PE folie
- Akustická izolace–Isover T–P/Steico therm SD – tl. 30mm
- Nosná konstrukce–CLT Stora Enso 160 – tl. 160 mm

int.



int.

SKLADBA P/03

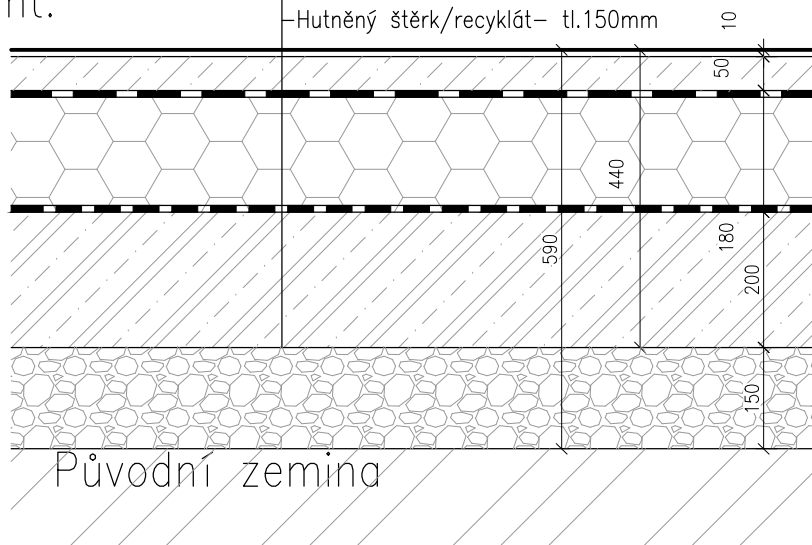
PODLAHA

$R_w > 53$ dB

$L_w \approx 55$ dB

- Nášlapná vrstva tl. 5 mm
- Vyrovnávací vrstva – nivelační stěrka – tl. 5mm
- Roznáčecí vrstva –Bet. mazanina tl. 50mm
- PE folie
- TI– EPS Grey – tl.180 mm
- HI – Asfaltové pasy – GLASTEK 40 Special – tl.4mm
- Nosná konstrukce–ŽB deska – tl. 200 mm
- Hutněný štěrk/recyklát– tl.150mm

int.

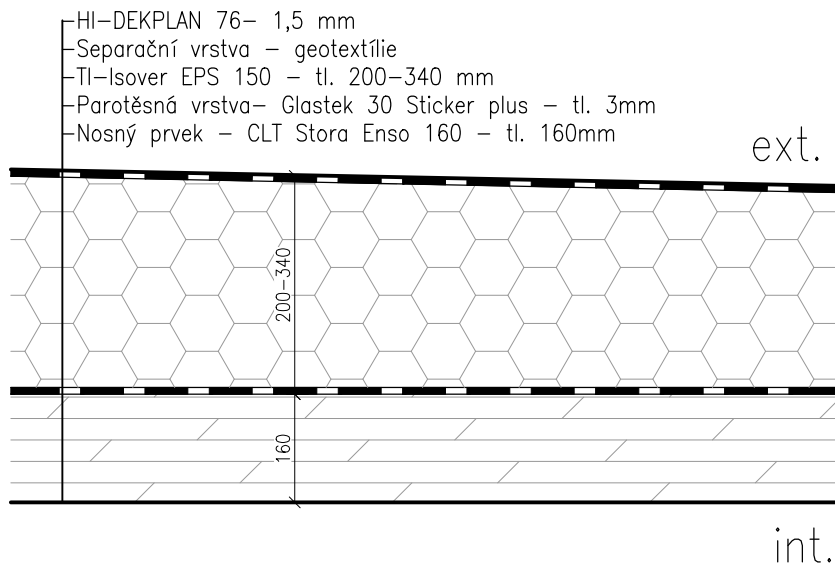


SKLADBY KONSTRUKCÍ

SKLADBY STŘECH

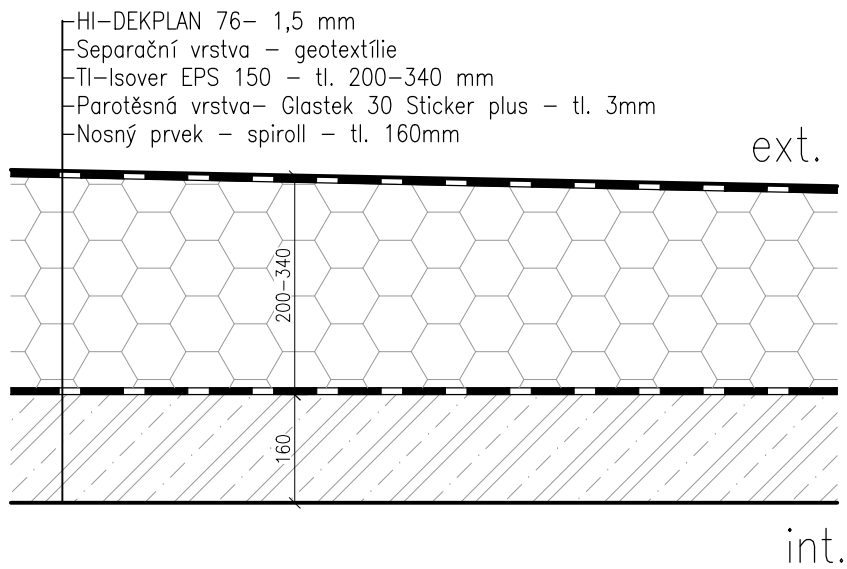
SKLADBA STR/01

PLOCHÁ JEDNOPLÁŠŤOVÁ STŘECHA KOTVENÁ



SKLADBA STR/02

PLOCHÁ JEDNOPLÁŠŤOVÁ STŘECHA KOTVENÁ

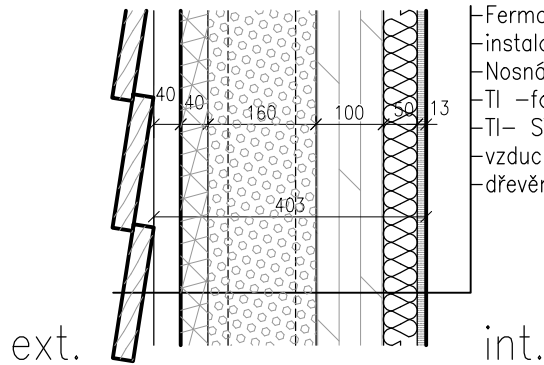


SKLADBY KONSTRUKCÍ

SKLADBY STĚN

SKLADBA S/01

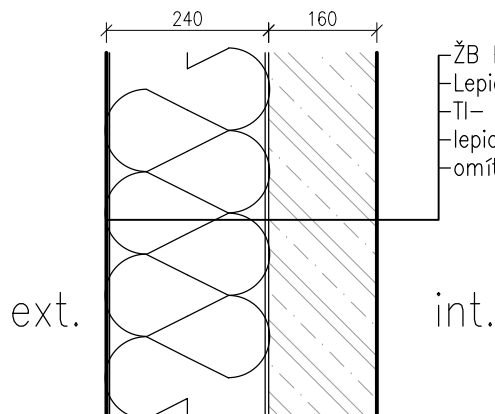
PROVĚTRÁVANÝ OBVODOVÝ PLÁŠŤ



- Fermacell - tl.12.5mm
- instalační předstěna vyplněna- Steico flex - tl.50 mm
- Nosná prvek - CLT Stora Enso 100 -tl. 100 mm
- TI -foukaná celulóza mezi I nosníky - tl.160 mm
- TI- STEICO special dry- tl. 40 mm
- vzduchová mezera tvořena latí 60x40 mm-tl.40 mm
- dřevěný obklad - tl.20 mm

SKLADBA S/02

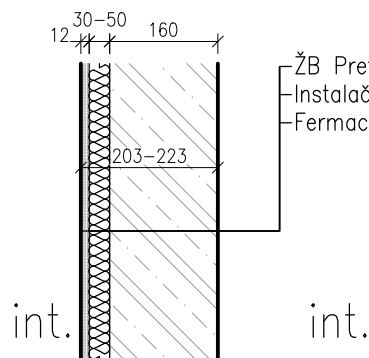
OBVODOVÝ PLÁŠŤ KOMUNIKAČNÍHO JÁDRA



- ŽB Prefa stěna tl.160 mm
- Lepidlo - weber.therm klasik - tl. 5mm
- TI- Isover TF profi- tl. 240 mm
- lepidlo s výztužnou tkaninou weber.therm klasik - tl. 3mm
- omítka - weber.pas akrylát - tl. 2mm

SKLADBA S/03

Stěny mezi bytem a komunikačním jádrem

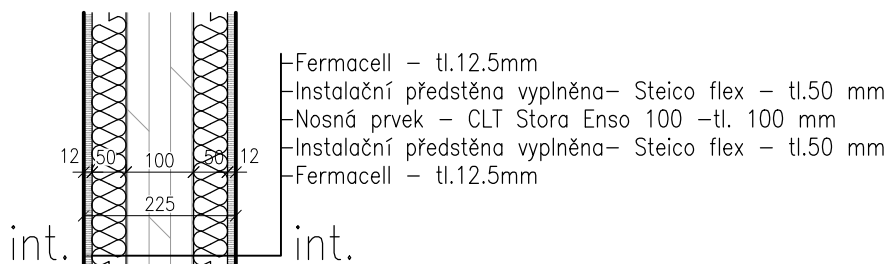


- ŽB Prefa stěna - tl.160 mm
- Instalační předstěna s TI - tl. 30-50mm
- Fermacell - tl. 12,5 mm

SKLADBY KONSTRUKCÍ

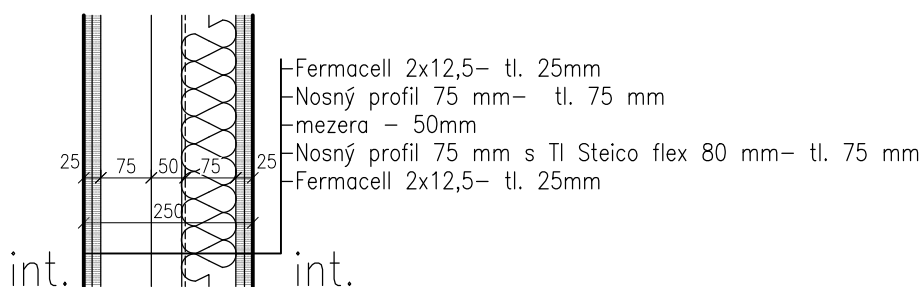
SKLADBA S/04

VNITŘNÍ NOSNÉ STĚNY



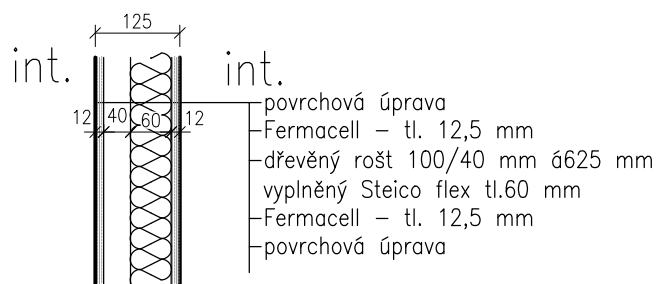
SKLADBA S/05

Mezibytová stěna 3NP



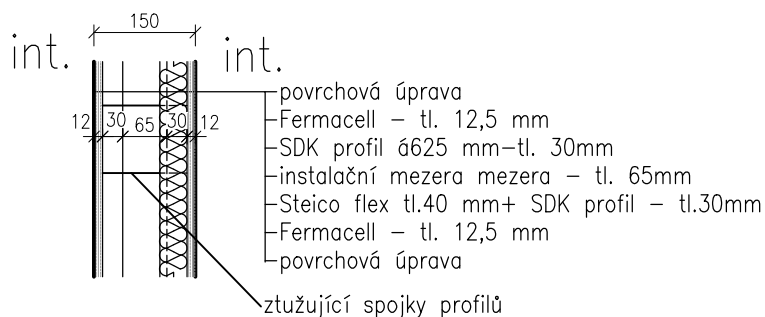
SKLADBA S/06

Příčka 125mm



SKLADBA S/07

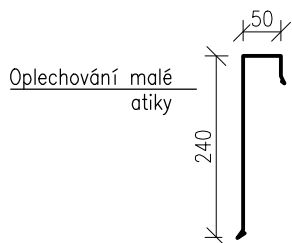
Instalační příčka 150mm



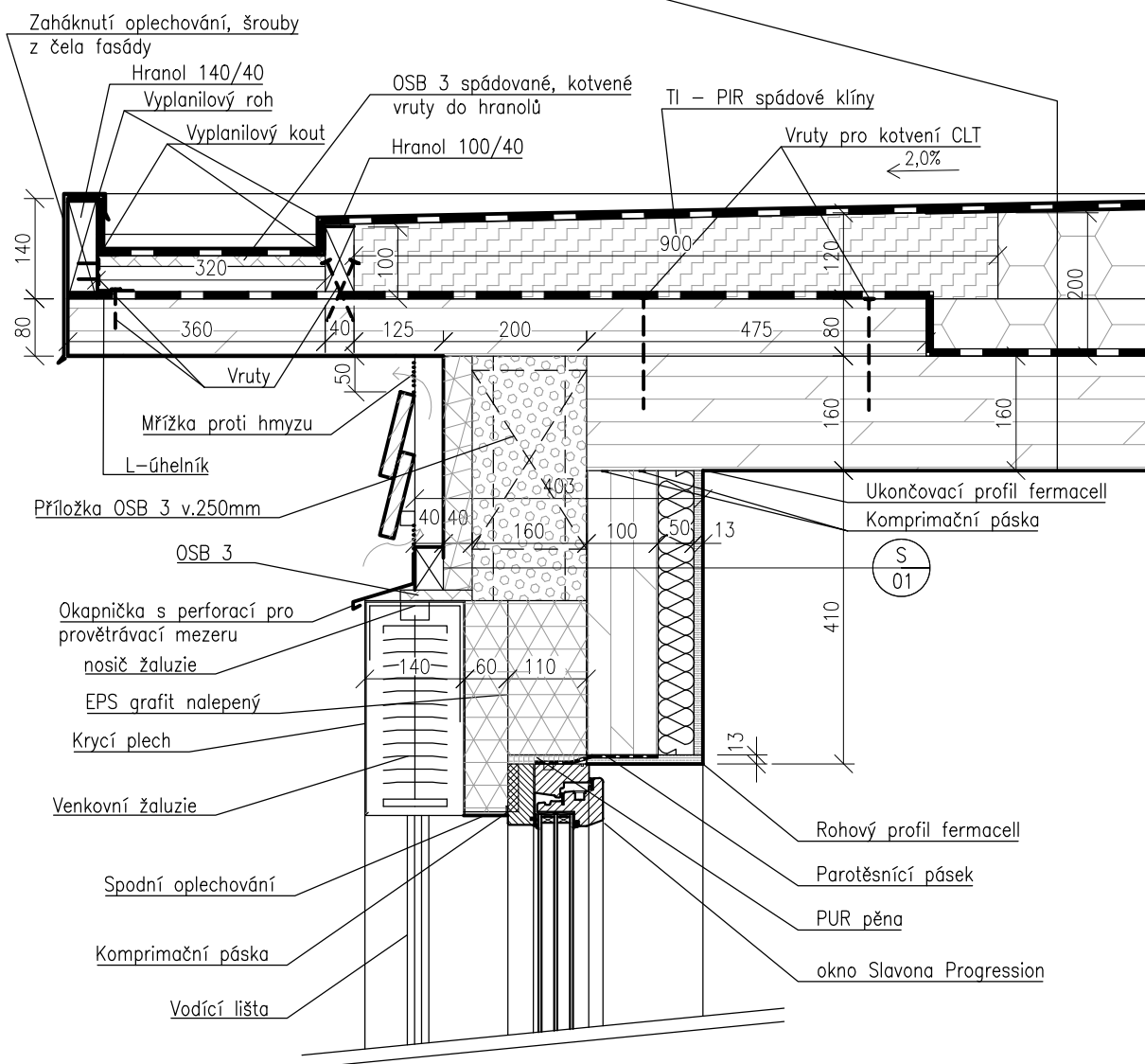
Detail okraje střechy

1:10

(podklad pro hodnocení v programu AREA)



- HI-DEKPLAN 76- 1,5 mm
- Separáční vrstva - geotextílie
- TI-Isover EPS 150 - tl. 200-340 mm
- Parotěsná vrstva- Glastek 30 Sticker plus - tl. 3mm
- Nosný prvek - CLT Stora Enso 160 - tl. 160mm



- (S 01)
- Fermacell - tl.12.5mm
 - instalační předstěna vyplněna-Isover Uni- tl.50 mm
 - Nosná prvek - CLT Stora Enso 100 -tl. 100 mm
 - TI - foukaná celulosa mezi l nosníky tvořeného příložkami OSB - tl.160 mm
 - TI- STEICO special dry- tl. 40 mm
 - vzduchová mezera tvořena latí 60x40 mm-tl.40 mm
 - dřevěný obklad vodorovný - tl.20 mm

VZT - PŮDORYS 1NP

1:100

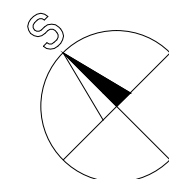
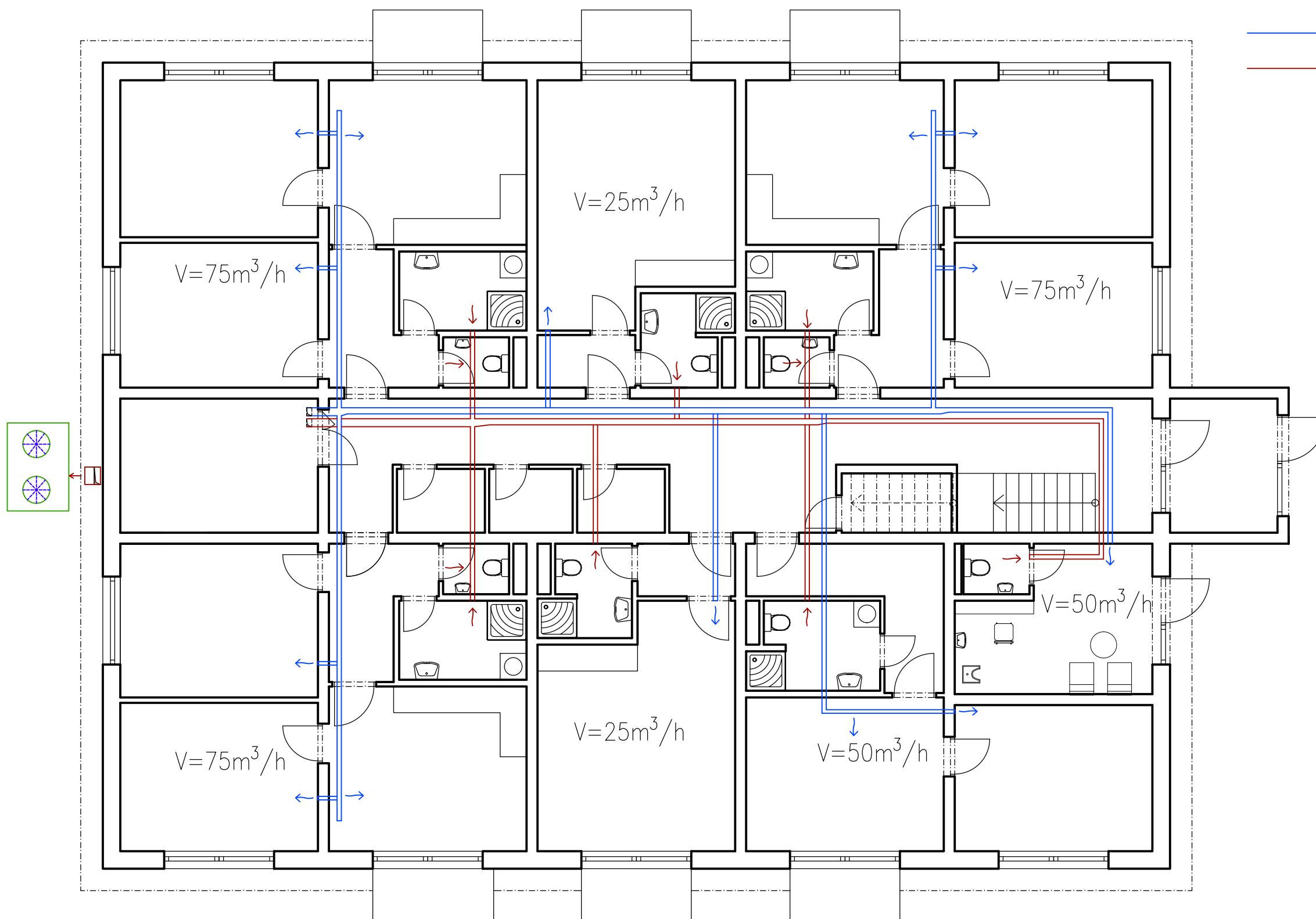
LEGENDA:



PŘIVODNÍ POTRUBÍ VZT



ODTAHOVÉ POTRUBÍ VZT



VZT - PŮDORYS 2NP

1:100

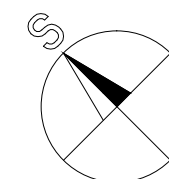
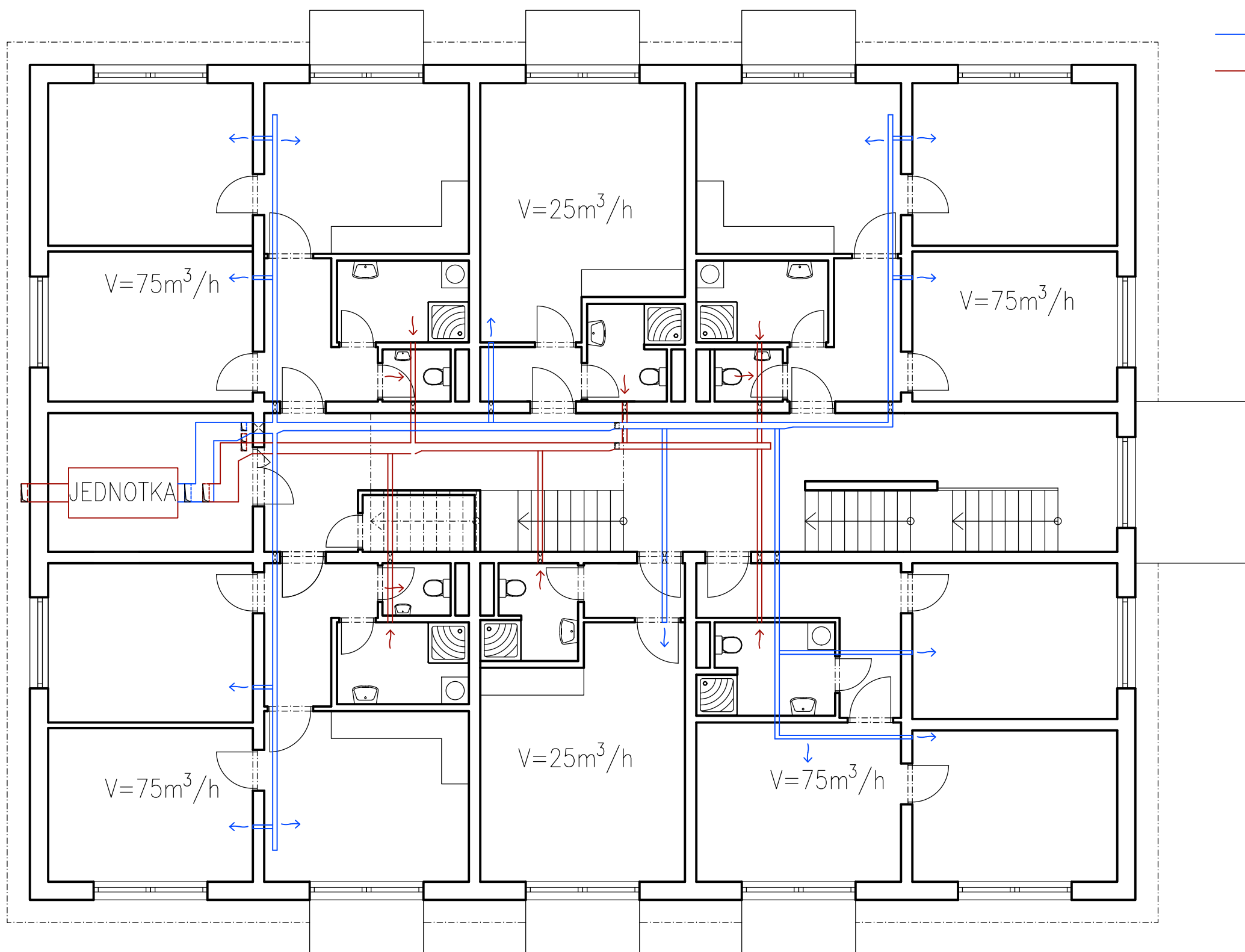
LEGENDA:



PŘÍVODNÍ POTRUBÍ VZT



ODTAHOVÉ POTRUBÍ VZT



VZT - PŮDORYS 3NP

1:100

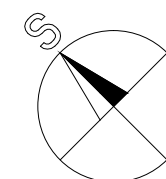
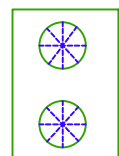
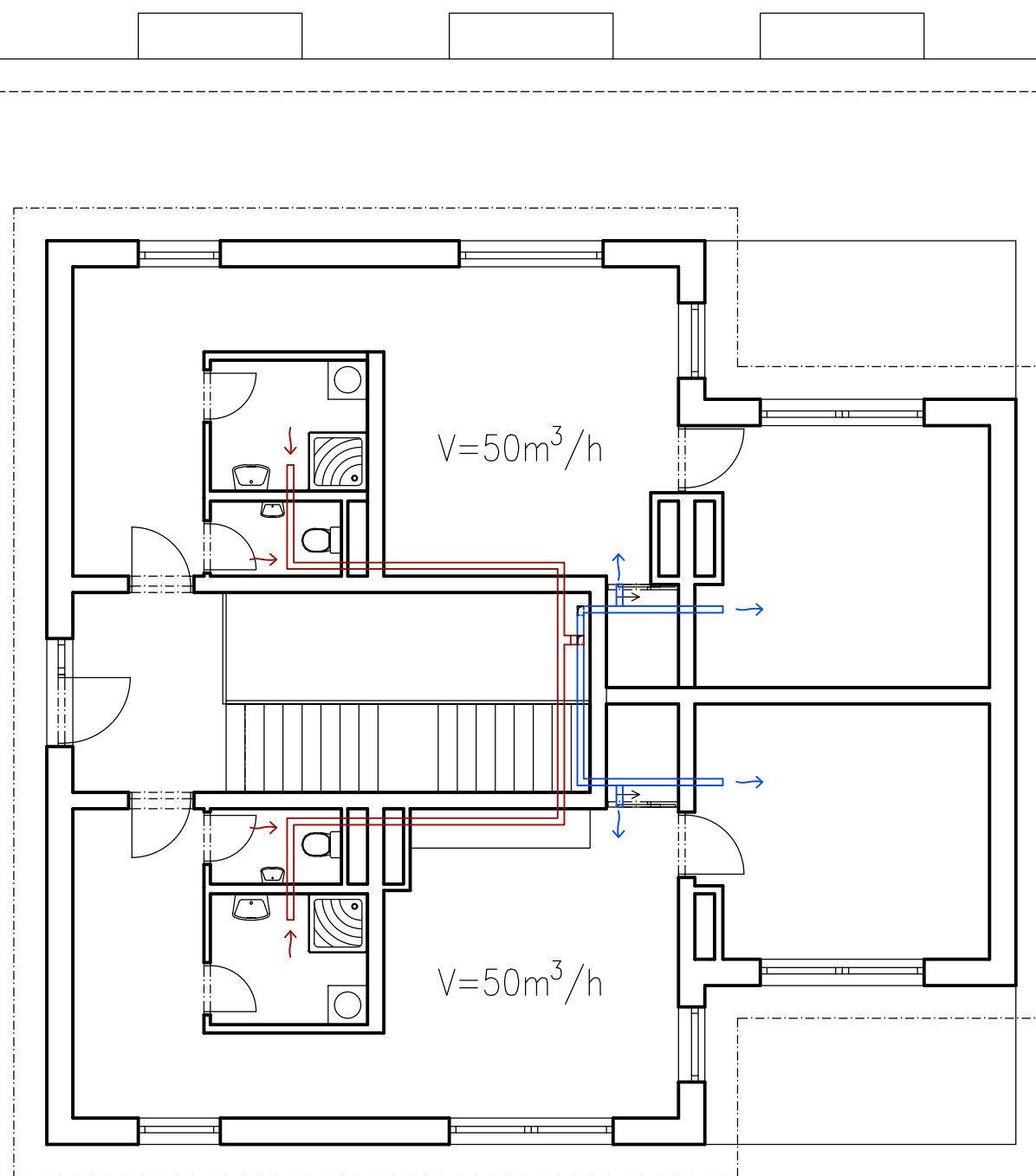
LEGENDA:



PŘÍVODNÍ POTRUBÍ VZT

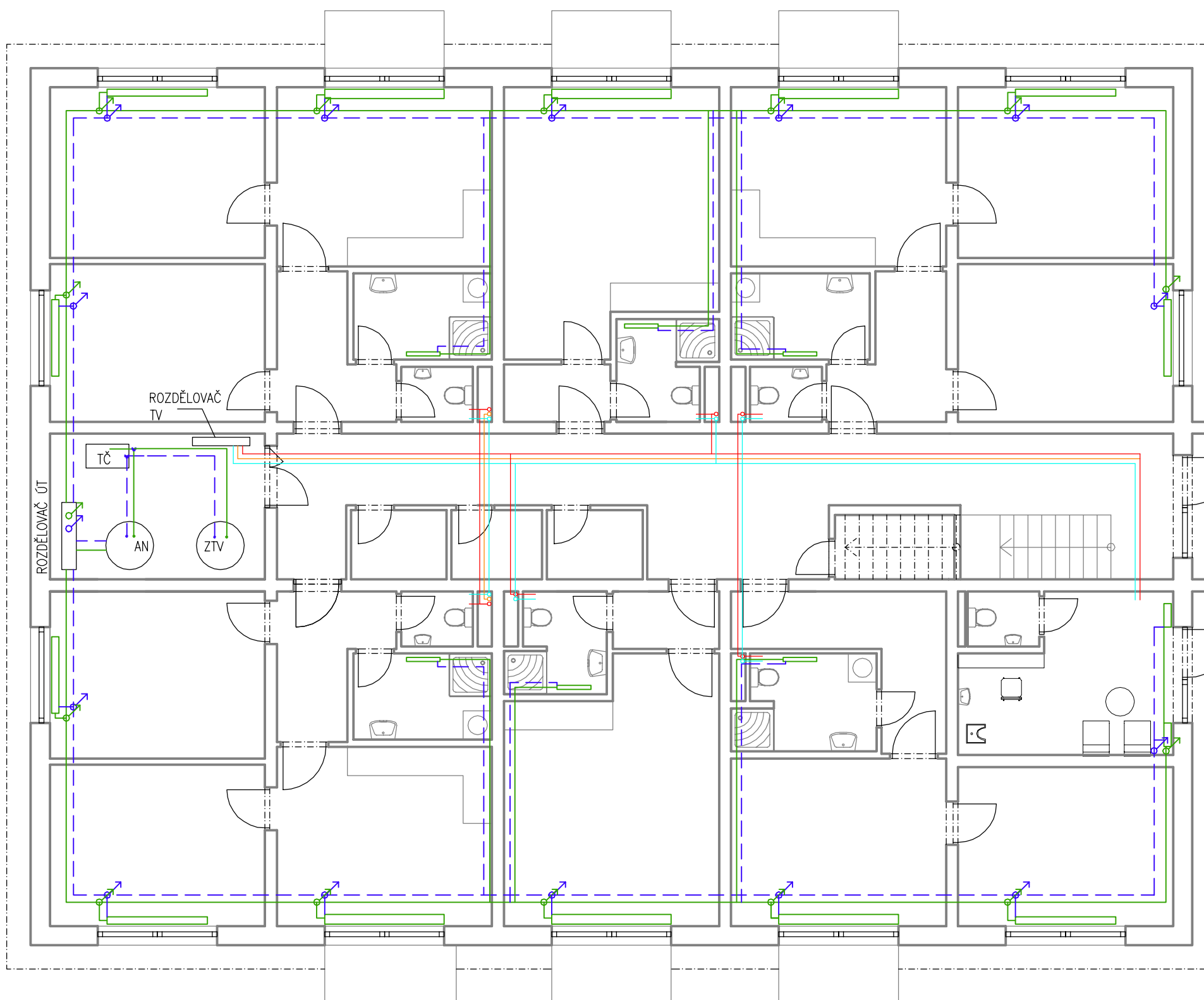


ODTAHOVÉ POTRUBÍ VZT









ÚT + ZÁSOBOVÁNÍ TV - PŮDORYS 1NP

1:100

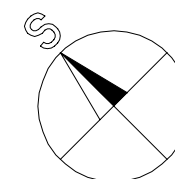


LEGENDA:

-  PŘÍVODNÍ POTRUBÍ K OTOPNÝM TĚLESŮM V PŘEDSTĚNĚ
-  ODVODNÍ POTRUBÍ OD OTOPNÝCH TĚLES V PŘEDSTĚNĚ
-  KONVEKTOR/OTOPNÉ TĚLESO
-  TEPLÁ VODA
-  CIRKULAČNÍ VODA
-  STUDENÁ VODA

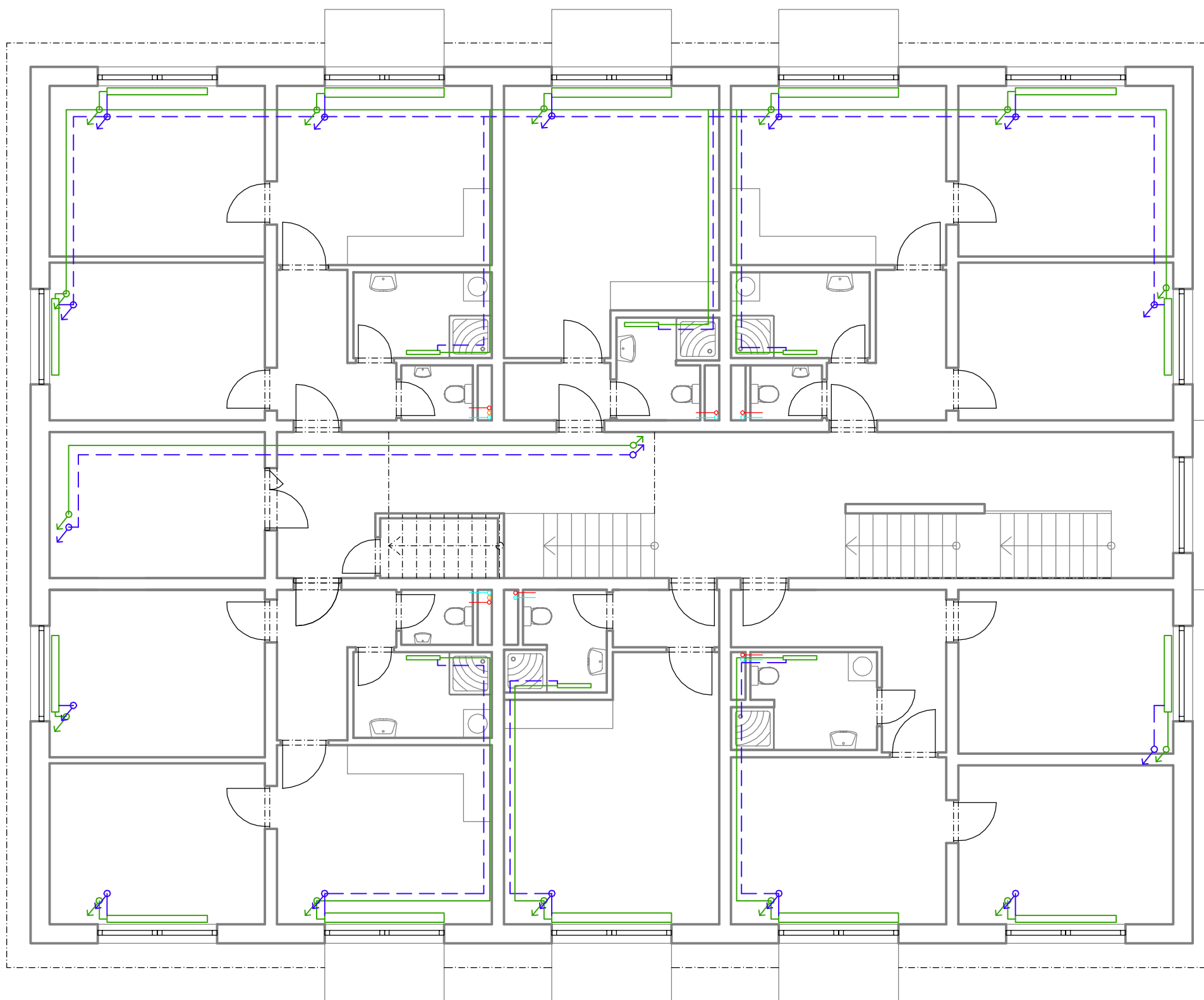
POZNÁMKA:

- POD FRANCOUZSKÝMI OKNY INSTALOVÁNY PODLAHOVÉ KONVEKTORY
- POD BĚŽNÝMI OKNY INSTALOVÁNY OTOPNÁ TĚLESA









ÚT + ZÁSOBOVÁNÍ TV - PŮDORYS 2NP

1:100

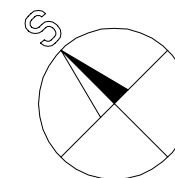


LEGENDA:

-  PŘÍVODNÍ POTRUBÍ K OTOPNÝM TĚLESŮM V PŘEDSTĚNĚ
-  ODVODNÍ POTRUBÍ OD OTOPNÝCH TĚLES V PŘEDSTĚNĚ
-  KONVEKTOR/OTOPNÉ TĚLESO
-  TEPLÁ VODA
-  CIRKULAČNÍ VODA
-  STUDENÁ VODA

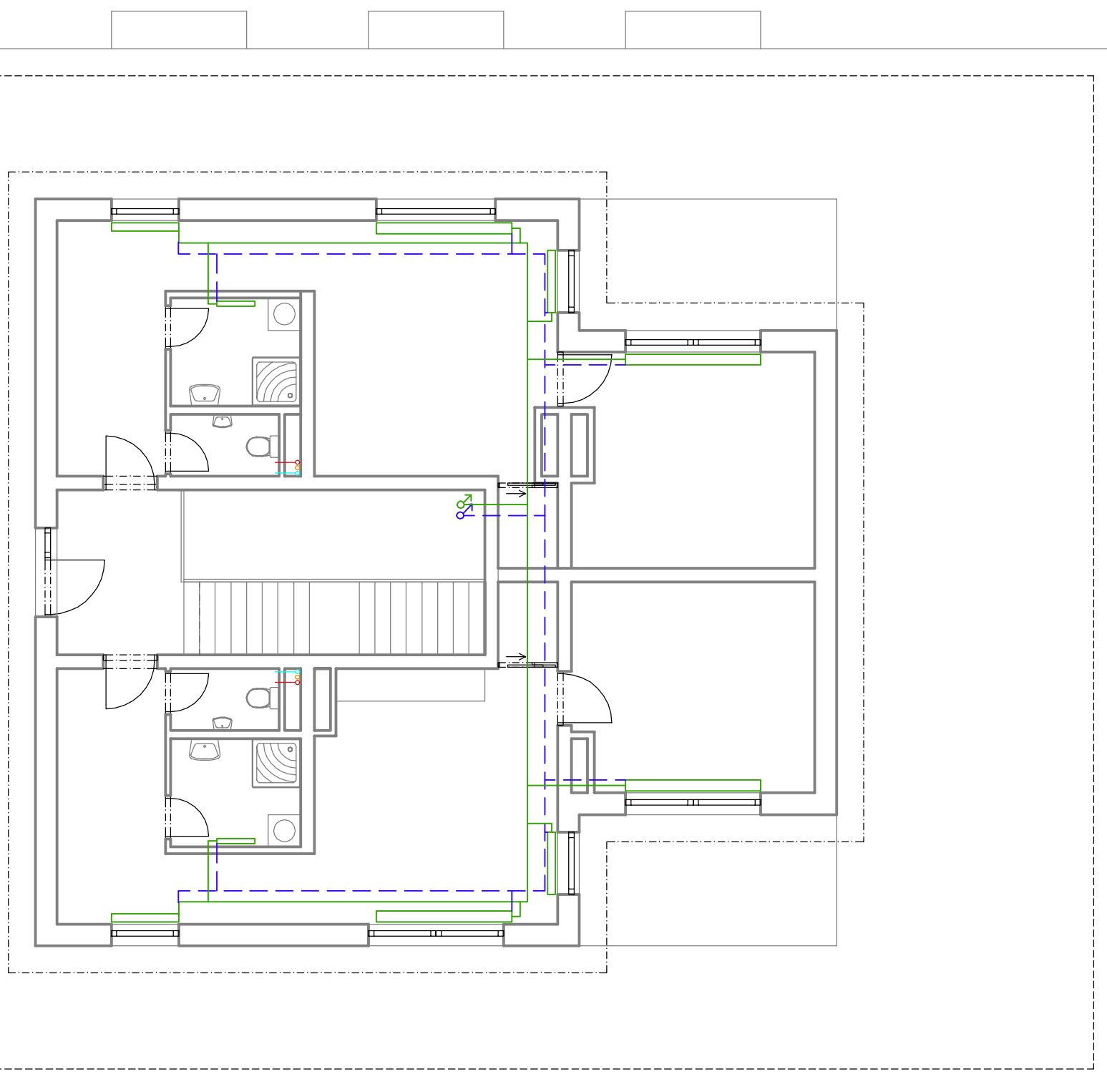
POZNÁMKA:

- POD FRANCOUZSKÝMI OKNY INSTALOVÁNY PODLAHOVÉ KONVEKTORY
- POD BĚŽNÝMI OKNY INSTALOVÁNY OTOPNÁ TĚLESA









ÚT + ZÁSOBOVÁNÍ TV - PŮDORYS 3NP

1:100



LEGENDA:

-  PŘÍVODNÍ POTRUBÍ K OTOPNÝM TĚLESŮM V PŘEDSTĚNĚ
-  ODVODNÍ POTRUBÍ OD OTOPNÝCH TĚLES V PŘEDSTĚNĚ
-  KONVEKTOR/OTOPNÉ TĚLESO
-  TEPLÁ VODA
-  CIRKULAČNÍ VODA
-  STUDENÁ VODA

POZNÁMKA:

- POD FRANCOUZSKÝMI OKNY INSTALOVÁNY PODLAHOVÉ KONVEKTORY
- POD BĚŽNÝMI OKNY INSTALOVÁNY OTOPNÁ TĚLESA

