

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra zpracování dřeva a biomateriálů



**Fakulta lesnická
a dřevařská**

Pasivní dům s přístavbou modulárního typu

Diplomová práce

Autor: Bc. Jindřich Grafek

Vedoucí práce: doc. Ing. Roman Fojtík, Ph.D.

2023

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jindřich Grafek

Dřevěné konstrukce a stavby na bázi dřeva

Název práce

Pasivní dům s přístavbou modulárního typu

Název anglicky

Passive house with modular type

Cíle práce

Cílem diplomové práce je vypracování dílčí části realizační dokumentace pasivního rodinného domu s přístavbou. Diplomová práce bude obsahovat tepelně technické posouzení obvodových konstrukcí, rozpočet dílčí části realizační dokumentace a statický posudek konkrétního zvoleného hlavního nosného prvku a tří detailů vybraných spojů.

Metodika

Metodika zpracování:

- 1) Rešerše zvolené problematiky (cca 40 stran) – do 09/2022
- 2) Dílčí část projektové dokumentace pro realizaci staveb – do 12/2022
 - a) Technická zpráva
 - b) Výkresová část (M 1:100, M 1:50)
 - c) Rozpočet dílčí části realizační dokumentace
- 3) Tepelně technické posouzení obvodových konstrukcí – viz ČSN 730540-2 (2011) – do 02/2023
- 4) Statický posudek konkrétního zvoleného konstrukčního prvku a tří detailů konstrukčních spojů – do 03/2023

Doporučený rozsah práce

cca 50 stran textu + výkresová část (rozsah dle stavebního zákona č. 186/2006 Sb. a vyhlášky o dokumentaci staveb č. 499/2006 Sb.)

Klíčová slova

Dřevostavba; realizační dokumentace; konstrukční detaily

Doporučené zdroje informací

- DICKSON, Michael a Dave PARKER. Sustainable timber design. Abingdon: Routledge, 2015. ISBN 978-0415468084.
- HAZUCHA, Juraj. Konstrukční detaily pro pasivní a nulové domy: doporučení pro návrh a stavbu. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-4551-0.
- HENS, H. Building physics, heat, air and moisture: Fundamentals and engineering methods with examples and exercises. 3. Berlin: Ernst, 2017. ISBN 9783433031971, 3433031975.
- JELÍNEK, Lubomír. Tesařské konstrukce. 2., aktualiz. vyd. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2008. Technická knižnice autorizovaného inženýra a technika. ISBN 978-80-87093-74-0.
- KOLB, Josef. Dřevostavby: systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště. 2., aktualiz. vyd. v České republice. Přeložil Bohumil KOŽELOUH. Praha: Grada, 2011. ISBN isbn978-80-247-4071-3.
- KOLLMANN, COTE. Principles of Wood Science an Technology: Solid Wood. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 1968. ISBN 978-3-642-87928-9.
- REINPRECHT, Ladislav. Ochrana dřeva: vysokoškolská učebnica. Vo Zvolene: Technická univerzita, 2008. ISBN 978-80-228-1863-6.

Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Roman Fojtík, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů

Elektronicky schváleno dne 2. 11. 2022

doc. Ing. Roman Fojtík, Ph.D.

Vedoucí ústavu

Elektronicky schváleno dne 10. 3. 2023

prof. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 30. 03. 2023

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Pasivní dům s přístavbou modulárního typu vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil, a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědom, že odevzdáním diplomovou práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze, dne 30.3.2023

Bc. Jindřich Grafek

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucí diplomové práce Ing. Evě Machovčáková, Ph.D. a doc. Ing. Romanu Fojtík, Ph.D., za odborné vedení, trpělivost a pomoc při vypracování této diplomové práce. Mé díky dále patří všem zaměstnancům firmy Růžička a partneři, s.r.o. za poskytnutí informací a ochotu při vysvětlování veškeré problematiky při návrhu dřevostavby.

Abstrakt

Název práce: Pasivní dům s přístavbou modulárního typu

V diplomové práci se zaměříme na návrh pasivního rodinného domu spojující dřevěnou konstrukci a kontejner v obci Skomelno na Rokycansku. Diplomová práce je rozložena do několika jednotlivých částí. V úvodu se budeme zabírat literárním rozbohem problematiky návrhu rodinných domů. Po vysvětlení teoretických částí problematiky se zaměříme na samotný návrh našeho projektu, zapuštění do terénu, statické posouzení, energetickou náročnost a konstrukční detaily.

Klíčová slova:

Dřevostavba; realizační dokumentace; konstrukční detaily

Abstract

Title of the thesis: Passive house with modular extension

In the diploma thesis, we will focus on the design of a passive family house combining a wooden structure and container in the village of Skomelno in the Rokycany region. The diploma thesis is divided into several individual parts. In the beginning, we will deal with the literary analysis of the issue of the design of family houses. After explaining the theoretical parts of the issue, we will focus on the actual design of our project, embedding in the terrain, static assessment, energy demand and structural details.

Key words:

Wood construction; implementation documentation; structural details

Obsah

1. Úvod	11
2. Cíl práce	13
3. Literární rešerše pasivních domů	14
3.1. Seznámení s pasivními domy	14
3.1.1. Definice pasivního domu	15
3.1.2. Historie pasivních domů	16
3.1.3. Použité materiály	17
3.1.4. Montáž pasivních domů	21
3.1.5. Základní typy konstrukcí dřevostaveb	23
3.2. Desatero pasivních domů	25
3.2.1. Souvislost území	26
3.2.2. Orientace ke světovým stranám	27
3.2.3. Optimalizace tvaru	29
3.2.4. Tepelné zónování dispozice	29
3.2.5. Obvodový plášť	30
3.2.6. Eliminace tepelných mostů	32
3.2.7. Výplně otvorů	34
3.2.8. Neprůvzdušnost konstrukce	34
3.2.9. Rekuperace v objektu	35
3.2.10. Zdroj a distribuce tepla	35
3.3. Řešení hlavních stavebních konstrukcí dřevostaveb	37
3.3.1. Základy	37
3.3.2. Nosné konstrukce	39
3.3.2. Střešní konstrukce	45
3.4. Využití modulární přístavby	48
3.5. Statické posuzování dřevostaveb	48
4. Metodika	49
5. Vlastní řešení návrhu pasivního domu ve Skomelnu	50
5.1. Architektonické řešení objektu	51
5.2. Technické řešení objektu	51
5.3. Stavebně technické řešení objektu	53
5.3.1. Svislá konstrukce	53

5.3.2. Základy	58
5.3.3. Vodorovné konstrukce	58
5.3.4. Střešní konstrukce	59
6. Diskuse	61
7. Závěr.....	62
8. Seznam použité literatury	63
9. Seznam příloh.....	72

Seznam zkratek

Sb.	Sbírky
ČR	Česká republika
ČSN	Česká technická norma
RD	Rodinný dům
BSH	Brettschichtholz
CLT	Cross Laminated Timber
KVH	Konstruktionsvollholz
PU	Polyuretan
NP	Nadzemní podlaží
EN	Evropská norma
SDK	Sádrokarton
OSB	Oriented strand board
XPS	Extrudovaný polystyren
Kč	Koruna česká
U	Součinitel prostupu tepla
U _g	Součinitel celkové propustnosti slunečního záření
U _w	Součinitele prostupu tepla okna
f _{Rsi}	Teplotní faktor vnitřního povrchu stěny
U _{rec}	Doporučené hodnoty dle ČSN
U _n	Normové hodnoty dle ČSN
Obr.	Obrázek
m ²	Metr čtvereční
mm ²	Milimetry čtvereční
mm	Milimetr
%	Procento
m ³	Metr krychlový

1. Úvod

Lidstvo již po mnoho let využívá dřevo jako stavební materiál. V dřívějších dobách se používalo dřevo zejména pro jeho dostupnost a také se jednalo o jediný obnovitelný materiál pro stavbu přístřešků. V dnešní době stále dřevo oceňujeme kvůli jeho dostupnosti, ale zejména také pro svou vysokou pevnost oproti hmotnosti a při správném zacházení se jedná o nevyčerpatelný zdroj suroviny. Nevýhodou tohoto materiálu oproti jiným konstrukcím může být jeho špatná ochrana vůči změnám hygroskopicity vody ve dřevě a možnost napadení, jak biocidními, tak abiotickými činiteli.

Dřevostavby se v České republice zatím nedostaly do povědomí tolika rodinám, které si chtějí postavit rodinný dům, jako tomu je v jiných zemích, například v Norsku, USA a Finsku. Hlavním aspektem nedůvěry v dřevostavby je nevědomost obyvatelstva o kvalitě dřevěných konstrukcí při správném vyhotovení díla a v posledních dvou letech také kvůli jeho vysoké ceně. Výše zmíněné aspekty jsou důvodem, proč lidé dávají přednost cihelným a podobným materiálům než dřevu, které je častokrát vnímané pouze jako materiál, který lze jednoduše zapálit, má velice krátkou životnost, je křehký a jednoduše napadnutelný broukem, hmyzem a abiotickými vlivy. Výše zmíněné aspekty jsou důvodem, proč lidé stále dávají přednost nemovitostem z klasických zděných konstrukcí nebo často také z keramických a sádrových tvárnic.

Naopak dřevostavbám napomáhá požadavek na rychlost a přesnost výstavby. Lidé požadují jednogenerační domy, bungalovy a chaty v co nejkratší době. Dalšími opomíjenými faktory výhod dřevostaveb je zdravý životní styl, ekologie, jednodušší budoucí změny dispozic a větší regulace tepelných ztrát. To jsou právě ty chvíle, kdy lidé sahají k volbě dřevostavby.

Pro výstavbu nemovitostí používáme zejména dva způsoby montáže dřevostavby. Klasickou výstavbu staveništní, na kterou jsme zvyklí již několik let, neboť se jedná o stejný princip jako při stavění z cihel. Montáž stavby probíhá až na stavebním pozemku. Druhou využívanou variantou je možnost prefabrikace. Jedná se o způsob, kdy si jednotlivé části domu připravíme již v montážní hale a na staveništi již pouze jednotlivé kusy skládáme. Touto metodou jsme schopni ještě více zkrátit čas dokončení stavby. Obě metody se v ČR využívají ve srovnatelném poměru.

V neposlední řadě nepomáhají k výběru dřevostavby oproti jiným konstrukcím požadavky na snižování budoucí spotřebované energie a regulační požadavky. Jedním z požadavků pro splnění určitých regulí a nejvíce zainteresovanou položkou je právě výstavba

pasivních domů, kterou se budeme důkladně zabírat v diplomové práci. Platí pravidlo, že se musí více investovat do počáteční částky při výstavbě, ale poté lze počítat s následným ušetřením financí při užívání nemovitosti.

Zmíněné informace v úvodu jsou více zobrazeny v teoretické části diplomové práce. Ve druhé části budeme vycházet z již získaných informací a zaměříme se na výkresovou část, která obsahuje narýsované potřebné výkresy, ochranou obálku budovy dle normy ČSN 73 0540 - Tepelná ochrana budov, statické posouzení jednotlivých konstrukcí a základní začlenění budovy do krajiny včetně modulární přístavby.

2. Cíl práce

Hlavním cílem diplomové práce je navrhnutí pasivního rodinného objektu, který se začlení mezi budovy na sousedních parcelách. Zároveň by měl splňovat nádech moderního stylu, který by nejen tvarem, ale i využitím modulárního přístavku měl působit moderním dojmem.

Jedná se o nepodsklepený objekt až pro šest osob s jedním nadzemním podlažím, s možnou dostavbou podkrovní. Pasivní dům bude prováděn staveništní montáží s možností rozšíření o další patro. Objekt se nachází v obci Skomelno u Rokycan. Návrh bude akceptovat veškeré technické a legislativní požadavky pro pasivní domy. Jedná se zejména o požadavky na orientaci vůči světovým stranám, využití vhodného obvodového pláště, výpočet tepelných ztrát v průběhu následujících let, skladbu veškerých stavebních konstrukcí a statické normované požadavky.

Veškeré jednotlivé prvky budou přesně posouzeny na únosnost podle skutečných požadavků na našem objektu a na tepelné požadavky na doporučené hodnoty pro pasivní domy Upas,20 dle tab.3 ČSN 73 0540-2-2011. Pro správnou volbu materiálů a konstrukčních systémů budeme vždy porovnávat materiály a prvky, které jsou rozebrány v literární rešerši.

3. Literární rešerše pasivních domů

Ve třetí kapitole se seznámíme s pasivními domy a podmínkami, které se daných podmínek týkají. V první řadě je nutné se obeznámit se samotnými pasivními domy a následně s konkrétními pravidly, které dům provází již v samotném návrhu, tak až po samotnou realizaci.

3.1. Seznámení s pasivními domy

Pasivní dům je navržen tak, aby minimalizoval spotřebu energie na vytápění a chlazení. Tyto domy jsou navrhovány, aby byly energeticky efektivní a měly velmi nízké náklady na energii, což znamená, že jsou velmi šetrné k životnímu prostředí. Dům je navržen tak, aby izoloval budovu a docházelo k únikům tepla (Cotterell, Dadeby, 2012). Nízká spotřeba energie je dosažena díky izolaci a hermetickému uzavření budovy, které minimalizuje ztráty energie a zajišťuje, že teplo zůstane uvnitř v zimě a venku v létě. Měrná roční potřeba tepla na vytápění je maximálně 15 kWh/(m²a).

Další výhodou pasivního domu je zdraví obyvatel. Dům je navržen tak, aby měl zdravé vnitřní prostředí, což znamená, že je dobře větraný a má filtraci vzduchu. Snahou je, aby se v domě nezadržovaly škodlivé chemikálie a alergen.

Spotřeba primární energie včetně domácích spotřebičů při provozu budovy by neměla přesáhnout hodnotu 120 kWh/(m²a). Tento ukazatel nám poskytuje ucelenější pohled na spotřebu energie, neboť zahrnuje nejen množství energie spotřebované v průběhu provozu, ale také množství energie vynaložené na výrobu a distribuci daného zdroje. Pokud se rozhodneme pro zdroj tepla v podobě elektřiny, musíme brát v úvahu neefektivní výrobu, což v konečném důsledku znamená až trojnásobně vyšší spotřebu primární energie a větší náklady na provoz budovy v závislosti na použitém zdroji energie (Tywoniak 2005).

Pasivní dům nemusí být nutně stavěn ze dřeva, ani není nutné používat konkrétní technologii. Domy, které jsou v pasivním standardu vznikají i z cihel a betonových tvárníc. Lze najít i dřevěné pasivní domy, které jsou vystavěné pomocí ztraceného bednění. Na obr. 1 jsou znázorněny hlavní kritéria jednotlivých domů.

domy běžné ve 70.-80. letech	současná novostavba	nízkoenergetický dům	pasivní dům	nulový dům, dům s přebytkem tepla
charakteristika				
zastaralá otopné soustava, zdroj tepla je velkým zdrojem emisí; větrá se pouhým otevřením oken, nezateplené, špatně izolující konstrukce, přetápí se	klasické vytápění pomocí plynového kotle o vysokém výkonu, větrání otevřením okna, konstrukce na úrovni požadavků normy	otopná soustava o nižším výkonu, využití obnovitelných zdrojů, dobře zateplené konstrukce, řízené větrání	řízené větrání s rekuperací tepla, vynikající parametry tepelné izolace, velmi těsné konstrukce	parametry mín. na úrovni pasivního domu, velká plocha fotovoltaických panelů
potřeba tepla na vytápění [kWh/(m²a)]				
většinou nad 200	80 - 140	méně než 50	méně než 15	méně než 5

Obrázek 1: Porovnání pasivních domů vůči ostatním stavbám

(Slavona.cz, 2021)

3.1.1. Definice pasivního domu

Současná diskuse o nízkoenergetických a pasivních domech ukazuje, že tyto energeticky úsporné typy staveb získávají na popularitě jako moderní a ekologicky šetrné způsoby bydlení. Nicméně, mezi laickou veřejností stále přetrvávají některé mýty a předsudky, jako je například to, že pasivní dům je nákladný, složitý na konstrukci a vyžaduje použití komplikovaných technologií a velkou vrstvu tepelné izolace (Cotterell, Dadeby, 2012).

Pro přesnou definici pasivního domu je třeba stanovit jasná kritéria, podle kterých můžeme posuzovat různé energetické standardy staveb a zařazovat je do příslušných kategorií. Podle ČSN 73 0540-2 je nízkoenergetickým domem takový, který potřebuje na vytápění nejvýše 50 kWh·m²·a⁻¹, a pasivním domem je ten, který potřebuje na vytápění nejvýše 15 kWh·m²·a⁻¹ (Nagy, 2002).

Je pravděpodobné, že limitní hodnota pro nízkoenergetický dům bude postupně snižována v souladu se zpřísnováním legislativních požadavků na běžnou výstavbu, což může vést k tomu, že tento pojem se postupem času ztratí na významu Tywoniaka (2008).

Na rozdíl od toho je pasivní dům unikátní tím, že se nezaměřuje pouze na energetický standard, ale na princip řešení, který zajišťuje udržení tepelného komfortu bez nutnosti využití vzduchotechniky. To může být dosaženo díky vysoké kvalitě izolačního obalu budovy a

účinnému zpětnému získávání tepla z větracího systému, což poskytuje různé možnosti vytápění v souladu s principem pasivního domu Feist (1997).

Podle Tywoniaka (2005) je důležité si uvědomit, že požadavky na pasivní dům nezávisí pouze na měrné potřebě tepla, což je někdy mylně vnímáno jako jediný parametr. Důležitým faktorem je také celková neprůvzdušnost budovy a dodržení stanovených limitů pro celkovou spotřebu primární energie spojené s provozem budovy, jako je vytápění, ohřev teplé vody a elektrická energie.

Základními požadavky na pasivní dům jsou: maximální roční měrná potřeba tepla na vytápění $15 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$, neprůvzdušnost budovy s hodnotou n_{50} menší než $0,6 \cdot \text{hod}^{-1}$ a celková spotřeba primární energie nižší než $120 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$. Tento parametr vyjadřuje množství energie, které je zapotřebí pro výrobu a distribuci energie s ohledem na ztráty, přičemž v případě elektřiny se výsledek musí vynásobit třemi kvůli neefektivitě výroby. Tyto požadavky jsou možné splnit pomocí chytrého návrhu a implementace pěti principů (Rychtář, J. a kol., 2017):

- vyloučení tepelných mostů
- použití kvalitních oken
- ventilace s rekuperací tepla
- kvalitní izolace
- vzduchotěsnosti konstrukce

3.1.2. Historie pasivních domů

V roce 1988 během vědeckého pobytu Dr. Wolfganga Feista na Lundské univerzitě ve Švédsku se objevila myšlenka pasivního domu. Profesor Bo Adamson a Feist společně přemýšleli, jak využít potenciálu energetických úspor k snížení nákladů na výstavbu domu pomocí vylepšené techniky tepelné izolace. Koncepce spočívá v tom, že kvalitní tepelná izolace by měla eliminovat nutnost používat tradiční topení a tím snížit náklady na výstavbu a provoz domu. To by mělo vést k celkovému snížení nákladů na výstavbu a provoz kvalitního domu (BRE group, 2021).

V 70. letech se začal objevovat zájem o výstavbu domů s nízkou energetickou spotřebou, což bylo motivováno ropnými krizemi a globální energetickou krizí. První úspěšný experiment byl proveden v Kodani, kde byl postaven skutečně nulový dům na univerzitě, který se stále používá jako ubytování pro hosty. Avšak po poruše solárních panelů již neplní funkci nulového domu, ale stále patří k nízkoenergetickým domům. Další experimenty se

zaměřily na kvalitní zateplení a byly prováděny v Severní Americe. Zajímavým projektem byla výstavba energeticky úsporného domu ve Skalistých horách, který získal ocenění od Institutu pasivního domu v roce 2011 (Nagy, 2009).

Švédsko hrálo významnou roli v řešení těchto problémů. V této zemi byly stavěny nízkoenergetické domy s kvalitními okny, mechanickou ventilací a velmi dobrou izolací. Poslední krok k dosažení pasivního energetického standardu byl učiněn v Německu v rámci mezinárodní výzkumné skupiny (Stavba-Profi, 2021). Tato skupina zkoumala potenciál pasivních domů pro širší použití a výsledkem byla série čtyř testovacích domů v Hessensku, které byly běžně obývány od roku 1991. Data z jejich fungování a chování obyvatel ukázala výhody pasivních domů a daly základ standardu, jaký známe dnes. Projekt byl úspěšný díky pečlivé přípravě a důrazu na kvalitu stavebních prvků, které byly často speciálně vyráběny pro tyto domy, jako například rámy oken. Až poté, co byly pilotní domy úspěšné, byly zavedeny do sériové výroby (Wirth, 2011).

3.1.3. Použité materiály

Ve této kapitole si přiblížíme jednotlivé stavební materiály na bázi dřeva, které se při stavbě dřevostaveb využívají.

Řezivo

V momentě, kdy vybíráme vhodné dřevo pro stavbu konstrukce máme na výběr z několika možností. Mezi tyto možnosti patří například konstrukční dřevo, které je často využíváno pro krovy, a pochází z kulatin, jež musí splňovat určité pevnostní a vlhkostní normy. Tato varianta nám nabízí nižší cenu, avšak s sebou nese riziko jako je vyšší vlhkost a menší odolnost vůči dřevokazným škůdcům a požárům (Bohušová, Šmídl, 2016).

V momentě, kdy preferujete kvalitnější variantu, tak můžete zvolit řezivo, které je speciálně sušené a které sice nemá problémy s vlhkostí, ale můžeme zde objevit problém s rovinností jednotlivých prvků z důvodu nestejněmého vysušení.

Jako konstrukční materiál, na který se můžeme nejlépe spolehnout jsou považovány tzv. KVH profily, které jsou tvořeny výběrovým technicky sušeným řezivem. Tento materiál je spojen pomocí zubovitého spoje a díky této inovaci se dosahuje velmi pevných a stabilních spojů jednotlivých dřevěných konstrukčních prvků o délce až 16 metrů. KVH profily bývají rovněž již z výroby hoblované a sražené. Používají se také kombinované prvky, jako například I nosníky, které se skládají se z horního a dolního dřevěného pásu, mezi něž se vkládá spojka,

obvykle z OSB desky. Obr. 2 ukazuje smrková prkna používaná při výstavbě RD (Bartůněk, Kelblová,1999).



Obrázek 2: Řezivo

(Chatar-chalupar.cz,2022)

Konstrukční desky

Dřevité materiály představují základní prvek dřevěných konstrukcí, kde se často využívají dřevěné desky a různé kombinace těchto materiálů. V České republice se preferuje použití OSB (Oriented Strand Board) díky optimálnímu spojení vlastností a cenové dostupnosti. Tyto desky jsou složeny z plochých třísek, uspořádaných do tří vrstev s různým směrem vláken, a následně jsou spojeny pod tlakem s polyuretanovými pojivy. Díky této kombinaci se zlepšují mechanicko-fyzikální vlastnosti. Desky mohou mít broušený i neobroušený povrch, mohou být vybaveny frézovaným perem a drážkou a jsou schopné odolat vlhkosti a vodě (Vach, Gašparík, 2019).

Další varianta, jak využít dřevité materiály v konstrukci, a to jsou třískové desky, které se liší od OSB desek tím, že jsou vyrobeny z menších třísek dřeva. Tyto desky jsou rovněž spojeny pod vysokým tlakem s pojivy a mohou být buď plošně nebo výtlačně lisované. Vlastnosti těchto desek jsou ovlivněny způsobem výroby a mohou být vhodné pro použití v suchém i vlhkém prostředí a také pro zvýšení požární odolnosti (Vach, Gašparík, 2019).

Překližka je dalším skvělým stavebním materiálem založeným na dřevě, avšak v českých dřevostavbách není příliš oblíbený kvůli vyšším nákladům. Tento materiál se skládá z řezaných nebo oloupaných dýh, které jsou křížem spojeny. Podle počtu vrstev existují tři – až sedmivrstvé překližky s různou finální tloušťkou. Vrchní vrstvy mohou být podélné nebo příčné.

V dřevostavbách jsou často využívány sádrokartonové a sádrovláknité desky, protože nabízejí výhody v oblasti požární odolnosti, tepelné a akustické izolace a tradičního vzhledu interiérů. Tyto desky však nejsou vhodné jako nosné konstrukční prvky (Jirouš-Rajkovič, Jirouš, 2017) a na obr. 3 lze vidět další varianty desek.



Obrázek 3: Přehled konstrukčních desek

(Venkovskydum.cz, 2021)

Novodobé materiály použité na dřevostavby

CLT

CLT (Cross Laminated Timber) jsou lepené dřevěné panely, které se stávají stále populárnější alternativou pro tradiční stavební materiály, jako jsou beton, cihly a ocel. Tyto panely se skládají z několika vrstev řezaného dřeva, které jsou navzájem zkřížené a spojené speciálními lepidly.

CLT panely mají mnoho výhod v porovnání s tradičními stavebními materiály. Jsou velmi pevné a stabilní, což umožňuje stavět velké budovy bez nutnosti použití ocelového skeletu nebo betonových pilířů. Tento typ panelů se také rychle a snadno instaluje, což značně zkracuje dobu výstavby (Růžička, 2014).

Dřevo, které se používá pro výrobu CLT panelů, pochází z obnovitelných zdrojů a má nízkou uhlíkovou stopu. Panely jsou také velmi odolné vůči ohni a mají vynikající izolační

vlastnosti, což znamená, že jsou energeticky úsporné a přispívají ke snížení emisí oxidu uhličitého (Novatop-systém,2020).

CLT panely jsou často používány pro výstavbu vysokých budov, ale mohou být využity i pro výstavbu menších domů, jak lze vidět na obr. 4 Tento typ stavebního materiálu se stává stále oblíbenějším v oblastech, kde jsou omezeny zdroje tradičních stavebních materiálů, jako jsou beton a ocel. Výhodou je estetický vzhled dřeva, který umožňuje vytvářet moderní a příjemné interiéry (Borák, Šauer, Boráková,2014).

Vzhledem k těmto výhodám jsou CLT panely stále více preferovány v oblasti stavebnictví a očekává se, že se v budoucnu budou stát ještě populárnějšími.



Obrázek 4: Stavba z CLT panelů

(Dřevostavby.cz, 2023)

BSH

BSH hranoly jsou vyrobeny z pevného a odolného dřeva, které je pečlivě vybíráno a řezáno na správné rozměry. Následně jsou jednotlivé vrstvy dřeva lepeny a lisovány pomocí speciálního technologického procesu, který zajišťuje, že hranoly mají velmi stabilní rozměry a vysokou nosnost. Hranoly mají vynikající mechanické vlastnosti, jako je pevnost v tahu, tlaku a ohybu, což je dělá ideální pro použití jako nosné konstrukční prvky při stavbě a umožňují stavbu i větších budov. Na obr. 5 lze vidět na příčném řezu jednotlivé vrstvy lepené k sobě. Disponují také velmi nízkou deformací a minimální změnou rozměrů vlivem vlhkosti, což zajišťuje trvanlivost a stabilitu stavby.



Obrázek 5: Pohled na BSH hranol

(Drevosmutny.cz, 2018)

3.1.4. Montáž pasivních domů

V praxi se využívají dva způsoby montáže dřevostaveb. V některých případech se tyto dva způsoby protínají.

Prefabrikovaná (panelová)

Prefabrikace částí domu, jako jsou stěny, stropy a podobně se dnes často vyrábějí mimo staveniště v halách, kde se využívají zdvihací a otáčecí techniky. V první fázi se konstrukce sestavují z hoblovaného řeziva, většinou z hranolů KVH nebo lepených dřevěných I nosníků, které se poté ztužují deskami a připravují na připojení na místě stavby (Kubů, Vala, 2009).

V opláštěné sloupkové konstrukci se umísťuje tepelná izolace a instalují se rozvody. Na interiérovou stranu se umísťuje parotěsná fólie a druhá strana se opláští deskami. Poté se do panelu osazují otvory a převážejí se na staveniště, kde se stavějí na základovou desku. Většinová část domu je v této fázi již hotová, což umožňuje rychlou a jednoduchou montáž, však musí být pečlivě umístěné instalace, protože změny jsou obtížné a mohou být nežádoucí. Při staveništní montáži je také nutné dbát na ochranu materiálu před počasím a škůdci (Mezistromy, 2018).

Staveništní

Popis postupu montáže staveniště při výstavbě budov je následující: Na začátku se položí základová deska s hydroizolací a umístí se základový práh na místech, kde budou v budoucnu umístěny obvodové stěny a vnitřní příčky. Poté se kotví sloupky ke práhu a vytvoří

se rámový systém, který se obkládá konstrukčním materiálem a osazuje se otvorovými výplněmi, krytinou a klempířskými prvky (Kubů, Vala, 2009).

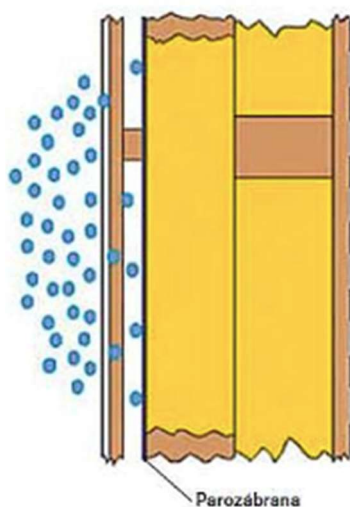
Dále se mezi sloupky umístí tepelná izolace a z vnější strany domu se přidá zateplovací systém. Na vnitřní straně obvodových stěn se umístí parozábrana nebo parobrzdá a na to se přidá finální vrstva skladby stěny, jako například sádrokarton, dřevěné palubky, biodeska a další.

3.1.5. Základní typy konstrukcí dřevostaveb

V dnešní praxi se využívají dva druhy dřevěných konstrukcí, a to konstrukce s difúzně otevřenou a difúzně uzavřenou strukturou.

Difúzně uzavřené

Aby byla budova chráněna před nežádoucí vlhkostí z atmosféry, je nutné zajistit, aby vlhkost neprostoupila do nosného systému. Pro dosažení tohoto cíle se používá difúzně uzavřená konstrukce, která zabraňuje pronikání vlhkosti na obou stranách konstrukce, viz obr. 6. Na vnitřní straně interiéru se používá parotěsná fólie s vysokým difúzním odporem, která pevně uzavírá konstrukci a chrání ji před pronikáním vodní páry. Tento materiál také zlepšuje vzduchotěsnost a pomáhá snížit náklady na vytápění. Při návrhu skladby stěn se bere v úvahu rosný bod, který musí být umístěn mimo nosnou konstrukci. Difúzně uzavřená konstrukce je ideální pro nízkoenergetické, pasivní a energeticky úsporné domy, ale je složitější na provedení než difúzně otevřená konstrukce.



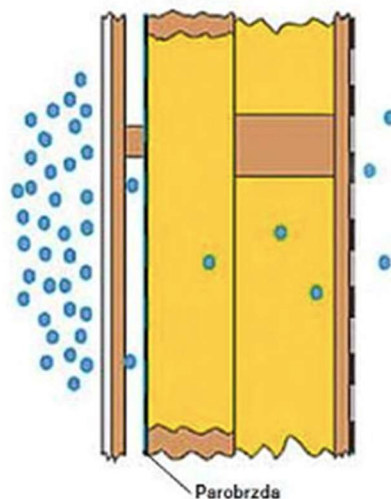
Obrázek 6: Difúzně uzavřená stěna

(Drevostavby.cz, 2021)

Difúzně otevřená

Difúzně otevřený systém umožňuje částečné propouštění vlhkosti z interiéru do exteriéru, na rozdíl od difúzně uzavřené konstrukce, viz obr. 7. Proto je nutné, aby difúzní odpor směrem k exteriéru byl nižší a návrh jednotlivých vrstev stěn odpovídal této potřebě. Cílem této konstrukce je umožnit odvádění vlhkosti, která by se mohla v nosné konstrukci stěny kondenzovat. Díky částečnému pronikání vlhkosti stěnou vytváří difúzně otevřená konstrukce optimální mikroklima v interiéru domu.

Aby byl difúzně otevřený systém dostatečně větrán, je nutné používat okna nebo vzduchotechniku, neboť není schopen samovolně obnovovat vzduch (Humm, 1999). Pro správné fungování této konstrukce je klíčové dodržování technologických pravidel a individuální návrh s ohledem na lokalitu, typ a účel domu. Centrálně řízené větrání domu se většinou doporučuje. Difúzně otevřená konstrukce je vhodná pro pasivní domy a domy s nízkou spotřebou energie, stejně jako uzavřený systém.



Obrázek 7: Difúzně otevřená stěna

(Drevoastavby.cz, 2021)

3.2. Desatero pasivních domů

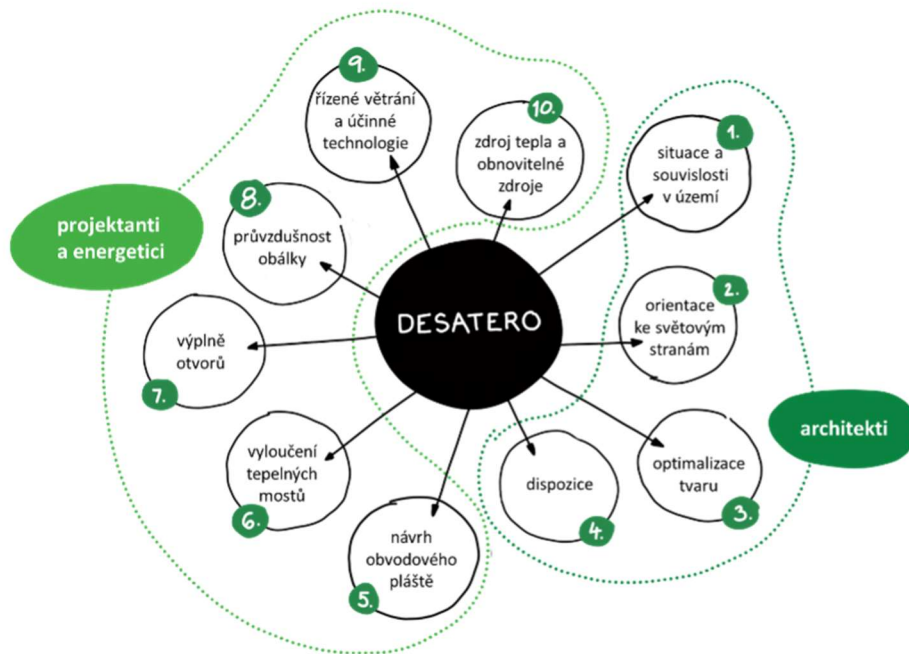
Obecný soupis principů desatera pasivních domů nám slouží k ujasnění problematiky, zdali se jedná o pasivní, nebo pouze o klasickou stavbu. Pasivní domy nevnikají pouze vhodným spojením daných prvků, ale zejména jejich optimalizací. Již při prvních myšlenkách na námi vybraný pasivní dům se jedná o neodmyslitelnou část, na kterou musíme dbát již při prvních návrzích RD.

Výhody pasivních domů při dodržení desatera:

- nízké náklady na vytápění a chlazení,
- komfort pro uživatele,
- snížení rizika zdravotních problémů – stálý čerstvý vzduch,
- příjemné teploty za jakéhokoliv počasí v exteriéru.

Nejdůležitější vlivy pro splnění návrhu na pasivní dům, a co nejmenších tepelných ztrát, je zejména zvolení kvalitní izolace, rekuperace tepla, kvalitní okna a dveře. Menší tepelné ztráty můžeme sledovat při kombinaci více menších chyb při návrhu. Mezi nejdůležitější řadíme ztráty tepla vlivem tvaru domu, usazení do terénu, dispozice a tepelné zisky a zdroje (Šubrt, 2011).

Z uvedených znalostí v kapitole 3.1. víme, že pasivní dům slouží jako úsporný dům s minimálními provozními náklady a vysokým komfortem pro uživatele, a to jak v zimě, tak v létě. V níže uvedených podkapitolách si rozebereme jednotlivé požadavky, které jsou pro pasivní domy nejdůležitější. Na obr. 8 lze vidět přehled a propojení jednotlivých pravidel při navrhování pasivních domů.



Obrázek 8: Desatero pasivních domů

(Pasivnidomy.cz, 2020)

3.2.1. Souvislost území

Souvislostí území rozumíme výběru vhodného pozemku a po veškerých konzultacích s architekty a projektanty zejména situování stavby na pozemku. Zvolené místo a natočení ovlivní veškeré další důležité požadavky pro návrh správného pasivního domu, zejména se jedná o zdroj tepla, tepelné zónování dispozice a orientaci ke světovým stranám. Podle námi zvolené lokality lze počítat s možnými očekávanými klimatickými vlivy: srážkami, větry, vlhkostí vzduchu, slunečním zářením a teplotou vzduchu.

Poloha uložení stavby vůči terénu může ovlivnit ztráty na vytápění až o 40 % potřebného tepla. Obr. 9 znázorňuje vliv lokálních podmínek na dům, lze vyčíst, že největších ztrát tepla v pasivních domech dosahují domy uložené v údolí. Naopak na jižním svahu lze dokonce počítat s menší předpokládatelnou ztrátou než na rovném pozemku. Nevhodné umístění domu, splňující veškeré požadavky, může ve výsledku ovlivnit jeho funkčnost (Cotterell, Dadeby, 2012).

Obr. 10 nám neznázorňuje pouze pasivní domy, ale teoretický základ pro veškeré stavby, který se snažíme dodržet. Základním rozdílem mezi pasivním domem a jinou novostavbou je zejména ve vzduchotěsnosti celé budovy a v rekuperaci tepla, aby žádné nepřišlo vniveč.

Jednotlivé světové strany:

- Severní strana je nejstudenější a v malém měřítku se zde setkáme se slunečním svitem. Snažíme se sem tedy umístit chodby, schodiště, vstupní prostor, garáže, technické místnosti.
- Východní strana je optimálním místem pro ložnice a dětské pokoje. V letních obdobích zde nedochází k přehřívání z odpoledních vysokých teplot a v létě je zde tak teplota chladnější.
- Jižní strana je pro každého architekta a projektanta na prvním místě. Snažíme se zde umístit obývací pokoj, ložnice, kuchyně a terasy. Slunce je v létě vysoko a místnosti nejsou tolik prosvětlené a v zimě je naopak nízko a prosluňuje místnosti.
- Západní strana je vhodná pro umístění jídelen, pokojů a terasy. V letních měsících je strana velice ohřívána. V zimních naopak velice prosluněná.

Zastínění oken je možné provádět žaluziemi, které lze umístit na fasádu nebo do interiéru přímo na okno, popřípadě záclonami, či přesahy budovy (Hudec, 2008). Na obr. 11 lze vidět vliv slunce na základě ročního období.



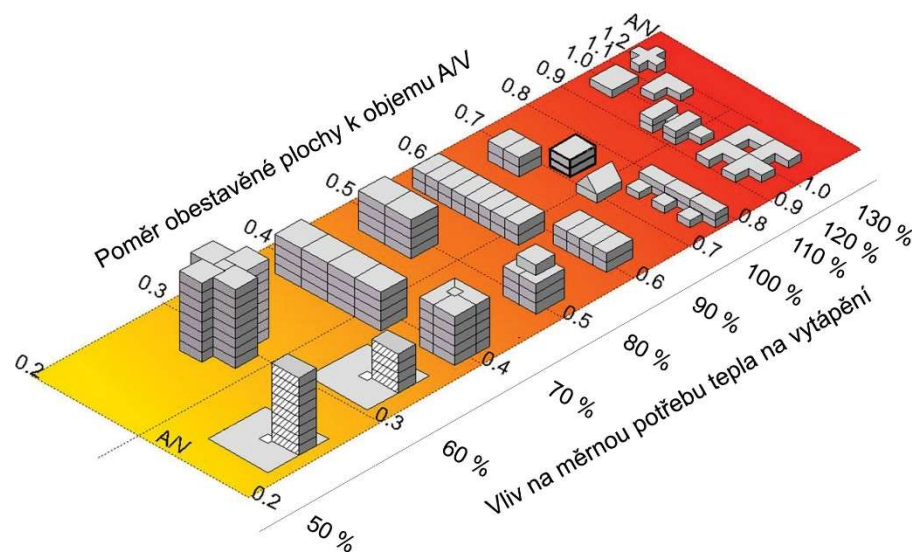
Obrázek 11: Prosvícení oknem na jižní fasádě ročního období

(Hudec, 2008)

3.2.3. Optimalizace tvaru

Pro pasivní dům je ideální možný tvar, který jsme schopni realizovat, kvádr s delší stranou domu orientovanou na jih pro získání přirozeného slunečního svitu. Poměr obvodového pláště (A) vůči poměru obestavěného prostoru (V) nám nesmí znázorňovat spotřebu energie, viz obr. 12. V případě, že budovy disponují větší plochou obvodového pláště vůči obestavěnému prostoru, jsou zde vyšší ztráty energie.

Nejdůležitějším konstrukčním prvkem pasivních domů je střecha. Nejvhodnějším tvarem je střecha pultová nebo plochá. Kompromis je střecha sedlová, veškeré další výčnělky komplikují samotnou výstavbu a snižují tepelnou bilanci. Při navrhování se snažíme veškeré konstrukce vystupující z domu eliminovat, jedná se o vikýře, balkony, přístřešky a arkýře.



Obrázek 12: Vliv tvaru objektu na potřebu tepla na vytápění

(Gosol.cz, 2017)

3.2.4. Tepelné zónování dispozice

Jak již bylo zmíněno v orientaci ke světovým stranám, je nutné zvolit vhodnou dispozici interiéru tak, aby byla jednak praktická a tepelně vhodná pro získání slunečního tepla. Hlavním principem je snižování energetické náročnosti volbou vhodné dispozice.

Zónováním nazýváme seskupování jednotlivých prostorů tak, aby prostory vytápěné stejnou teplotou byly u sebe a zároveň je umísťujeme nejlépe do vnitřní dispozice. Prostory s předpokládanou nižší teplotou se naopak snažíme situovat k obvodovému plášti (Humm, 1999). Při návrhu pasivního domu dáváme přednost tepelným ziskům ze solárních panelů, proto umísťujeme obytné části domu mezi jihovýchod a jihozápad. Z tohoto důvodu se nejvíce

okenních otvorů a prosklených ploch nachází na jižní straně, naopak na severní straně se setkáme pouze s menším počtem okenních otvorů. Snažíme se jednotlivé teplotní zóny oddělovat, abychom nezhatili snažení o eliminaci volného proudění vzduchu v pasivním domě (Cotterell, Dadeby, 2012).

3.2.5. Obvodový plášť

Pro upřesnění obvodových plášťů si rozebereme nejobvyklejší jednotlivé vrstvy a materiály, které se v dnešní době používají.

A, Vnější omítka

- Akrylátové omítky

Jedná se o nejpoužívanější omítku, a to hlavně z důvodu nižší ceny. Cena se projevuje na kvalitě, a tudíž disponuje menší propustností a odolností proti biocidním činitelům a prachu.

- Silikonové omítky

Omítky jsou dražší a řadí se mezi nejlepší omítkoviny. Výhodou je zejména její pružnost. Naopak nevýhodou je nutnost přidávání fungicidů proti biotickému napadení.

- Minerální omítky

Výhodou je delší životnost a možnost nanášení na vícekrát. Naopak velice trpí při klimatických změnách.

B, Zaklápěcí desky

- Dřevotřískové desky

Cenově výhodnější materiál, který se podepisuje na nižších izotropních vlastnostech a malé odolnosti proti působení vlhkosti. Mají poměrně hrubou vnitřní strukturu, která neumožňuje čisté a hladké profilování boků a reliéfování ploch desek, a proto nejsou vhodné pro velkoplošné plochy. Výhodou desek je dobrá recyklovatelnost.

- Sádroláknitá deska

Je zde nutnost tmelení, penetrování a broušení po upevnění na konstrukci, čímž se prodlužuje délka zhotovení konstrukce. Stejně jak u OSB desek se jedná o suchou montáž a

jsou vyloučeny mokré procesy. Výhodou je tepelná a zvuková izolace, pevnost, protipožární odolnost a životnost. Při aktuálních cenách na trhu se jedná o dražší materiál.

C, I profil a tepelná izolace

- Pěnová tepelná izolace

Výhodou izolace je nižší cena oproti ostatním izolacím. Šedý pěnový polystyrén s objemovou hmotností 15 kg/m^3 má součinitel tepelné vodivosti $0,032 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, což je lepší hodnota než u zvolené minerální vaty.

- Vakuovaná izolace

Hlavním principem je izolace za pomoci co největšího objemu vzduchu. Vakuované izolace se snaží přiblížit co nejnižší tepelné vodivosti. Jedná se o dražší a inovativní izolaci.

- Rostlé dřevo

Jedná se o levnější a lépe zpracující technologii stavění dřevostaveb. Oproti I profilům není nutná předběžná úprava konstrukce. Nižší nosnost a vznik větších tepelných mostů.

- KVH profily

Mají větší nosnost než rostlé dřevo, nevýhodou je však vznik tepelných mostů oproti I profilům. Zároveň disponují lepší variabilitou.

D, Parozábrana

- Gutta Guttafol WB

Levnější varianta, která je až o 30 Kč za 1 m^2 nižší než u ostatních druhů parozábran. Musí se prolepovat páskou a nedosahuje tak dobrých vlastností oproti námi zvolené.

- Juta Jutafol N

Pro méně náročné budovy, skládající se z pouze ze dvou vrstev.

E, Předstěna

- Zděná předstěna

Místo rostlého dřeva můžeme celou předstěnu vyzdít. Jedná se o delší proces, mokrá proces, u kterého následně musí být nanesená omítka.

- Předstěna z latí

Z latí se v dřevostavbách staví ve většině případů. Pomocí hranolů z rostlého dřeva vytvoříme předstěnu, kterou následně zateplujeme a funguje jako prostor pro rozvody vody a elektřiny.

- KVH profily

Kvalitnější a pevnější varianta, avšak velice prodraží stavbu.

F, Vnitřní malba

- Primalex plus bílá

Patří mezi nejpoužívanější malířské barvy. Kvalitní a dobře roztíratelná barva.

- Primalex polar bílá

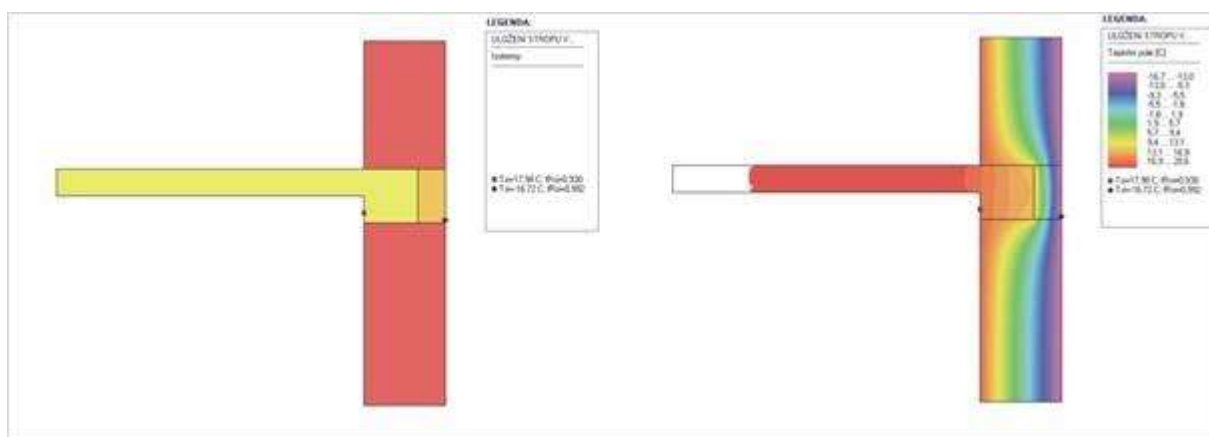
Podobně cenová kategorie jako zvolený Jupol. Barva má lepší soudržnost a delší životnost než klasický Primalex.

3.2.6. Eliminace tepelných mostů

Tepelným mostem rozumíme místům v konstrukci, kde dochází k největším ztrátám tepla. Ze zkušeností již víme, o jaká místa se jedná a na daná místa se zaměřujeme a popřípadě vypočítáme tepelné ztráty v daném detailu. Nejčastějšími tepelnými mosty jsou zejména styky jednotlivých konstrukcí, jako jsou: Styk stropu a balkonové konzole, styk svislé obvodové stěny se základovou deskou, překlady, střechy a nároží obvodových konstrukcí (Schock Isokorb, 2014).

V dnešní době jsme schopni vyřešit veškeré problémy ve zmíněných tepelných mostech. Používáme například ISO nosníky, izolační věncovky, použití hydroizolací, pěnoskla a speciální foukané tepelné izolace, které se dostanou i do nejmenších míst. V již postavené konstrukci lze tepelný most těžko odhalit, pouze pomocí termovize, která měří povrchové teploty a vlhkost okolního prostředí. Důležité je již v návrhu myslet na tato slabá místa, abychom je následně nemuseli odhalovat.

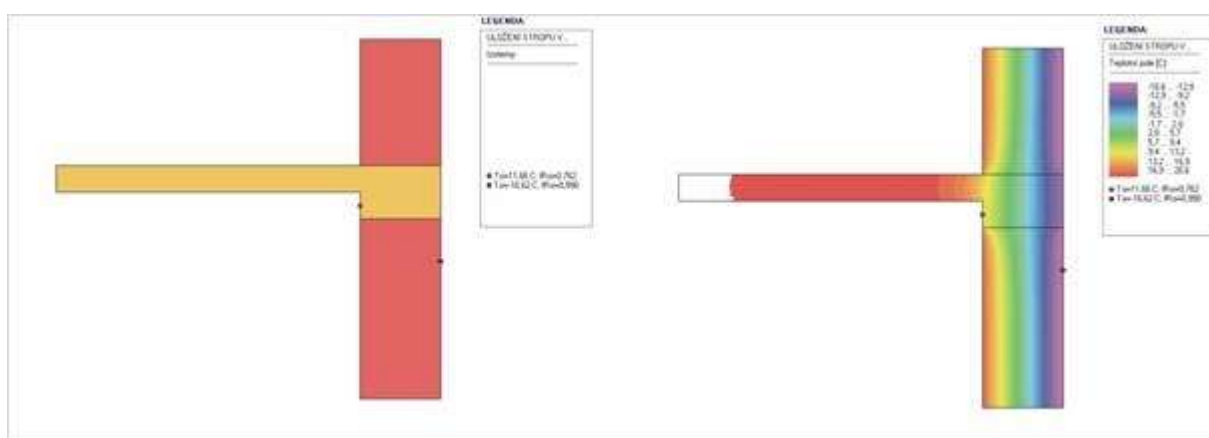
Na obr. 13 je znázorněn tepelný most, jedná se o napojení vodorovné konstrukce na svislou konstrukci při použití tepelné izolace o tloušťce 15 cm. Lze si všimnout, že nejsme schopni úplné eliminace tepelných mostů, ale jenom jejich omezení. Nejnižší povrchová teplota je + 18 °C a teplotní faktor vnitřního povrchu stěny f_{Rsi} je 0,930.



Obrázek 13: Napojení vodorovné k-ce na svislou při použití izolace tl. 150 mm

(estav.cz, 2017)

Ve starších výstavbách, jak vidíme na obr. 14, se nepoužívaly tepelné izolace v místě napojení a lze vidět pokles teplot. Nejnižší povrchová teplota je nyní jen 11,7 °C a teplotní faktor vnitřního povrchu stěny f_{Rsi} je 0,762.



Obrázek 14: Napojení vodorovné k-ce na svislou bez použití izolace

(estav.cz, 2017)

Výsledné hodnoty nám dokazují, že při zanedbání dobře navrženého projektu jsme schopni ušetřit nemalé náklady v následném průběhu používání stavby. Hodnoty také dokazují možnou kondenzaci vzdušné vlhkosti v konstrukci.

3.2.7. Výplně otvorů

Otvorové výplně jsou součástí stavby a musí být plně funkční a sloužit nejen jako samostatné výrobky, ale i jako nedílné součásti celého stavebního díla. Jakmile jsou instalovány do stavebního díla podléhají zákonu 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu, včetně souvisejících vyhlášek, jako je například vyhláška 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby s dalšími změnami. Správné plnění požadavků na otvorové výplně je nezbytné, aby byly efektivní součástí celého stavebního díla. Pokud jsou výrobky špatně namontovány, mohou být způsobeny škody na celém stavebním díle a významně jej znehodnotit (Cotterell, Dadeby, 2012).

Je nezbytné dodržovat správný návrh otvorové výplně s ohledem na celkové podmínky, ve kterých se bude nacházet, a kvalitu montáže oken a dveří. Tyto zásady jsou často podceňovány, zejména při menších akcích. Avšak chyby při instalaci se vyskytují i při rozsáhlých projektech, kdy si investoři nezajistí odbornou pomoc, například při výměně oken v panelových domech (Tzb-info, 2022).

Technicko-normalizační informace TNI 74 6077 Okna a vnější dveře – Požadavky na zabudování platily od února 2011. I když měly pouze doporučující a informativní charakter, obsahovaly důležitá pravidla, jejichž dodržování bylo nezbytné pro úspěšnou montáž otvorových výplní do stavebního otvoru (Velux, 2021).

3.2.8. Neprůvzdušnost konstrukce

Vzduchotěsnost, také nazývaná neprůvzdušnost, je vlastností, kterou stavební konstrukce vykazují, a která brání průchodu vzduchu přes konstrukci. Zejména u pasivních a nízkoenergetických staveb se sleduje tato vlastnost, neboť nedostatečná vzduchotěsnost může způsobit únik tepla, kondenzaci vodní páry a vznik plísní nebo hniloby.

Požadavky na průvzdušnost stanovuje norma ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov. Průvzdušnost je vyjádřena jako celková intenzita výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa a označuje se jako $n_{50}[h^{-1}]$. Čím menší je hodnota průvzdušnosti, tím vyšší je vzduchotěsnost stavby. Pro pasivní domy je stanovena maximální hodnota průvzdušnosti $n_{50}=0,6 h^{-1}$.

Účinnost systému nuceného větrání s rekuperací ovlivňuje vzduchotěsnost stavby. Požadavky na průvzdušnost stanoví norma v závislosti na způsobu větrání v budově. Měření vzduchotěsnosti se provádí pomocí Blower door testu (Geniální dům, 2021) masivní k.

3.2.9. Rekuperace v objektu

Rekuperace vzduchu je moderní technologií využívanou k zajištění přívodu čerstvého vzduchu do bytových a administrativních budov. Výhodou rekuperace je nejenom úspora energie, ale také zajištění zdravějšího prostředí v budově. V pasivních domech a dřevostavbách se tento systém využívá často, protože je tento typ staveb většinou velmi dobře izolovaný a potřebuje minimální přívod tepla z venkovního prostředí.

Rekuperace vzduchu v dřevostavbách je implementována obvykle prostřednictvím několika vzduchotechnických komponent, jako jsou ventilační jednotky, filtry, kanály a rozvody. Pro rekuperaci se využívá tepla vypouštěného vzduchu, který opouští budovu. Tento vzduch prochází přes výměník tepla, kde se jeho teplo přenáší na čerstvý vzduch, který je vtažen do budovy (Pasidum,2022).

Jednou z nejvýznamnějších výhod rekuperace je úspora energie. Vzhledem k tomu, že většina dřevostaveb a pasivních domů je velmi dobře izolovaná, není třeba výrazně ohřívat čerstvý vzduch, který vstupuje do budovy. Rekuperace tedy dokáže vrátit až 90% tepla z vypouštěného vzduchu a použít ho k ohřevu čerstvého vzduchu. Tím se minimalizují náklady na vytápění, což představuje významné finanční úspory.

Další výhodou rekuperace vzduchu v dřevostavbách je zlepšení kvality vzduchu uvnitř budovy. Rekuperační systém filtruje vzduch, který vstupuje do budovy, a odstraňuje z něj prach, pyl, znečištění a jiné škodliviny. To má pozitivní vliv na zdraví lidí a snižuje riziko vzniku různých onemocnění (Pasivní domy s.r.o., 2019)

3.2.10. Zdroj a distribuce tepla

V dnešní době jsou domácnosti v ČR největším spotřebitelem primární energie, přičemž vytápění tvoří zhruba 70 % celkové spotřeby energie, zatímco zbytek připadá na teplou vodu, osvětlení a spotřebiče. V pasivních domech jsou tyto poměry obrácené – pouze třetina celkové energetické potřeby je využívána na vytápění. S takto nízkou potřebou energie je ideální používat levné a účinné zdroje, které využívají obnovitelné energie, jako například slunce, biomasa nebo země.

Zajištění potřeby primární energie je jedním ze zásadních faktorů, které ovlivňují kvalitu domu. Tento ukazatel vyjadřuje množství neobnovitelných zdrojů, které jsou spotřebovány při stavbě a provozu budovy, a tedy charakterizuje energetickou náročnost a celkové náklady na provoz.

V případě pasivních domů tvoří maximální roční potřeba primární energie pouze 120 kWh/(m²a), což zahrnuje vytápění, ohřev vody, provoz ventilátorů, čerpadel, osvětlení a domácích spotřebičů. Volbou vhodného zdroje můžeme výrazně ovlivnit spotřebu primární energie. Například u elektřiny je faktor energetické přeměny nevýhodný, protože elektrárny mají nízkou účinnost a vyžadují vysoké množství neobnovitelných zdrojů k výrobě 1 kWh elektřiny.

Obnovitelné zdroje také často obsahují podíl neobnovitelné energie, například při pohonu čerpadel, ventilátorů, dopravě nebo řízení. Vysoký podíl primární energie zdroje vede k větší produkci emisí CO₂ a dalších škodlivin a obvykle také k vyšším provozním nákladům.

3.3. Řešení hlavních stavebních konstrukcí dřevostaveb

V jednotlivých kapitolách je zaměřeno na nejpodstatnější části konstrukce při realizaci dřevostavby. Jedná se o základy, svislé konstrukce a střešní krytinu.

3.3.1. Základy

Rozlišujeme tři způsoby rozložení dřevostavby. Následné rozdělení definuje jednotlivé možnosti založení.

1) Železobetonová deska s obvodovými pasy

Železobetonová deska s obvodovými pasy je nejčastější a klasickou variantou zakládání. Prvním krokem je vykopání základové rýhy pomocí bagru, do které se poté vylévá beton, viz obr. 15. Tato metoda je spolehlivá, ale má i své nevýhody. Kromě ekologické stopy, kterou po sobě zanechává, je vysoká cena (za beton) další nevýhodou, stejně jako nutnost další izolace proti radonu. Na druhou stranu vám umožní umístit podlahu na úroveň terénu, což může být výhodné.



Obrázek 15: Zakládání domu na betonové pasy

(Estav.cz, 2020)

2) Založení dřevostavby na pilířích nad terénem

Tato varianta má mnoho výhod, jako je minimální použití betonu, vysoká ekologičnost, snadná a rychlá stavba a možnost vytvoření větrané mezery pod domem. Díky tomu není potřeba řešit izolaci proti radonu ani proti vlhkosti, což jsou další výhody této varianty, které

Ize vidět na obr. 16 Celkově se jedná o moderní alternativu k tradičním železobetonovým základům.



Obrázek 16: Založení stavby na pilířích

(Venkovskydum.cz, 2018)

3) Pěnové sklo

Pěnové sklo neboli skelná pěna, je materiál vyráběný z recyklovaného skla a alkalických látek, které se spolu roztaví a vytvoří pěnovou hmotu. Tato hmota se následně vylévá do forem a následně tuhne.

Pěnové sklo je ideální pro zakládání domů, neboť má vynikající tepelněizolační vlastnosti a zároveň je odolné vůči vlhkosti, zemním plynům a radonu. Pokud je správně použito, může trvat po celou životnost domu. Navíc je pěnové sklo ekologické, protože se vyrábí z recyklovaného skla, což znamená, že snižuje množství odpadu a využívá již existujících zdrojů.

Zakládání domu na pěnovém skle spočívá v položení bloků pěnového skla na základovou desku a následném vyplnění mezer betonem. Po zabetonování pěnového skla je nutné vytvořit drenážní systém, který zabrání hromadění vlhkosti pod domem. Výhodou této metody je také nižší cena oproti tradičním metodám zakládání a rychlost výstavby.

Zakládání rodinných domů na pěnovém skle je moderní, ekologické a efektivní řešení, které poskytuje vynikající tepelnou izolaci a zároveň chrání domy proti vlhkosti a zemním plynům. Provedení desky je zobrazeno na obr. 17.



Obrázek 17: Založení stavby na pěnovém skle

(Nejstavebniny.cz, 2023)

3.3.2. Nosné konstrukce

Jednotlivý přehled nejpoužívanějších nosných konstrukcí je rozdělen do pěti částí, ve kterých je rozebrán každý systém podle jeho charakteristiky. Zvolené systémy jsou rozepsány níže, kromě námi zvoleného systému z I-profilů, který je rozebrán v kapitole 5.3.1. podrobně.

1, Sloupkový systém

Konstrukční systém sloupkových domů se dostal do Evropy zejména z amerického středozápadu a je podobný systému, který byl běžně používán v Evropě po staletí pro hrázděné domy. Jednou z hlavních charakteristik sloupkového systému je způsob ztužení, který se výrazně liší od hrázděných domů. U hrázděných domů se ztužení provádí pomocí vzpěr, zatímco u sloupkových konstrukcí se opláštěním dřevěných prken, tzv. záklopů, dosahuje stabilizace. Spoje v této konstrukci se obvykle provádějí pomocí přeplátování hřebíky, ale také čepy a dlaby se používají (Šilhánek Jiří, 2017).

Druhy sloupkových systémů

Balloon frame konstrukční systém

Dřevostavby typu Balloon frame jsou realizovány na staveništi a skládají se z nosných sloupů, obvykle o rozměru "two-by-four". Tyto sloupky jsou umístěny po menších

vzdálenostech a probíhají přes více podlaží, na které jsou připevněny stropní konstrukce. Stěny jsou ztuženy velkoformátovými deskami, jako jsou například OSB, sádrovláknité nebo cementotřískové desky (Bollinger, Grohmann, 2012).

Hlavní výhodou systému Balloon frame je rychlost výstavby stěn a krovů, použití stejných profilů dřeva na téměř celou dřevěnou konstrukci domu a možnost snadné změny dispozice během výstavby. Náklady na výstavbu jsou nižší, protože není nutná těžká technika. Nevýhodou systému Balloon frame je zvýšená náročnost na délkové rozměry dřevěných prvků a potřeba pečlivé montáže a konstrukčních spojů na staveništi (Davis, 1979).

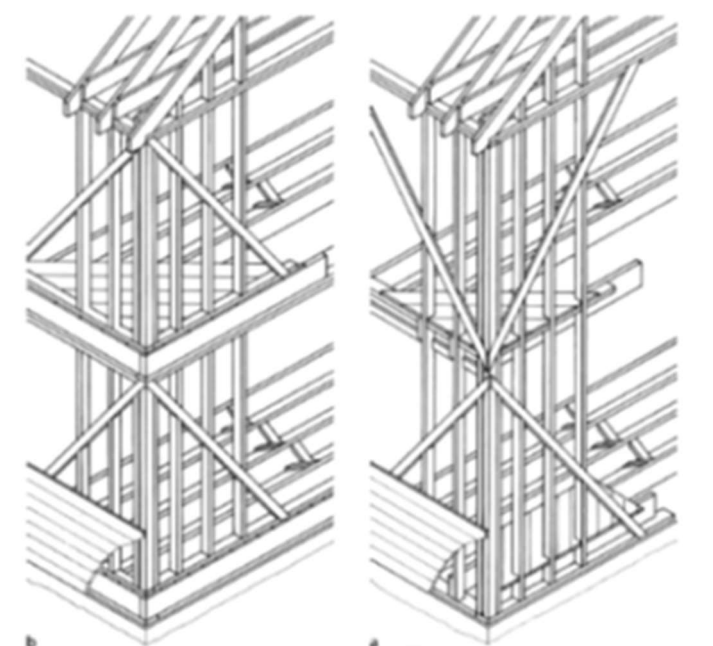
Výstavba dřevostavby systémem Balloon frame začíná výběrem dřevní suroviny, která může být vybírána z rostlého vysušeného řeziva, ale také z profilů KVH či BSH. Následně jsou konstrukční spoje zhotoveny dřevoobráběcími stroji a dřevěné hranoly jsou spojeny dohromady bez viditelných spojovacích prostředků. Předpřipravený materiál je pak dopravován na staveniště (Anderson, Mitchell, 2006).

Dřevěné hranoly jsou postupně osazovány na základovou konstrukci, přičemž sloupky mají masivnější průřez a jsou polohově stabilizovány vodorovnými vzpěrami. Vazba krovu může být realizována dříve, než jsou zhotoveny stropy, díky výhodám systému Balloon frame (Dřevostavitel, 2022).

Platform frame konstrukční systém

Alternativní styl montáže dřevostaveb se nazývá Platform frame, kdy nosná konstrukce sloupků probíhá pouze přes jedno patro. Pokud je potřeba postavit vícepodlažní objekt, nosné sloupky jsou osazeny po jednotlivých podlažích na konstrukci stropu. Systém Balloon frame se obvykle využívá na stavbách, kde je požadavek na rychlejší výstavbu nebo kde jsou zapotřebí velké světlé výšky místností (Bollinger, Grohmann, 2012).

Na obr.18 jsou znázorněny rozdíly mezi Balloon frame a Platform frame.



a) Systém s průběžnými sloupky (Balloon Frame)
b) Systém s neprůběžnými sloupky (Platform-Frame)

Obrázek 18: Porovnání stavění metodou balloon frame a platform frame

(Slideplayer.cz, 2017)

2, Sruby

Sruby jsou typické svojí konstrukcí z opracovaných kulatin, které v rozích přesahují a tvoří tak charakteristický vzhled, viz obr. 19. Moderní sruby často těsní spáry obvodových kulatin, aby vytvořily spojitý obvodový plášť, a lze je doplnit izolací vloženou do drážek v kulatině. Klíčovým prvkem při stavbě srubů je kvalitní spoj kulatin, který zajistí trvalou těsnost a stabilitu. Dnes se sruby vyrábějí jako stavebnice, které se na místě sestavují po předchozím zkušebním sestavení ve výrobě. Pro ochranu dřeva před povětrnostními vlivy je důležité dodržovat principy konstrukční ochrany dřeva a pravidelně provádět údržbu dle doporučení výrobce (Mošner, 2013).



Obrázek 19: Srub

(Srubyodtoma.cz, 2018)

3, Roubenky

Konstrukce dřevěných roubenek, jak je zobrazena na obr. 20, spočívá na pečlivě opracovaných trámech, které plní funkci nosného prvku. Charakteristickým znakem těchto konstrukcí jsou rohové roubení a rybinové spoje. Moderní roubenky jsou dále vylepšeny izolací, která se vsouvá do drážek v trámech, nebo pomocí tmele pro zlepšení tepelné izolace. (Vítězslav, 2009).

Dřevěné roubené domy jsou dnes vyráběny jako stavebnice v továrně a následně sestaveny na základové desce. Tento postup umožňuje dosáhnout lepší tepelné izolace stěn, která splňuje přísné požadavky na tepelnou ochranu budov (Válka, 2009). Kromě toho se využívají konstrukčních úprav, jako jsou velké přesahy střechy, aby se minimalizovalo smáčení obvodového pláště vodou. Pravidelná údržba dřeva je také zásadní pro prodloužení životnosti roubenek.



Obrázek 20: Roubenka

(Chatar-chalupar.cz, 2017)

4, Rámové konstrukce

Tento typ konstrukce se opírá o nosníkovou sestavu a stabilizuje se pomocí pláště. Tyčová konstrukce přenáší svislé zatížení a obvodový plášť zajišťuje stabilitu proti vodorovnému zatížení, jako například větru. Stavba je často vyráběna jako prefabrikované panely, což umožňuje rychlejší a přesnější montáž. Rámové konstrukce se liší od sloupkových

systemů tím, že obsahují více vrstev panelů s různými materiály, což umožňuje řešit tepelně technické požadavky na stavbu lépe. Při projektování je nutné zohlednit rozměry jednotlivých součástí s ohledem na přepravu a montáž (Jack, 2004).



Obrázek 21: Rámová konstrukce během výstavby

(Mezistromy.cz, 2020)

5, Masivní konstrukce

Konstrukční systém dřevostaveb je složen z masivního dřeva, které je skládáno do celé plochy obvodových stěn, vnitřních příček a stropů. Prvním typem takového systému jsou srubové stavby, zatímco druhý typ je složen z prefabrikovaných dílců s plnostěnným dřevěným jádrem. Široká škála tvarových možností a nabídka různých doplňkových materiálů jsou nabízeny oběma případům. Difuzně otevřený systém je společným znakem těchto dřevostaveb (Kolb, 2011).

Tento systém stavby je založen na použití prefabrikovaných dílců s plnostěnným dřevěným jádrem, převážně z řeziva smrku nebo jedle. Tyto dílce jsou předem vyrobeny a na místo stavby dopraveny, kde jsou na připravené základové desce spojeny kovovými spojovacími prostředky do požadovaného tvaru. Následně jsou instalovány vnější zateplovací materiály a probíhají vnitřní práce, jako je instalace stavebně truhlářských prvků, připojení instalací a elektrických rozvodů a opláštění vnitřních vrstev nehořlavými materiály (Hudec, Johanisová, 2013).

Všechny síly v těchto stavbách jsou přenášeny masivním dřevěným materiálem. Pouze výjimky, jako jsou případy soustředěného zatížení, využívají samostatné dřevěné sloupky kotvené ke stěnovým deskám. Velkým problémem při návrhu tohoto systému je heterogenita

dřevěného materiálu, a tedy otázka sesychání a bobtnání dřeva. Volba systému dřevěného masivního jádra panelů je ovlivněna tímto faktorem (Dřevostavitel,2012).

Základními způsoby výroby dřevěných plnostěnných panelů jsou vrstvené řezivo, křížově lepená dřevěná prkna a křížově kolíkované dílce. Další alternativy zahrnují dílce vyráběné z plošně lisovaných konstrukčních nebo OSB desek.



Obrázek 22: Interiér k-ce z masivního dřeva

(Mezistromy.cz, 2018)

3.3.2. Střešní konstrukce

1, Krokevní soustava

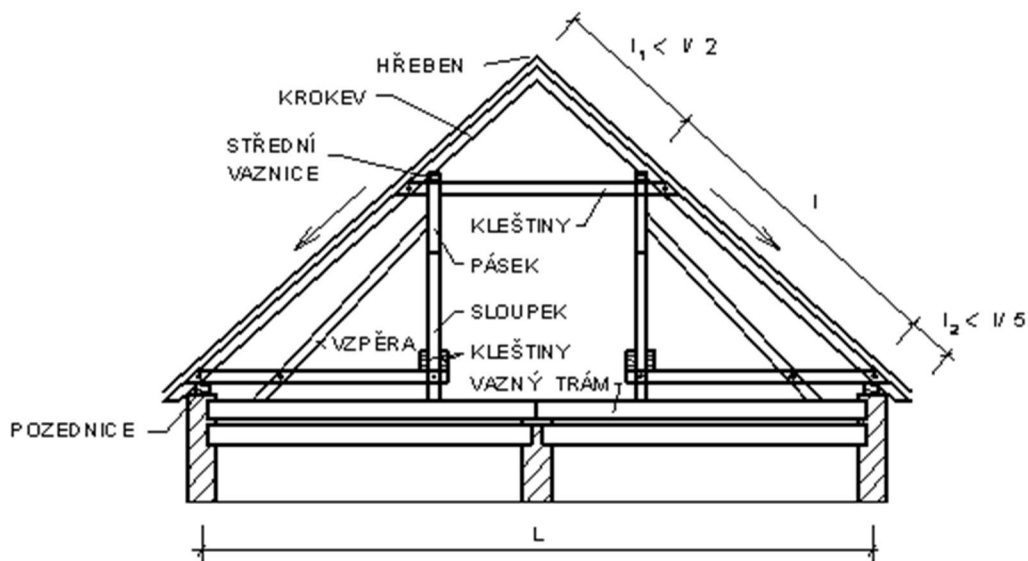
Krokevní soustava je základním prvkem střešní konstrukce, který slouží k přenosu zatížení na stěny a sloupy konstrukce. Tato soustava je tvořena krokevemi, které jsou umístěny kolmo na vazby a jsou propojeny pomocí příčných vazeb. Krokevní soustava se používá nejčastěji u střech s klasickým šikmým sklonem. Základní přehled jednotlivých prvků je zobrazeno na obr. 23.

Na krokeve jako základnímu prvku krokevní soustavy se kladou vysoké nároky na pevnost, stabilitu a odolnost. Krokeve musí být navrženy tak, aby dokázaly unést zátěž krytiny, sněhu, větru a dalších vnějších vlivů. Zároveň musí být dostatečně tuhé, aby nedocházelo ke vzniku trhlin v důsledku pohybu konstrukce (Sobon, 2004).

Dřevěné krokeve jsou nejčastěji používaným typem krokevní soustavy. Jsou relativně lehké, snadno se zpracovávají a mají dobrou pevnost a stabilitu. Dřevěné krokeve se vyrábějí z

různých druhů dřeva, jako jsou smrk, borovice, dub nebo buk. Pro zajištění vysoké odolnosti proti vlhkosti, houbovým a dřevokazným chorobám se dřevěné krokve impregnují nebo natírají. Dříve se používaly i soustavy vaznicové, mezi které řadíme:

- stojatá stolice,
- ležatá stolice,
- vzpěradlo,
- věšadlo,
- ležatá stolice bez vazného trámu.



Obrázek 23: Vaznicová soustava – stojatá stolice

(Fast10.vsb.cz, 2015)

2, Hambalková soustava

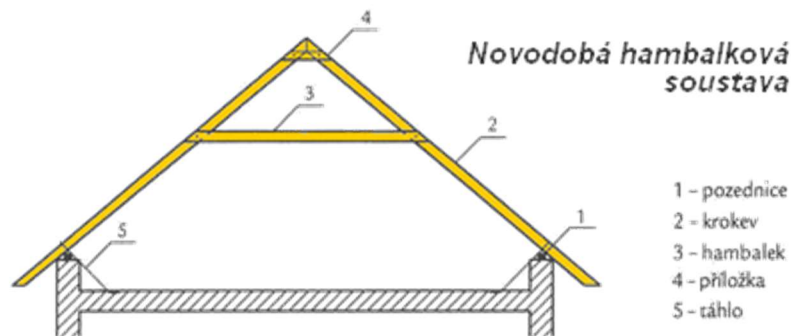
Hambalková soustava je tradiční a široce používaný stavební systém, který využívá dřevo jako stavební materiál. Tento systém spočívá v použití horizontálních prvků (hambalků), které spojují vertikální sloupy a vytvářejí tak nosnou konstrukci budovy.

Hambalky jsou dlouhé dřevěné prvky, které jsou umístěny horizontálně a tvoří spojovací prvek mezi sloupy. Tyto prvky jsou obvykle vyrobeny z borovice, smrku nebo dubu a mají obvykle tvar obdélníku nebo čtverce.

Sloupy jsou vertikální prvky, které nesou zatížení z horní konstrukce a přenášejí je do základů budovy. Tyto prvky jsou obvykle vyrobeny z pevného dřeva, jako je například dub, buk nebo modřín.

Hambalková soustava se často používá pro stavbu tradičních dřevěných domů, stodol a dalších budov. Tento stavební systém je oblíbený díky své jednoduchosti, pevnosti a ekonomičnosti. Hambalková soustava je také velmi flexibilní a umožňuje snadné úpravy a přestavby budovy (Sobon, 2004).

Celkově lze říci, že hambalková soustava je výbornou volbou pro stavbu dřevěných budov a umožňuje vytváření pevných, odolných, estetických konstrukcí s možností dispozičního rozšíření do podkroví, viz obr. 24.



Obrázek 24: Hambalková soustava

(Stavkrov.cz, 2020)

3, Příhradové nosníky

Příhradové nosníky jsou konstrukční prvky, které se používají k podpírání stropů, stěn a dalších částí budov. Tyto nosníky se skládají z horizontálních a vertikálních prvků, které jsou propojeny pomocí spojovacích prvků, které lze vidět na obr. 25. Díky této konstrukci jsou příhradové nosníky velmi pevné a odolné proti namáhání, což umožňuje stavbu vysokých a rozlehlých budov.

Dřevo se často používá jako materiál pro příhradové nosníky. Důvodem je jeho pevnost a snadná dostupnost. Dřevěné příhradové nosníky jsou také lehké a snadno se instalují, což znamená, že jsou ideální pro rychlou stavbu. Při výrobě dřevěných příhradových nosníků je důležité zvolit správnou kvalitu dřeva a dodržovat správné techniky spojování prvků.

Dřevěné příhradové nosníky lze také kombinovat s jinými materiály, jako je ocel nebo beton, aby se zlepšila pevnost a stabilita celé konstrukce. Tento hybridní přístup k výstavbě se často používá v moderní architektuře, kde je kladen důraz na inovativní a udržitelné stavební postupy.



Obrázek 25: Vazníková soustava

(Ceskestavby.cz, 2023)

3.4. Využití modulární přístavby

Využití modulárního systému na stavbě je srovnatelné s pracovními buňkami na velkých stavbách. Kontejner lze využít jako sklad materiálu, náradí nebo jako ubytovací zařízení pro pracovníky. Lze ho usadit na připravené základy a ihned používat. Nevýhodou může být zajištění vhodné příjezdové komunikace na stavbu.

3.5. Statické posuzování dřevostaveb

Pro výpočty a návrhy konstrukcí ze dřeva využíváme metodu konečných prvků (MKP) pomocí 2D nebo 3D modelu. Pomocí tohoto programu se posuzují prvky dřevěných konstrukcí, jako jsou hlavně krokve, vaznice a sloupky. Vlastní tabulkové softwarové programy umožňují navrhovat nejen dřevěné prvky, ale i spoje tesařské i pomocí klasických spojovacích prvků (např. vruty, hřebíky a svorníky).

4. Metodika

Pro vypracování literární rešerše jsme vycházeli ze shromážděných odborných materiálů veřejných publikací se zaměřením na námi zvolenou problematiku. Následně i z dokumentů, internetových odborných článků. Ze zmíněných materiálů byly využívány informace pro vypracování diplomové práce.

Teoretická část

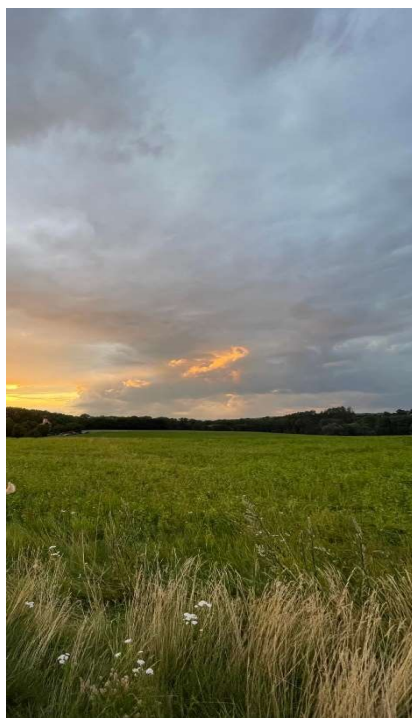
V teoretické části jsme se zaměřili na konkrétní problematiku k jednotlivým částem spojených s návrhem pasivního rodinného domu. Budeme uvažovat, zda jsou námi zvolené postupy a metody ideální. Důležité je zaměřit se na konstrukční detaily a v našem případě je důležité se zaměřit na konstrukci přístavku modulárního typu, kde je velká možnost vzniku tepelných mostů, kondenzace vodních par a tepelných ztrát obálkou budovy. Jedná se o kritickou část námi navrhované budovy.

Výkresová část

V této části se zaměříme na problematiku při návrhu dispozičního řešení rodinného domu. Veškeré návrhy musí splňovat požadavky, normy, hygienické předpisy a regulace dané obcí. Projektová dokumentace RD je provedena v částečném rozměru dle vyhlášky č. 499/2006 Sb. V příložené dokumentaci nalezneme kompletní výkresovou dokumentaci. Konkrétně jde o výkresy jednotlivých podlaží, jednotlivé řezy budovou, základy, pohledy, výkopové práce, vykreslení jednotlivých detailů a skladby konstrukcí. Pro správné vyhodnocení konstrukce vyhotovíme statické posouzení konstrukce.

5. Vlastní řešení návrhu pasivního domu ve Skomelnu

Po seznámení s teoretickou částí se seznámíme se samotným objektem ve Skomelnu. Objekt se nachází v klidné části vesnice a jeho hlavním smyslem je sloužit pro šestičlennou rodinu s celoročním užíváním s možnou dostavbou podkroví pro rozšíření kapacity pro dvanáct osob. Natočení a umístění budovy umožňuje rozsáhlý výhled do krajiny a architektonické začlenění mezi stávající budovy, viz obr. 26.



Obrázek 26: Výhled z pozemku na jižní stranu

Pro možnost vystavení nového RD je nutná demolice stávající stodoly, viz obr. 27, která již statickým řešením a protipožárními požadavky nesplňovala kritéria možné přestavby a bylo rozhodnuto o výstavbě nového objektu. Zachované části stodoly budou použity na nové konstrukce RD, popřípadě na okolní stavby, zejména jde o kůlny, dřevníky, plot a terasu.



Obrázek 27: Pohled na stodolu

5.1. Architektonické řešení objektu

Nejprve bylo nutné zvolit vhodný konstrukční systém dřevostavby pro vhodné začlenění RD do krajiny. Z těchto důvodů byl zvolen systém z I – nosníků s využitím dřevěných materiálů z demolice stodoly na krokevní soustavu, která je tvořena takzvaným hambalkovým systémem. Jedná se pouze o jednopodlažní budovu pro zachování výhledu do krajiny. Pod nosné stěny jsme zvolili systém ze základových pasů z důvodu nízké ceny a jednoduchému vyhotovení. Jednotlivé konstrukční prvky jsou řešeny v kapitole 5.3. Stavební technické řešení objektu.

5.2. Technické řešení objektu

Po zvolení vhodného konstrukčního systému je u pasivního domu nutné zvolit vhodný technický systém, který zajistí úsporu energie. Hlavní zásady při navrhování RD z pohledu technického řešení je vhodné vytápění a chlazení v objektu, větrání uvnitř konstrukce, ohřev vody, získávání obnovitelných zdrojů tepla.

Vytápění v objektu

Hlavním zdrojem tepla v objektu je systém teplovzdušného vytápění. Principem systému je nasávání vzduchu z určitých místností, které zajišťují cirkulaci teplého vzduchu do jednotlivých místností. Nasávání se nachází na chodbě mezi pokoji, do kterého se následně vzduch dostává díky netěsnosti u dveří. Řízeně integrované větrání funguje z důvodu nasávání čerstvého vzduchu z exteriéru do rekuperační jednotky, ze které se přesouvá do zemního

kolektoru, kde je nejprve nutné vzduch přehřát a následně se přesouvá k teplovzdušnému agregátu.

Chlazení objektu

Chlazení v objektu je docíleno podle obecně základních požadavků na chlazení, jako jsou vhodná orientace objektu vůči světovým stranám, zajištění zeleně okolo stavby, vhodná velikost oken, stínění otvorů a hlavní zásada o akumulaci tepelné energie uvnitř konstrukce. Zejména eliminovat velké zvyšování teplot v letních měsících.

Větrání uvnitř konstrukce

Výměna vzduchu je zajištěna řízeným větráním, nikoli volným větráním netěsnostmi a otevíráním oken. V pasivním domě je zajištěno větrání pomocí výměníku tepla, který je chráněn proti mrazu z přiváděného vzduchu. Větrání společně s řízeným chlazením v objektu poskytuje v místnostech příjemné klima zejména v letních dnech. Větrání nelze brát pouze z pohledu získání energie, ale i pro zajištění příjemného prostředí uvnitř konstrukce.

Ohřev vody

V letních měsících je ohřev vody zajištěn pomocí zisků energie ze solárních panelů, avšak tento zdroj energie není stabilní a nelze s ním počítat celoročně. Při nevhodném podnebí a zimních měsících je zajištěn ohřev elektrickou energií, takzvanou bivalentní soustavou.

Obnovitelné zdroje tepla

Jak již bylo zmíněné, na střešní konstrukci RD jsou umístěny solární panely, které zajišťují získávání energie ze slunečných paprsků. Solární panely jsou na orientovány na jižní stranu pro maximální zisk energie, který je následně uchován v kolektoru.

5.3. Stavebně technické řešení objektu

V následujících kapitolách je rozebrána problematika konkrétních konstrukcí použitých na rodinném domě ve Skomelnu.

5.3.1. Svislá konstrukce

V jednotlivých bodech rozebereme jednotlivé vrstvy v obvodové konstrukci. Ostatní stavební konstrukce, které nejsou zmíněné, nalezneme v příloze A. Nejpodstatnější svislou konstrukcí je obvodový plášť, viz. tab. 1. Jednotlivé vrstvy jsou následně rozebrány v jednotlivých bodech.

Tabulka 1: Skladba obvodové konstrukce

Skladba 1 - svislé obvodové konstrukce		
Číslování	Druh výrobku a materiál	tloušťka (mm)
Interiér		
1	Malířská barva Jupol Classic	1
2	Záklop předstěny z SDK Rigips RB	13
3	Předstěna	Minerální tep. izolace Isover EVO
4		Rošt z latí 60 x 40 mm
5	Difúzní folie – Jutafol N 220 Special	1
6	Nosná konstrukce	Minerální tep. izolace Isover EVO
7		Dřevěný I-nosníky
8	Záklop nosné konstrukce z Fermacell	15
11	Venkovní fasádní barva – Cemix AZ - Akrylátová zatíraná béžová	7
Exteriér		
Celková tloušťka		377

A, Vnější omítka

Jako venkovní vrstvu jsme zvolili omítku akrylátovou zatíranou. Jedná se o paropropustnou omítku, vhodnou do naší skladby, která vzniká v důsledku použití pojiva draselného vodního skla. Disponuje vysokou odolností proti plísním a mechům, které ochrání dřevo ve skladbě proti vnějším činitelům a není potřeba přidávat další algicidní látky, které postupem času vymizí.

B, Fermacell

Jedná se o materiál s vysokou odolností, protipožárními a izolačními vlastnosti. Odolává výborně větru, což se projeví nejen ve finální skladbě, ale i během montáže. Lehce dostupný a přírodně nezávadný materiál. Během montáže usnadní práci díky lehčí hmotnosti.

C, I profil a tepelná izolace

Nosnou svislou konstrukci jsme zvolili dřevěné I-profilů o velikosti 280 x 50 mm, neboť tato velikost zaručuje dle výpočtu tepla a statiky ideální kombinaci pro naši konstrukci. Předností systému je eliminace tepelných mostů, neboť tepelná izolace lze vložit i mezi pásnice nosníků.

Samotnou izolaci jsme zvolili Isover Evo. Jedná se o velice kvalitní a často používanou minerální izolaci. Je vhodná do dřevostavby, neboť má vysoký bod tání a odolnost proti ohni. Nevýhodou je slabší odolnost proti vlhkosti. Významnou předností minerálních tepelných izolací je i nízký difúzní odpor, a tím vysoká paropropustnost, dům může dýchat, což konkrétně znamená, že se zejména případná zkondenzovaná vlhkost v obvodové zdi může odpařovat ven. Součinitel tepelné vodivosti tohoto materiálu je od 0,035 W/(m.K).

I nosníky jsme zvolili, neboť mají oproti ostatním systémům výhody:

- Vysoká pevnost a stabilita: I nosníky jsou navrženy tak, aby měly vysokou pevnost a stabilitu, což znamená, že jsou schopny unést vysoké zatížení v poměru ke svému průměru,
- snadná montáž: I nosníky lze snadno spojovat a montovat dohromady, což nám zjednodušuje proces stavby,
- hmotnost: jsou lehčí než jiné stavební materiály, což nám usnadňuje manipulaci,
- zateplení: I nosníky mají prázdný prostor uvnitř, který lze snadno zaplnit izolačním materiálem, díky tomu jsme vytvořili efektivní zateplení,
- flexibilita: I nosníky můžeme snadno upravovat a měnit podle potřeby. To nám umožňuje jednodušeji přizpůsobovat stěny dle potřeb a následné změny v plánech,
- ekologické: Dřevo jako obnovitelný zdroj, a I nosníky z něj vyrobené jsou ekologické a šetrné k životnímu prostředí.

D, Parozábrana

Jako parozábranu jsme zvolili Jutafol N 220 Special. Jedná se o dražší folii s cenou 55 Kč za 1 m². Kombinuje výborně parozábranické vlastnosti, životnost a pevnost. Ve velké míře eliminuje prostupy tepla.

E, Předstěna z latí a tepelné izolace

Předstěna je vytvořena pomocí latí z rostlého dřeva smrku. Jedná se nenosnou konstrukci, a tudíž je zde faktorem cena a není potřeba používat dražší typy řeziva. Mezi latě se po vyhotovení vloží totožná minerální izolace jako mezi nosníky.

G, Sádroláknitá deska Rigips

Velice rychlá montáž s následným tmelením a broušením umožňuje aplikaci malby po penetraci přímo na desku. Výhodou je tepelná a zvuková izolace, pevnost, protipožární odolnost a životnost. Při aktuálních cenách na trhu se jedná o dražší materiál. Nutnost rozdělovat druhy SDK desek podle barev (různé vlastnosti daných barev), dle následného použití v dané místnosti.

H, Vnitřní malba

Zvolili jsme bílou barvu Jupol classic. Dobře roztíratelný, vysoká trvajících bělost a dlouhá životnost.

V následujících tabulkách jsou znázorněny další skladby svislých konstrukcí, jak interiérových, tak obvodových stěn objektu, nachází se zde pět různých svislých skladeb:

Tabulka 2: Svislá konstrukce stěny u soklu

Skladba 2 - svislé obvodové konstrukce u soklu		
Číslování	Druh výrobku a materiál	tloušťka (mm)
Interiér		
1	Malířská barva Jupol Classic	1
2	Záklop předstěny z SDK Rigips RB	13
3	Předstěna	Minerální tep. izolace Isover EVO
4		Rošt z latí 60 x 40 mm
5	Difúzní folie - Jutafol N 220 Special	
6	Nosná konstrukce	Minerální tep. izolace Isover EVO
7		Dřevěný I-nosníky
8	Extrudovaný polystyrén Austro VAFL	
11	Venkovní fasádní barva - Cemix AZ - Akrylátová zatíraná šedá	
Exteriér		
Celková tloušťka		362

Tabulka 3: Interiérová svislá konstrukce v kuchyni

Skladba 3 - svislá interiérová konstrukce		
Číslování	Druh výrobku a materiál	tloušťka (mm)
1	Malířská barva Jupol Classic	1
2	Záklop předstěny z SDK Rigips RB	12,5
6	Nosná konstrukce	Minerální tep. izolace Isover EVO
7		Nosný hranol se smrkového dřeva
8	Záklop předstěny z SDK Rigips RB	12,5
11	Malířská barva Jupol Classic	1
Celková tloušťka		152

Tabulka 4: Interiérová svislá nosná konstrukce stropu

Skladba 4 - svislá interiérová konstrukce		
Číslování	Druh výrobku a materiál	tloušťka (mm)
1	Malířská barva Jupol Classic	1
2	Záklop předstěny z SDK Rigips RB	12,5
6	Nosná konstrukce	Minerální tep. izolace Isover EVO
7		Nosný hranol se smrkového dřeva
8	Záklop předstěny z SDK Rigips RB	12,5
11	Malířská barva Jupol Classic	1
Celková tloušťka		192

Tabulka 5: Interiérová svislá konstrukce mezi pokoji

Skladba 5 - svislá interiérová konstrukce		
Číslování	Druh výrobku a materiál	tloušťka (mm)
1	Malířská barva Jupol Classic	1
2	Záklop předstěny z SDK Rigips RB	12,5
6	Nosná konstrukce	Minerální tep. izolace Isover EVO
7		Nosný hranol se smrkového dřeva
8	Záklop předstěny z SDK Rigips RB	12,5
11	Malířská barva Jupol Classic	1
Celková tloušťka		127

Tabulka 6: Interiérová svislá stěna u koupelen

Skladba 6 - svislá interiérová konstrukce		
Číslování	Druh výrobku a materiál	tloušťka (mm)
1	Malířská barva Jupol Classic	1
2	Záklop předstěny z SDK Rigips RB	12,5
6	Nosná konstrukce	Minerální tep. izolace Isover EVO
7		Nosný hranol se smrkového dřeva
		100
8	Záklop předstěny z SDK Rigips RB	12,5
11	Obklad Rako Spectra slonová kost 300x400 mm	10
Celková tloušťka		136

Tabulka 7: Interiérová svislá konstrukce v chodbě

Skladba 7 - svislá interiérová konstrukce		
Číslování	Druh výrobku a materiál	tloušťka (mm)
1	Malířská barva Jupol Classic	1
2	Záklop předstěny z SDK Rigips RB	12,5
6	Nosná konstrukce	Minerální tep. izolace Isover EVO
7		Nosný hranol se smrkového dřeva
		100
8	Záklop předstěny z SDK Rigips RB	12,5
11	Plechová stěna kontejneru	43
Celková tloušťka		169

5.3.2. Základy

Ve vybrání daných základů měla hlavní roli dostupnost firem na českém trhu a jednoduchost, proto jsme zvolili variantu základových pásů se železobetonovou deskou. Vzhledem k váze konstrukce, která není oproti zděným stavbám těžká, postačí druh betonu C16/20.

Základové pásy jsou navrženy do nezámrazné hloubky a jejich odolnost je při správném provedení delší než samotná životnost stavby. Konstrukce se používá několik let a není problém sehnat kvalitní firmu.

5.3.3. Vodorovné konstrukce

Na konstrukci stropu jsme zvolili trámky o velikosti 160x80 mm. Dřevo pro výstavbu stropu použijeme z bourané stodoly a na místní pile se nařeže na danou délku a velikost. Dřevo je v dobrém stavu a bude ošetřeno Bochemit přípravkem. Kvalita každého prvku bude kontrolována individuálně. Prostory mezi trámky vyplníme tepelnou izolací Isover AKU. Vodorovná konstrukce podlahy v 1.NP je vypočítána pro zajištění tepelné odolnosti podle tab. 8. a 9.

Tabulka 8: Skladba podlahové konstrukce

S8 – skladba podlahové konstrukce		
Číslování	Druh výrobku a materiál	tloušťka (mm)
Interiér		
1	Keramická dlažba - Industrial Steel 600x600 mm	16
2	Cemix 115 - Lepidlo speciální	9
3	Beton hutný 1	40
4	Folie PVC	1
5	Rigips EPS 200 S Stabil	200
6	Lepenka – A 400 H	1
7	Beton hutný 1	150
Exteriér		
Celková tloušťka		417

Tabulka 9: Skladba podlahové konstrukce

S9 – skladba podlahové konstrukce		
Číslování	Druh výrobku a materiál	tloušťka (mm)
Interiér		
1	Plovoucí podlaha - Bukoma	5
2	Roznášecí vrstva Knauf Brio se separační podložkou	20
3	Beton hutný 1	40
4	Folie PVC	1
5	Rigips EPS 200 S Stabil	200
6	Lepenka - A 400 H	1
7	Beton hutný 1	150
Exteriér		
Celková tloušťka		417

5.3.4. Střešní konstrukce

Hambalková konstrukce je ideální variantou pro náš objekt, jedná se o tradiční typ střechy, který se skládá z hambalků, které jsou umístěny vodorovně na krokách. Jedná se o pevnou a stabilní konstrukci, což zajišťuje dlouhou životnost a snižuje náklady na údržbu. Při uvažování možného rozšíření RD do druhého podlaží je ideální, neboť lze snadno upravovat a měnit střechu podle potřeby, což umožňuje vytvořit různé tvary a designy.

Vhodný sklon střechy pro začlenění mezi okolní budovy je nezbytný z důvodu estetického vzhledu a způsob hambalků umožňuje jednoduché zateplení a větrání v kombinaci s uložením tašky Bramac a danou skladbou střešní krytiny, viz. tab.10. Hambalková střecha nám také poskytuje dostatečný prostor pro skladování a instalaci solárních panelů nebo jiných zařízení pro využití obnovitelných zdrojů energie.

Tabulka 10: Skladba střešní konstrukce

S10 – skladba střešní konstrukce		
Číslování	Druh výrobku a materiál	tloušťka (mm)
Exteriér		
1	Střešní krytina bramac	25
2	Latě 40 x 60 mm rostlé dřevo	40
3	Kontralatě 60 x 40 mm rostlé dřevo	60
4	Hydroizolační vrstva – Fatrafol 808	15
5	Dřevovláknitá deska Steico Therm Dry	240
6	Krokev + foukaná izolace Knauf Insulation	160
7	Minerální tepelná izolace a rošt z latí 40 x 60 mm	40
8	Parozábrana Jutafol N 140 special	1
9	Záklop střešní konstrukce z SDK Rigips RB	13
Interiér		
Celková tloušťka		594

6. Diskuse

V diplomové práci jsme se zaměřili na návrh rodinného domu, v této části si upřesníme, z jakých důvodů jsme daný systém a materiály vybrali. Svislé konstrukce jsme navrhli z I nosníků, které nám zajišťují tepelnou stabilitu konstrukce, vysokou únosnost a úsporu materiálu. Při zvolení jiného svislého systému nedocházelo k prolínání všech zmíněných výhod, například u roubenky by docházelo k větším nákladům na materiál a u sloupkových systému k větším tepelným mostům. Při použití I nosníku je snadnější dosáhnout normových hodnot pro splnění pasivního domu. Pro samotnou montáž na staveništi je důležitá také hmotnost stavebních systémů. Samotné I profily patří k nejlehčím konstrukcím a umožňují tak snadnou montáž.

Zakládání dřevostavby na základových pasech je nejčastější způsob provedení. Materiálově je nákladnější než například zakládání na pilířích, ale samotné provedení je jednodušší. Zároveň je pozemek rovinatý a není důvod terén dorovnávat, a tudíž ani pilíře nejsou potřebné. Tuhý základový pas zajišťuje následné sedání základové konstrukce.

Vzhledem k možné budoucí výstavbě podkroví, je varianta hambalkového krovu s podpěrou sloupů vhodnou variantou. Sloupy podpírají konstrukci a zároveň by tvořily designovou část při dostavbě. Vazníky a klasické krovy by neumožňovaly možnou dispoziční flexibilitu. Na výstavbu hambalku je vhodné využít stávající trámy z bourané stodoly, které je nutné tesařsky opracovat.

7. Závěr

Samotný architektonický návrh vycházel z okolního prostředí rodinného domu, který nedovoloval možnou variantu typů moderních CLT dřevostaveb, využití BSH profilů, ani samotnou výstavbu z kontejneru. Důraz byl kladen zejména na sklon střechy 45° a možnou dostavbu podkrovní na obytné pokoje. V projektové části bylo podstatné dodržovat normy pro navrhování staveb a výpočet statické části pro zajištění bezpečnosti při užívání. Při návrhu dřevostavby byla snaha ušetřit na ceně realizace, ale zároveň zajistit komfort při užívání rodinného domu.

Používání I profilů nepatří k nejobvyklejším systémům, ale k jedněm s největším potenciálem. V kombinaci s kontejnerovou přístavbou se jedná o možnou variantu, která se v budoucnu dostane na první příčky nejpoužívanějších konstrukčních systémů.

8. Seznam použité literatury

Odborné publikace

1. ANDERSON, L.O. a MITCHELL, Jr., Wiley C. Wood-Frame House Construction. 1st ed. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, 2006. ISBN 978-0160723949.
2. BARTŮNĚK, J., KELBLOVÁ, H. Obchodování se dřívím. Písek: Matice lesnická spol. s r.o., 167 s, 1999. ISBN 80-86271-01-3.
3. BOHUŠOVÁ, L., ŠMÍDL, V. Stavby z dřeva: Výběr, projektování, výroba, montáž. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-746-7012-9.
4. BOLLINGER, Klaus a GROHMANN, Manfred. Konstrukce budov: Sloupkové systémy. Basel: Birkhäuser, 2012. ISBN 978-3034606816.
5. BORÁK, Dalibor, ŠAUER Martin a BORÁKOVÁ Helena. A1 – Úvod do problematiky modernizace a rekonstrukce z pohledu trvale udržitelné výstavby. Brno: Národní stavební centrum, 2014. ISBN 978-80-87665-39-8.
6. COTTERELL, Janet a DADEBY, Adam. Passivhaus - A Practical Guide to Creating a Low Energy Building. 1. vyd. London: Routledge, 2012. ISBN 978-1849712401.
7. DAVIS, Howard. The Balloon Frame: America's First New Construction Type in Fifty Years. 1st ed. Chicago: University of Chicago Press, 1979. ISBN 978-0226132461.
8. HUDEC, Mojmir, JOHANISOVÁ Blanka a MANSBART Tomáš . Pasivní domy z přírodních materiálů. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4243-4.
9. HUDEC, Mojmir. Pasivní rodinný dům: proč a jak stavět. Praha: Grada, 2008. Profi & hobby. ISBN 978-80-247-2555-0.

10. HUMM, O. Energy-efficient windows. London: Spon Press, 1999. ISBN 978-0419228002.
11. JIROUŠ-RAJKOVIČ, V. a JIROUŠ, P. Influence of wood-based composite materials on the environment. Procedia Engineering. 2017, 171, 1056-1063. ISSN 1877-7058.
12. KOLB, Josef. Dřevostavby: systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště. 2., aktualiz. vyd. v České republice. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-4071-3.
13. MOŠNER, František. Sruby: konstrukce a technologie. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2013. ISBN 978-80-247-4366-8.
14. NAGY, Eugen. Nízkoenergetický a energeticky pasivní dům. Bratislava: Jaga group, 2009. Home. ISBN 978-80-8076-077-9.
15. NAGY, Eugen. Nízkoenergetický ekologický dům. Bratislava: Jaga group, 2002. ISBN 80-88905-74-5.
16. RŮŽIČKA, Martin. Moderní dřevostavba. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-3298-5.
17. RYCHTÁŘ, J. a kolektiv. Technický průvodce Pasivní dům. Praha: Grada, 2017. ISBN 978-80-247-5892-3.
18. SOBON, Jack A. Timber Frame Construction: All About Post-and-Beam Building. 1st ed. North Adams, MA: Storey Publishing, 2004. ISBN 978-1580175343.
19. ŠILHÁNEK, Jiří. Dřevostavby – konstrukce, technologie, materiály. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2017. ISBN 978-80-246-3739-6.
20. ŠUBRT, Roman. Tepelné mosty: pro nízkoenergetické a pasivní domy: 85 prověřených a spočítaných stavebních detailů. Praha: Grada, 2011. Stavitel. ISBN 9788024740591.

21. TYWONIAK, Jan. Nízkoenergetické domy: principy a příklady. Praha: Grada, 2005. Stavitel. ISBN 80-247-1101-X.
22. TYWONIAK, Jan. Nízkoenergetické domy 2: principy a příklady. Praha: Grada, 2008. Stavitel. ISBN 978-80-247-2061-6.
23. VACH, M., GAŠPAŘÍK, M. Properties and use of wood-based materials in the construction industry. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 2019.
24. VÁLKA, Vítězslav. Roubenky a roubené stavby. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2009. ISBN 978-80-247-2749-0.

Internetové zdroje

1. BRE group. Passivhaus designer's guide [online], 2021. [cit. 14.3.2023]. Dostupné z: http://www.passivhaus.org.uk/filelibrary/Primers/KN4430_Passivhaus_Designers_Guide_WEB.pdf
2. Dřevostavby. Základy dřevostavby – jaké možnosti máte a jaké zvolit? [online], 2019. [cit. 3.1.2023]. Dostupné z: <https://www.drevoastavby.cz/vse-o-drevostavbach/jak-na-drevostavbu/radime/4804-zaklady-drevostavby-n-jake-moznosti-mate-a-jake-zvolit>.
3. Dřevostavitel. Balloon frame [online], 2022. [cit. 7.12.2022]. Dostupné z: <https://www.drevostavitel.cz/clanek/balloon-frame>
4. Dřevostavitel. Masivní konstrukce [online], 2012. [cit. 7.12.2022]. Dostupné z: <https://www.drevostavitel.cz/clanek/masivni-drevene-stavby>.
5. Geniální dům. Vzduchotěsnost [online], 2021. [cit. 11.11.2022]. Dostupné z: <https://www.genialnidum.cz/co-je/vzduchotesnost/>
6. KUBŮ, Ladislav a VALA Petr. Výběr dřevostavby podle technologie její výroby a montáže. *Stavebnictví* [online], 2009. [cit. 19.2.2023]. Dostupné z: https://www.casopisstavebnictvi.cz/vyber-drevostavby-podle-technologie-jeji-vyroby-a-montaze_N2065

7. Mezistromy. Typy a rozdělení dřevostaveb [online], 2018. [cit. 12.3.2023]. Dostupné z: <https://www.mezistromy.cz/drevostavby/-typy-a-rozdeleni-drevostaveb/odborny>.
8. Novatop System. CLT panely jako základ stavebního systému Novatop: jaké má výhody? [online], 2020. [cit. 12.2.2023]. Dostupné z: <https://novatop-system.cz/clt-panely-jako-zaklad-stavebniho-systemu-novatop-jake-ma-vyhody/>
9. Pasidum. Princip rekuperace [online], 2022. [cit. 11.9.2022]. Dostupné z: <https://www.pasidum.cz/princip-rekuperace.html>
10. Pasivní domy s.r.o. Infolist: Zdroje energie pro pasivní domy [online], 2019. [cit. 12.7.2022]. Dostupné z: <https://www.pasivnidomy.cz/infolist-19-06-zdroje-energie-pro-pasivni-domy/f8157>.
11. Schock Isokorb. THERMAL BRIDGING GUIDE [online], 2014. [cit. 16.1.2023]. Dostupné z :http://www.schoeck.co.uk/upload/files/download/Thermal_Bridging_Guide_Schoeck_Isokorb_%5B5993%5D.pdf
12. Stavba-Profi. Roubené stavby: historie, typy staveb, povrchová úprava, rekonstrukce [online], 2021. [cit. 12.2.2023]. Dostupné z: <https://www.stavba-profi.cz/2021/05/25/roubene-stavby-historie-typy-staveb-povrchova-uprava-rekonstrukce/>.
13. Tzb-info.cz. Výplně otvorů [online], 2022. [cit. 11.11.2022]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/okna-dvere/276-otvorove-vyplne-jako-soucast-stavebniho-dila-navrh>
14. VELUX. Energy and Indoor Climate Solutions for Sustainable Living [online], 2021. [cit. 2.1.2023]. Dostupné z: <https://www.velux.com/sustainable-living/energy-and-indoor-climate-solutions-for-sustainable-living>

Legislativní zdroje

1. ČSN 73 4301: Obytné budovy (2004)
2. ČSN 73 4301: Obytné budovy – změna Z1 (2005)
3. ČSN 73 4130: Schodiště a šikmé rampy – Základní požadavky (2010)
4. ČSN 73 0540: Tepelná ochrana budov (2011)
5. ČSN 73 0540 – 1: Tepelná ochrana budov – Část 1: Terminologie, 2005.
6. ČSN 73 0540 – 2: Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky, 2011. (Dále změna Z1)
7. ČSN 73 0540 – 3: Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin, 2005.
8. ČSN 73 0540 – 4: Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody, 2005.

Ostatní zdroje

1. AUTODESK. Autodesk Education – Bezplatný software pro studenty a učitele. [online], [cit. 4.2.2023]. Dostupné z: <https://www.autodesk.com/education/students>.
2. AZSTAVBA.CZ. IPA 400 H-PE S40 role 10m2. [online], [cit. 11.9.2022]. Dostupné z: <http://www.azstavba.cz/izolace-proti-vode-asfaltove-pasy/803-ipa-400-h-pe-s40-role-10m2>.
3. BUKOMA. Vinyle plovoucí podlahy. [online], [cit. 10.3.2023]. Dostupné z: <https://www.bukoma.cz/vinylove-plovouci-podlahy>.
4. CEMIX. 2000 Facade System. [online], [cit. 5.2.2023]. Dostupné z: <https://www.cemix.cz/produkty/2000-facade-system>.
5. ČESKÝ TESAŘ. Steico Therm Dry. [online], [cit. 15.12.2022]. Dostupné z: <https://www.ceskytesar.cz/steico-therm-dry>.

6. DLUBAL SOFTWARE. Dřevěné konstrukce. [online], [cit. 14.8.2022]. Dostupné z: <https://www.dlubal.com/cs/produkty/samostatne-programy/drevene-konstrukce>.
7. FATRAFOL. Izolace střechy. [online], [cit. 11.9.2022]. Dostupné z: <https://www.fatrafol.cz/produkty/izolace-strechy/>.
8. FERMACELL. Dřevostavby. [online], [cit. 17.2.2023]. Dostupné z: <https://www.fermacell.cz/cz/drevostavby> JUB CZ. Jupol Classic. [online]. [citováno 2023-03-31]. Dostupné z: <https://www.jub.cz/malirske-barvy-dekorativa/malirske-barvy/jupol-classic>.
9. JUTA-STRECHY-STĚNY.CZ. Jutafol N. [online], [cit. 7.2.2023]. Dostupné z: <https://www.juta-strechy-steny.cz/produkty/jutafol-n>.
10. KATEDRA POZEMNÍCH STAVEB FAKULTY STAVEBNÍ ČVUT. Ing. arch. Michal Kohout, Ph.D. [online], [cit. 11.12.2022]. Dostupné z: <https://kps.fsv.cvut.cz/index.php?lmut=cz&part=people&id=52&sub=369>.
11. KNAUF INSULATION. Produkty. [online], [cit. 11.11.2022]. Dostupné z: <https://www.knaufinsulation.cz/produkty>.
12. KRYTINY-STRECHY.CZ. Bramac. [online], [cit. 14.12.2022]. Dostupné z: <https://www.krytiny-strechy.cz/katalog/betonove-tasky/>.
13. KRYTINY-STRECHY.CZ. Bramac. [online], [cit. 5.3.2023]. Dostupné z: <https://www.krytiny-strechy.cz/katalog/betonove-tasky/>.
14. KRYTINY-STRECHY.CZ. Bramac. [online], [cit. 1.4.2023]. Dostupné z: <https://www.krytiny-strechy.cz/katalog/betonove-tasky/>.
15. KUKLÍK, Petr a Anna KUKLÍKOVÁ. Navrhování dřevěných konstrukcí: příručka k ČSN EN 1995-1, 2010. Praha: Pro Ministerstvo pro místní rozvoj a Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydalo informační centrum ČKAIT, 2010. ISBN 978-80-87093-88-7.

16. NEJ-IZOLACE.CZ. Isover Evo 200mm. [online], [cit. 1.12.2022]. Dostupné z: <https://www.nej-izolace.cz/isover-evo-200mm/>.
17. PERFECTO.CZ. Dlažba Industrial Steel 600x600 mat. [online], [cit. 19.8.2022]. Dostupné z: <https://www.perfecto.cz/dlazba-industrial-steel-600x600-mat>.
18. RAKO. [online], [cit. 11.9.2022]. Dostupné z: <https://www.rako.cz/>.
19. RIGIPS. Desky a podlahové dílce. [online], [cit. 1.2.2023]. Dostupné z: <https://www.rigips.cz/produkty/kategorie/desky-a-podlahove-dilce/>.

Seznam obrázků

Obrázek 1: Porovnání pasivních domů vůči ostatním stavbám	15
Obrázek 2: Řezivo	18
Obrázek 3: Přehled konstrukčních desek	19
Obrázek 4: Stavba z CLT panelů	20
Obrázek 5: Pohled na BSH hranol	21
Obrázek 6: Difúzně uzavřená stěna.....	23
Obrázek 7: Difúzně otevřená stěna	24
Obrázek 8: Desatero pasivních domů.....	26
Obrázek 9: Vliv lokálních podmínek na dům	27
Obrázek 10: Orientace místností podle světových stran	27
Obrázek 11: Prosvícení oknem na jižní fasádě ročního období.....	28
Obrázek 12: Vliv tvaru objektu na potřebu tepla na vytápění.....	29
Obrázek 13: Napojení vodorovné k-ce na svislou při použití izolace tl. 150 mm	33
Obrázek 14: Napojení vodorovné k-ce na svislou bez použití izolace	33
Obrázek 15: Zakládání domu na betonové pasy	37
Obrázek 16: Založení stavby na pilířích.....	38
Obrázek 17: Založení stavby na pěnovém skle	39
Obrázek 18: Porovnání stavění metodou balloon frame a platform frame	41
Obrázek 19: Srub.....	42
Obrázek 20: Roubenka	43
Obrázek 21: Rámová konstrukce během výstavby	44
Obrázek 22: Interiér k-ce z masivního dřeva	45
Obrázek 23: Vaznicová soustava – stojaté stolice	46
Obrázek 24: Hambalková soustava	47
Obrázek 25: Vazníková soustava	48
Obrázek 26: Výhled z pozemku na jižní stranu	50
Obrázek 27: Pohled na stodolu.....	51

Seznam tabulek

Tabulka 1: Skladba obvodové konstrukce	53
Tabulka 2: Svislá konstrukce stěny u soklu	55
Tabulka 3: Interiérová svislá konstrukce v kuchyni.....	56
Tabulka 4: Interiérová svislá nosná konstrukce stropu	56
Tabulka 5: Interiérová svislá konstrukce mezi pokoji	56
Tabulka 6: Interiérová svislá stěna u koupelen	57
Tabulka 7: Interiérová svislá konstrukce v chodbě	57
Tabulka 8: Skladba podlahové konstrukce.....	58
Tabulka 9: Skladba podlahové konstrukce.....	59
Tabulka 10: Skladba střešní konstrukce.....	60

9. Seznam příloh

A – Výkresová dokumentace

B – Výstupy z programu Teplo 2017

C – Statické posouzení

D – Výstup z programu Kros 4

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra zpracování dřeva a biomateriálů



**Fakulta lesnická
a dřevařská**

Pasivní dům s přístavbou modulárního typu

Příloha A – Výkresová dokumentace

Autor: Bc. Jindřich Grafek

Vedoucí práce: doc. Ing. Roman Fojtík, Ph.D.

2023

Seznam výkresů

- B.1. Souhrnná technická zpráva
- C.1. Koordinační situační výkres
- D.1. Základy
- D.2. Půdorys 1.NP
- D.3. Půdorys 2.NP
- D.4. Řez C – C'
- D.5. Půdorys krovu
- D.6. Řez krovem D – D'
- D.7. Řez krovem E -E'
- D.8. Pohled na střechu
- D.9. Pohled severní
- D.10. Pohled jižní
- D.11. Pohled východní
- D.12. Pohled západní
- D.13. Detail napojení základového prahu
- D.14. Detail řezu napojení prahu
- D.15. Detail nároží

B **SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA..... 2**

B.1.	POPIS ÚZEMÍ STAVBY	2
B.2.	CELKOVÝ POPIS STAVBY	3
B.2.1.	ÚČEL UŽÍVÁNÍ STAVBY, ZÁKL.KAPACITY FUNK.JEDNOTEK	3
B.2.2.	CELKOVÉ URBANISTICKÉ A ARCHITEKTONICKÉ ŘEŠENÍ	3
B.2.3.	BEZBARIÉROVÉ UŽÍVÁNÍ STAVBY	3
B.2.4.	BEZPEČNOST PŘI UŽÍVÁNÍ STAVBY	4
B.2.5.	ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA OBJEKTŮ	5
B.2.6.	ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA TECHNICKÝCH A TECHNOL. ZAŘÍZENÍ	9
B.2.7.	POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍ ŘEŠENÍ	10
B.2.8.	ZÁSADY HOSPODAŘENÍ S ENERGIEMI	11
B.2.9.	HYGIENICKÉ POŽADAVKY NA STAVBY, POŽADAVKY NA PRACOVNÍ A KOMUNÁLNÍ PROSTŘEDÍ	11
B.2.10.	OCHRANA STAVBY PŘED NEGATIVNÍMI ÚČINKY VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ	11
B.3.	PŘIPOJENÍ NA TECHNICKOU INFRASTRUKTURU	12
B.4.	DOPRAVNÍ ŘEŠENÍ	12
B.5.	ŘEŠENÍ VEGETACE A SOUVISEJÍCÍCH TERÉNÍCH ÚPRAV	12
B.6.	POPIS VLVŮ NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ A JEHO OCHRANA	13
B.7.	OCHRANA OBYVATELSTVA	13
B.8.	ZÁSADY ORGANIZACE VÝSTAVBY	14

B SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA

B.1. POPIS ÚZEMÍ STAVBY

a/ charakteristika stavebního pozemku

Stavební úpravy budou probíhat převážně v ploše stávajícího rodinného domu.

b/ výčet a závěry provedených průzkumů a rozborů (hydro-geologie, stavebně-histor. Atd)

Pro jednoduchost navržených úprav není potřeba speciálních průzkumů.

c/ stávající ochranná a bezpečnostní pásma

Objekt je stávající mimo ochranných pásem.

d/ poloha vzhledem k záplavovému území, poddolovanému území atd.

Objekt je stávající mimo záplavová a poddolovaná území.

e/ vliv stavby na okolní stavby a pozemky, ochrana okolí, vliv na odtokové poměry v území

Objekt je dokončen a navržené úpravy nemají vliv na okolní stavby, pozemky, odtokové poměry v okolí atd.

f/ požadavky na sanace, demolice, kácení dřevin

Nejsou žádné požadavky na sanace, dojde k demolici stávající stodoly, kácení dřevin.

g/ požadavky na maximální zábory zeměd. půdního fondu nebo lesní pozemky

Objekt je dokončen a navržené úpravy nemají vliv na zábory zeměd. a lesních pozemků.

h/ územně technické podmínky (zejména možnost napojení na stávaj.dopr.a tech.infrast.)

Objekt je dokončen a připojen na dopravní a technickou infrastrukturu.

i/ věcné a časové vazby stavby, podmiňující, vyvolané, související investice.

Stavební úpravy nevyvolají žádné související podmíněné či vyvolané investice, pouze kromě bouracích prací na stodole.

B.2. CELKOVÝ POPIS STAVBY

Stavební objekt je navržen pro účely bydlení a možností rozšíření pro rekreaci. Obytná část stavby, tedy rodinný dům bude užívána k bydlení a bude tvořena jedním bytem pro 6 osoby.

- Zastavěná plocha: 154,84 m²
- Zpevněné plochy: 98,8 m²
- Užitná plocha RD: 127,65 m²
- Počet bytů (velikost): 1
- Počet uživatelů: 6
- Sklon střechy: 45°
- Výška budovy od UT: 8,235 m

B.2.1. ÚČEL UŽÍVÁNÍ STAVBY, ZÁKL.KAPACITY FUNK.JEDNOTEK

Rodinný dům

B.2.2. CELKOVÉ URBANISTICKÉ A ARCHITEKTONICKÉ ŘEŠENÍ

a/ urbanismus-územní regulace, kompozice

Objekt je dokončen, jedná se o izolovaný rodinný dům ve Skomelnu.

b/ architektonické řešení

Půdorys RD je ve tvaru obdélníku. Stavba je navržena jako jednopodlažní objekt s podkrovím bez podsklepení se sedlovou střechou. Funkce budovy je navržena jako rodinný dům. V objektu se nachází 2x pokoj, technická místnost, ložnice, 1x samostatné WC, 2x koupelna, obývací pokoj, kuchyň, pracovna, zádveří, závětrí. Provoz v objektu je uzpůsobený pro rodinné bydlení.

B.2.3. BEZBARIÉROVÉ UŽÍVÁNÍ STAVBY

Jedná se o RD bez předpokladu pro užívání bezbariérově.

B.2.4. BEZPEČNOST PŘI UŽÍVÁNÍ STAVBY

Během provádění je nutno zvýšeně dbát na dodržování všech platných předpisů v ČR pro BOZ, včetně důrazu na používání ochranných pomůcek.

Provádění stavby se bude důsledně řídit stavebním Zákonem č. 183/2006 Sb., Vyhláškou č. 268/2009 Sb. o obecných technických požadavcích na výstavbu a dalšími platnými zákony a předpisy platnými v ČR a/nebo v lokalitě stavby.

Režim vstupu na staveniště, délku pracovní doby a oprávněnost osob bude stanovena v kontaktu s prováděcí firmou.

Stavba zajistí viditelnou ceduli na objektu, kde bude stanoven kontakt na zodpovědné pracovníky stavby, včetně telefonického spojení. Vstup na staveniště bude zajištěn, v nočních hodinách nebo ve dnech pracovního klidu a volna bude stavba pod uzamčením. Na stavbě bude nepřetržitě kontaktní osoba pro případ havárie nebo narušení vyhrazeného prostoru.

Realizaci bude provádět odborná firma s příslušným oprávněním, s odpovídajícím předmětem podnikání za stálého dozoru jejího odpovědného pracovníka. Stavební firma bude řádně pojištěna na škody způsobené jejím vlastním zaviněním a současně bude v průběhu stavby tato stavba pojištěna (živelné pohromy, krádež ...)

Pracovníci na stavbě budou poučeni o BOZ, zahraniční pracovníci budou mít platné pracovní povolení. Kvalifikované práce budou provádět pracovníci s patřičnou atestací nebo proškolením. Na stavbě budou dodržována všechna nařízení a normy IBP a ČSN související s bezpečností práce.

Při provádění stavebních prací i během provozu stavby je nutno dodržovat všechny závazné články platných ČSN a předpisů BOZ.

Jedná se zejména o tyto předpisy:

- Zákon č. 262/2006 Sb. zákoník práce
- Zákon č. 48/1982 – vyhláška ČÚBP, základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení
- Vyhláška č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby
- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci ve znění nařízení vlády č. 68/2010 Sb.
- Nařízení vlády č. 591/2006 Sb. o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích
- Vyhláška č. 18/1979 Sb. Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu,

kteřou se určují vyhrazená tlaková zařízení a stanoví některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti

- Vyhláška č. 19/1979 Sb. Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu, kterou se určují vyhrazená zdvihací zařízení a stanoví některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti

- Vyhláška č. 21/1979 Sb. Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu, kterou se určují vyhrazená plynová zařízení a stanoví některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti

- Vyhláška č. 50/1978 Sb. Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu o odborné způsobilosti v elektrotechnice

- Vyhláška č. 73/2010 Sb. o stanovení vyhrazených elektrických technických zařízení, jejich zařazení do tříd a skupin a o bližších podmínkách jejich bezpečnosti (vyhláška o vyhrazených elektrických technických zařazeních)

- Zákon č. 133/1985 Sb. o požární ochraně

- Vyhláška č. 246/2001 Sb. o požární prevenci

- Vyhláška č. 48/1982 Sb. Českého úřadu bezpečnosti práce, kterou se stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení

- Nařízení vlády č. 272/2011 o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací

B.2.5. ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA OBJEKTŮ

a/ stavební řešení

Na východní straně budovy se nachází hlavní vstup. V 1.NP se nachází 2x pokoj, technická místnost, ložnice, 1x samostatné WC, 2x koupelna, obývací pokoj, kuchyň, pracovna, zádveř, zádveř. Ve 2.NP se nachází prozatímní dva volné prostory pro možnou dostavbu.

Hmotové řešení budovy s hambalkovou střechou je v harmonickém souladu s charakterem okolní zástavby administrativních budov a bytovými domy. Nedílnou součástí stavby je zahradní úprava s drobnou architekturou.

b/ konstrukční a materiálové řešení

1/ PŘÍPRAVA ÚZEMÍ A ZEMNÍ PRÁCE

Před zahájením vlastních výkopových prací pro základové k-ce bude sejmutá ornice na celé ploše domu a zpevněných ploch rozšířené o 1,00 m na každou stranu v tl. 20 cm. Veškerá vytěžená zemina se deponuje na pozemku investora a použije se pro terénní úpravy po ukončení výstavby. Ornice bude deponována na parcele v její východní části. Mimo vlastní výkopové práce hrubých terénních úprav a pro základové pasy bude proveden výkop pro drenáž kolem stavby pro odvedení povrchových a prosáklých vod.

2/ ZÁKLADY A PODKLADNÍ BETONY

Základové poměry na pozemku jsou určeny geologickým posudkem podle ČSN 73 1001. Dle geologického posudku je podzemní voda na staveništi v hloubkách, při nichž neovlivní zakládání. Základové konstrukce budou provedeny z betonu C16/20. Navrženy jsou plošné základové konstrukce z betonových pasů. Základové pasy pod obvodovými stěnami mají výšku 800 mm a základová spára je v úrovni -1,100 m pod úrovní podlahy 1. NP. Podkladní beton – deska u základů je navržena z betonu C 16/20 tl. 150 mm s vyztužením kari sítí. Veškeré prostupy základy umístíme do chráničky. Před betonáží položit hromosvodový pásek hliníkový na úroveň základové spáry.

3/ SVISLÉ NOSNÉ KONSTRUKCE

Nosná svislá konstrukce je navržena z dřevěných I profilů o rozměrech 50 x 280 mm. Skladby obvodové konstrukce jsou popsány skladbami S1 a S2. Konstrukce kolem otvorů jsou z fošen z rostlého dřeva při možném zdvojení, či ztrojení při větších otvorech.

4/ STROPNÍ KONSTRUKCE

Konstrukce stropu je tvořena hranoly z rostlého dřeva třídy C24, o průřezu 80/240 mm. Pod sloupky krovu nad stropem 1.NP jsou navrženy zdvojené stropní nosníky. Překlady nad okny jsou navrženy z rostlého dřeva o výšce potřebné dle délky otvoru. Hranoly z rostlého dřeva třídy C24 jsou navrženy o základní výšce profilu 80 mm a šířce dle umístění v konstrukci.

5/ SCHODIŠTĚ

Schodiště se v objektu nevyskytuje.

6/ KROV

Střecha je sedlová se sklonem 45 stupňů se štítů a východ a západ. Krov je vytvořen z hambalkové soustavy kotvené do pozednice. Krytina bude tašková z betonových tašek Bramac bez posypu. Dřevěné prvky krovu budou primárně zhotoveny z dřevěných trámů ze zbourané stodoly. Hydroizolační vrstvu tvoří folie Den Braven, která je položena na Steico Therm Dry deskách. Mezi krokviemi je umístěna tepelná izolace foukaná Supafil Loft. Pod krokviemi je umístěn rošt z latí s minerální tepelnou izolací, pod kterou se nachází parozábrana Jutafol. Pro možná využití podkroví v budoucí dostavbě jsou na latě ukotveny Rigips desky.

7/ STŘECHA

Dům je tvořen z betonových velkoformátových tašek BRAMAC MORAVSKÁ TAŠKA PLUS na latích 40/60 mm a kontralatích 40/60 mm, střešní plášť je z interiéru uzavřen parozábranou a sádrokartonovým podhledem. Provětrávání střešního pláště je řešeno u žlabu mřížkami GUNNEX a u hřebenu lištou. V každém poli ve druhé řadě se nacházejí větrací tašky. Střecha je opatřena hromosvodnou soustavou. Viz. skladba střechy.

8/ PŘÍČKY

V domě jsou příčky řešené pomocí dřevěných obdélníkových trámků o rozměrech 165x80 mm, 100x60 a 125x60 mm.

9/ PŘEKLADY

Dřevěné překlady jsou umístěny vždy výměrou nad daným otvorem dle potřebných rozměrů. Uložení je vždy na svislé konstrukci (I-profil, trámky), která je okolo otvoru.

10/ PODHLEDY A OPLÁŠTĚNÍ

Podhled je připevněn na plechový sádrokartonový rošt pomocí přímých závěsů Knauf, event. zavěšené na táhlech, na kterých je upevněn podhled ze sádrokartonových desek RIGIPS. S důrazem na určení barvy pro různé místnosti. Do koupelen je nutné použít zelený SDK.

11/ PODLAHY

Podlahy jsou navrženy dle hygienických norem a provozního požadavku investora. Jednotlivé nášlapné povrchy podlah jsou uvedeny v tabulce místností (viz půdorysy podlaží). Dilatační spáry v betonových mazaninách jsou v maximálních úsecích 3x3 m (na vazbu). Před provedením podlah je nutno osadit navržené instalace dle projektu jednotlivých profesí. Jako nášlapná vrstva je navržena plovoucí podlaha a keramická dlažba. V koutech a rozích je zvolena hydroizolace s bandáží pod dlažby a obklady. Kolem objektu je navržen chodník z pochozí z dlažby. Plochy pro příjezd k rodinnému domu a plocha pro parkování je z betonové dlažby Dry.

12/ HYDROIZOLACE, PAROZÁBRANY A GEOTEXTILIE

Přízemí přilehající k terénu je izolováno proti zemní vlhkosti. Hydroizolace bude provedena z lepenky A400H, tl. 1 mm, nosná vložka ze skelné tkaniny, povrchová úprava z jemného křemičitého písku. Podkladní beton bude opatřen penetračním nátěrem. V podlahách umístěných v místnostech s mokřým provozem budou nášlapné vrstvy plnoplošně lepeny izolační stěrkou MAPEI. Pro zamezení pronikání difúzní vlhkosti do střešní konstrukce bude na interiérové straně krokví umístěna parotěsná fólie Den – Braven. Parotěsné napojení jednotlivých fólií a napojení na prostupující konstrukce je nutno provést pomocí samolepících pásek.

13/ OMÍTKY

Podkladní vrstvu barvy tvoří SDK deska zatmelená s důrazem na zatmelení a vložení pásků do všech koutů a spojovacích částí. V koupelně a v kuchyni budou použity keramické obklady dle výběru investora. Vnější omítka bude provedena z Cemix - AZ krycí akrylátové omítky.

14/ OBKLADY

Vnitřní obklady se nacházejí u hygienického zařízení a v kuchyni. Keramické obklady s přesným umístěním a velikostí ve výkresech.

14/ TRUHLÁŘSKÉ, ZÁMEČNICKÉ A OSTATNÍ DOPLŇKOVÉ VÝROBKY

Dřevěné jsou obložky dveří. Parapety interiérové jsou dřevěné, které jsou doporučeny dodavatelskou firmou, dle druhu okna.

15/ KLEMPÍŘSKÉ VÝROBKY

Na objektu budou provedeny klempířské prvky z pozinkovaného plechu, tl. 0,7mm. Jedná se o podokapní žlaby, dešťové svody, oplechování parapetů oken.

16/ MALBY A NÁTĚRY

Vnitřní stěny budou vybíleny v bílé barvě RAL 9010 Jupol bílá, eventuelně ve světlém barevném odstínu, vnější úpravy stěn bude béžová a šedá.

17/ VĚTRÁNÍ MÍSTNOSTÍ

Větrání je přirozené – okny, v každé místnosti okno s nastavitelnou štěrbínou a vzduchotechnikou.

18/ VENKOVNÍ ÚPRAVY

Podél objektu (mimo přilehlé komunikace) je navržen odvodněný obsyp s horní vrstvou dlažby DRY šířkou 300 mm.

c/ mechanická odolnost a stabilita

Navržené otvorové výplně i materiály mají výrobcem zaručené mechanické vlastnosti, odolnost a užité parametry s požadovanou životností.

B.2.6. ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA TECHNICKÝCH A TECHNOL. ZAŘÍZENÍ

a/ technické řešení

Nejsou navržena žádná nová technická zařízení (technika budov) ani technologická zařízení.

b/ výčet technických a technologických zařízení

Odvětrávání a rekuperace objektu je řešena dle požadavku na pasivní dům. Zdrojem tepla bude tepelné čerpadlo k bojleru a předehřevu topné vody. Nedojde ke zvýšení emisí do ovzduší. Navrhovaná stavba není zdrojem škodlivin a ani se nenachází v oblasti těchto zdrojů.

B.2.7. POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍ ŘEŠENÍ

a/ rozdělení stavby a objektů do požárních úseků

Objekt disponuje pouze jedním požárním úsekem

b/ výpočet požárního rizika a stanovení stupně požární bezpečnosti,

Viz PŘO

c/ zhodnocení navržených stavebních konstrukcí a stavebních výrobků vč. požadavků na zvýšení požární odolnosti

Konstrukce splňují veškeré požadavky dle parametrů od výrobce.

d/ zhodnocení evakuace osob vč. vyhodnocení únikových cest

Jeden požární úsek s evakuací na volné prostranství.

e/ zhodnocení odstupových vzdáleností a vymezení pož. nebezp. prostoru

Odstupové vzdálenosti ani pož. nebezpečný prostor se nemění.

f/ zajištění potř.množství požární vody, hasiva, rozmístění vnitř. a vnějš.odběrných míst

Stávající z hydrantu.

g/ zhodnocení možnosti provedení požárního zásahu (příst.lomunikace, zásah.cesty)

Stávající z příjezdové komunikace.

h/ zhodnocení technických a technolog.zařízení stavby,

Jednotlivé technické zařízení jsou hodnoceny dle odborných firem.

i/ posouzení požadavků na zabezpečení stavby požárně bezpečnostními zařízeními

Nejsou požadavky na signalizační zařízení.

j/ rozsah a způsob rozmístění výstražných a bezpečnostních značek a tabulek

Vzhledem k jednoznačnosti úniků nejsou vyžadovány.

B.2.8. ZÁSADY HOSPODAŘENÍ S ENERGIEMI

a/ kritéria tepelně technického hodnocení

Řešeno v samostatné příloze B – Teplo 2017.

b/ energetická náročnost stavby

Pasivní dům.

c/ posouzení využití alternativních zdrojů energií,

V objektu je navrženo tepelné čerpadlo vzduch-voda a solární panely.

B.2.9. HYGIENICKÉ POŽADAVKY NA STAVBY, POŽADAVKY NA PRACOVNÍ A KOMUNÁLNÍ PROSTŘEDÍ

Zásady řeš. par. stavby (větr, vyt, osv, zás. vodou, odpadů); zás. řeš. vlivů stavby na okolí (vibrace, hluk, prašnost apod).

Objekt je dokončen a řešení parametrů stavby není předmětem projektu (vytápění, větrání) domu je stávající bez úprav.

B.2.10. OCHRANA STAVBY PŘED NEGATIVNÍMI ÚČINKY VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ

A/ ochrana před pronikáním radonu z podloží

Nemají žádný vliv na pronikání radonu.

b/ ochrana před bludnými proudy

Ochranu není nutno řešit.

c/ ochrana před technickou seizmicitou

Objekt je mimo seizmická pásma.

d/ ochrana před hlukem

Objekt není zatížen hlukem z dopravy ani z jiných zdrojů.

e/ protipovodňová opatření

Objekt je mimo povodňová a záplavová území.

B.3. PŘIPOJENÍ NA TECHNICKOU INFRASTRUKTURU

a/ napojovací místa technické infrastruktury

Beze změny.

b/ připojovací rozměry, výkonové kapacity, délky

Stávající, bez úpravy.

B.4. DOPRAVNÍ ŘEŠENÍ

a/ popis dopravního řešení

Stávající, bez úpravy.

b/ napojení území na stávající dopravní infrastrukturu

Dům je napojen vjezdem z hlavní ulice, stávající, bez úpravy.

c/ doprava v klidu

Stání je zajištěno při vjezdu na pozemek na dvou parkovacích místech.

d/ pěší a cyklistické stezky

Stavební úpravy nemají žádný vliv na pěší a cyklistické stezky.

B.5. ŘEŠENÍ VEGETACE A SOUVISEJÍCÍCH TERÉNNÍCH ÚPRAV

a/ terénní úpravy

Terén je dokončen, není předmětem projektu.

b/ použité vegetační prvky

Stávající, beze změny.

c/ biotechnická opatření

Nejsou plánovaná žádná opatření.

B.6. POPIS VLIVŮ NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ A JEHO OCHRANA

a/ vliv stavby na životní prostředí-ovzduší, hluk, voda, odpady a půda

Stavební úpravy nebudou mít vliv na životní prostředí.

b/ vliv stavby na přírodu a krajinu (ochrana dřevin, ochr.pam.stromů, rostlin a živoč..)

Stavební úpravy budou bez vlivu na přírodu a krajinu.

c/ vliv stavby na soustavu chráněných území Natura 2000.

Stavební úpravy budou bez vlivu na soustavu Natura 2000.

d/ návrh zohlednění podmínek ze závěru zjišťovacího řízení nebo stanoviska EIA

Stavební úpravy nepodléhají posuzování EIA či zjišťovacímu řízení.

e/ navrhovaná ochranná a bezpeč.pásma, rozsah omezení a podmínky ochrany podle jiných právních předpisů,

Stavební úpravy nevyžadují vytvoření speciálních ochranných opatření.

B.7. OCHRANA OBYVATELSTVA

V rámci stavby není řešeno zařízení civilní obrany.

B.8. ZÁSADY ORGANIZACE VÝSTAVBY

Staveniště bude v rozsahu projektu domu a uvnitř domu.

a/ potřeby a spotřeby rozhodujících médií a hmot, jejich zajištění

Voda, elektřina bude zajištěna z objektu

b/ odvodnění staveniště

Vzhledem k charakteru stavebních úprav není nutné řešit.

c/ napojení staveniště na stávající dopravní infrastrukturu

Vjezdem z hlavní ulice.

d/ vliv provádění stavby na okolní pozemky

Stavba nebude mít vliv na okolní pozemky.

e/ ochrana okolí staveniště a požadavky na související asanace, demolice, kácení dřevin

Není potřeba provádět žádné speciální ochranná opatření.

f/ maximální zábory pro staveniště (dočasné/trvalé)

Stavební úpravy nevyžadují žádné zábory.

g/ maximální produkovaná množství a druhy odpadů a emisí při výstavbě, jejich likvidace

Emise nebudou produkovány.

Odpady vznikající realizací záměru lze rozdělit na odpady vznikající při výstavbě objektu a odpady vznikající při provozu. V následujících tabulkách jsou uvedeny podskupiny odpadu, které mohou vznikat.

Bude zajištěno předání stavebního a demoličního odpadu provozovateli zařízení na využití (úpravu, recyklaci) tohoto odpadu, tzn. bude přednostně zajištěno využití těchto odpadů před jejich odstraněním.

A - Odpady vzniklé při výstavbě

Kód podskupiny odpadu Název odpadu

08 01 Odpady z výroby, zpracování, distribuce, používání a odstraňování barev a laku

08 02 Odpady z výroby, zpracování, distribuce a používání ostatních nátěrových hmot

08 04 Odpady z výroby, zpracování, distribuce a používání lepidel a těsnicích materiálu

15 01 Obaly (včetně odděleně sbíraného komunálního obalového odpadu)

Kód podskupiny odpadu Název odpadu

17 01 Beton, cihly, tašky a keramika

17 02 Dřevo, sklo, plasty

17 04 Kovy (včetně jejich slitin)

17 08 Stavební materiál na bázi sádry

17 09 Směsné stavební a demoliční odpady

h/ bilance zemních prací, požadavky na přísun nebo deponie zemin

Zemní práce budou prováděny v zanedbatelném rozsahu

i/ ochrana životního prostředí při výstavbě,

Nejsou navrženy žádná speciální opatření

j/ zásady bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na staveništi, posouzení potřeby koordinátora bezpečnosti a ochrany zdraví při práci podle jiných práv.předpisů

Vzhledem k rozsahu a charakteru stavebních úprav není koordinátor bezpečnosti nutný.

k/ úpravy pro bezbariérové užívání výstavbou dotčených staveb

Nebude potřeba žádných dodatečných úprav.

l/ zásady pro dopravně inženýrské opatření

Nebudou prováděna žádná dopravně-inženýrská opatření.

m/ stanovení speciálních podmínek pro provádění stavby (provádění za provozu apod.)

Není nutno stanovit žádné speciální podmínky pro provádění stavby.

n/ postup výstavby, rozhodující dílčí termíny

Počátek stavebních prací-duben 2023, dokončení duben 2024.

26/1

29

Oplocení pozemku výška 1300 mm

PT = ÚT = 274,280 m.n.m.

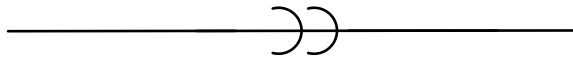
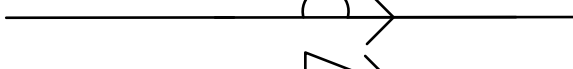

PT = ÚT = 274,280 m.n.m.

±0,000 = 274,580 m.n.m.




Revizní šachta

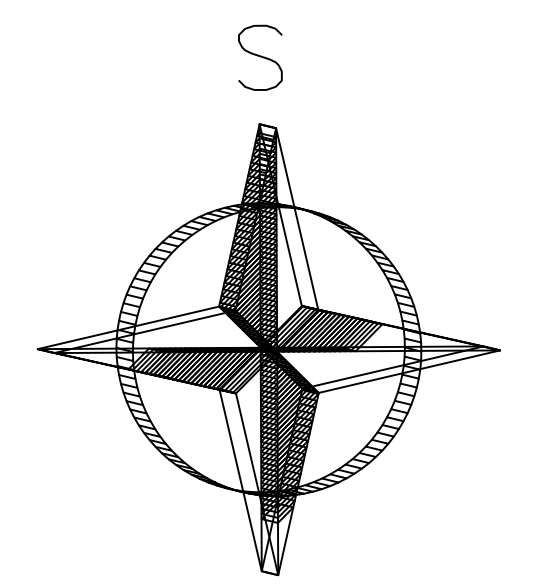
Elektroměrný rozvaděč

LEGENDA SÍTÍ

- KANALIZACE SPLAŠKOVÁ 
- VODOVOD (PITNÁ VODA) 
- ELEKTRO KABEL NN 

LEGENDA ZNAČENÍ

-  Novostavba RD – 154,8 m²
-  Závěťří RD – 5,1 m²
-  Plocha dlažby – 98,8 m²

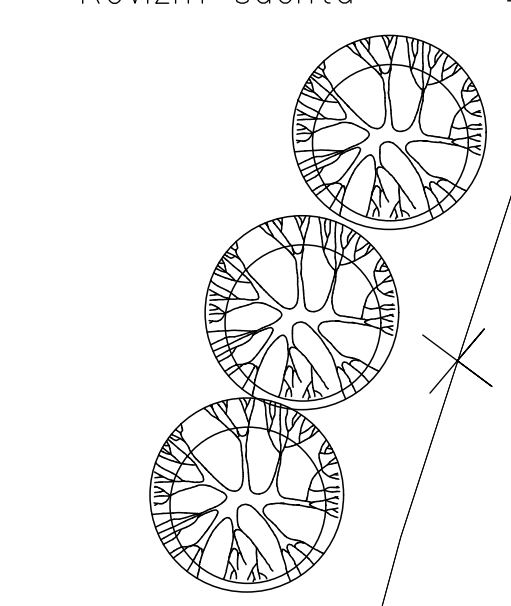
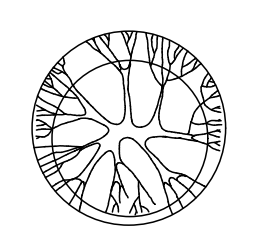
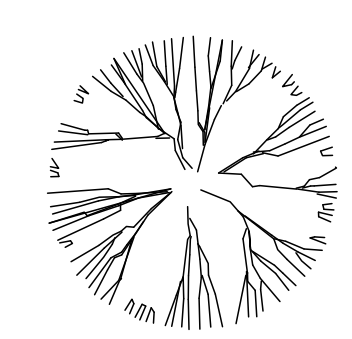
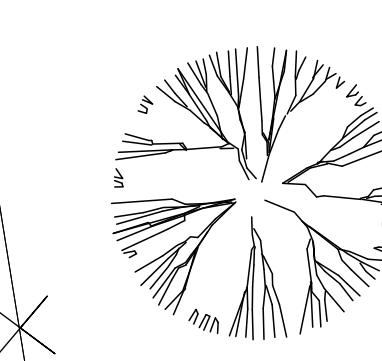
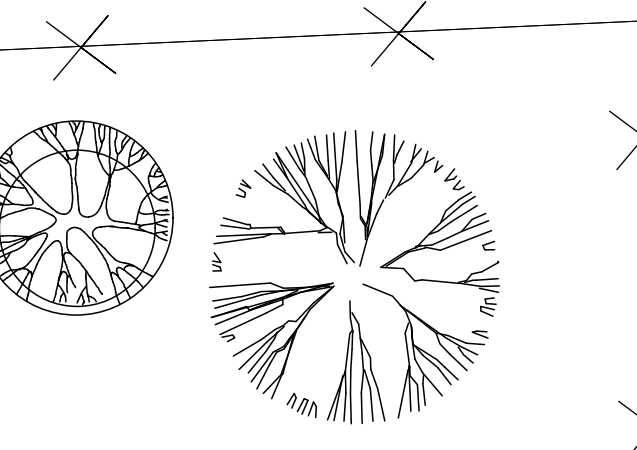


±0,000 = 274,580 m.n.m.
Kótováno v milimetrech, výškové kóty v metrech

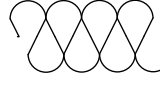





STUDENT: Bc. Jindřich Grafek	VEDOUCÍ PRÁCE: doc. Ing. Roman Fojtík, Ph.D.	 Česká zemědělská univerzita v Praze		
Fakulta lesnická a dřevařská Katedra zpracování dřeva a biomateriálů Obor N-NDKSBD xgraj007@studenti.czu.cz				
DIPLOMOVÁ PRÁCE: Pasivní dům s přístavbou modulárního typu	FORMÁT: A3	MĚŘÍTKO: 1:200	Č. VÝKRESU: C.1.	DATUM: 9.2.23
MÍSTO STAVBY: Skomelno 1, 338 28	STUPEŇ DOKUMENTACE: Realizační dokumentace	NÁZEV VÝKRESU: KOORDINAČNÍ SITUAČNÍ VÝKRES		

15

555

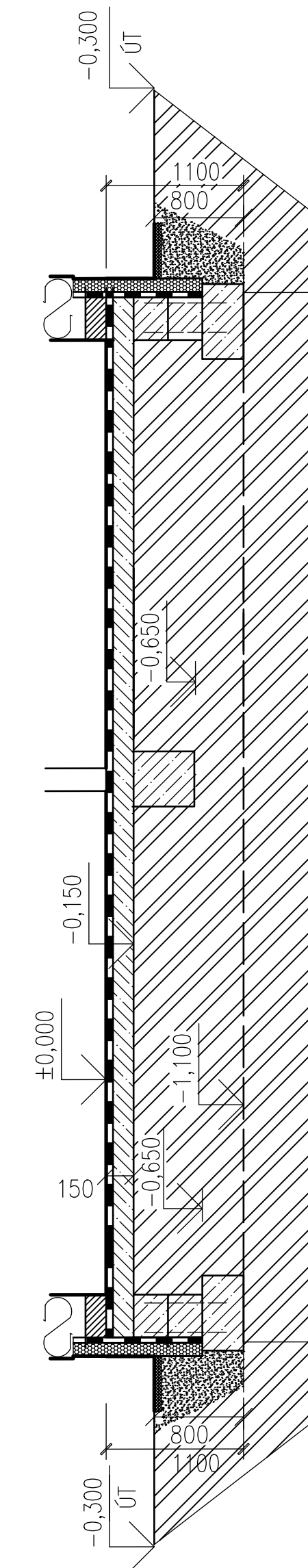
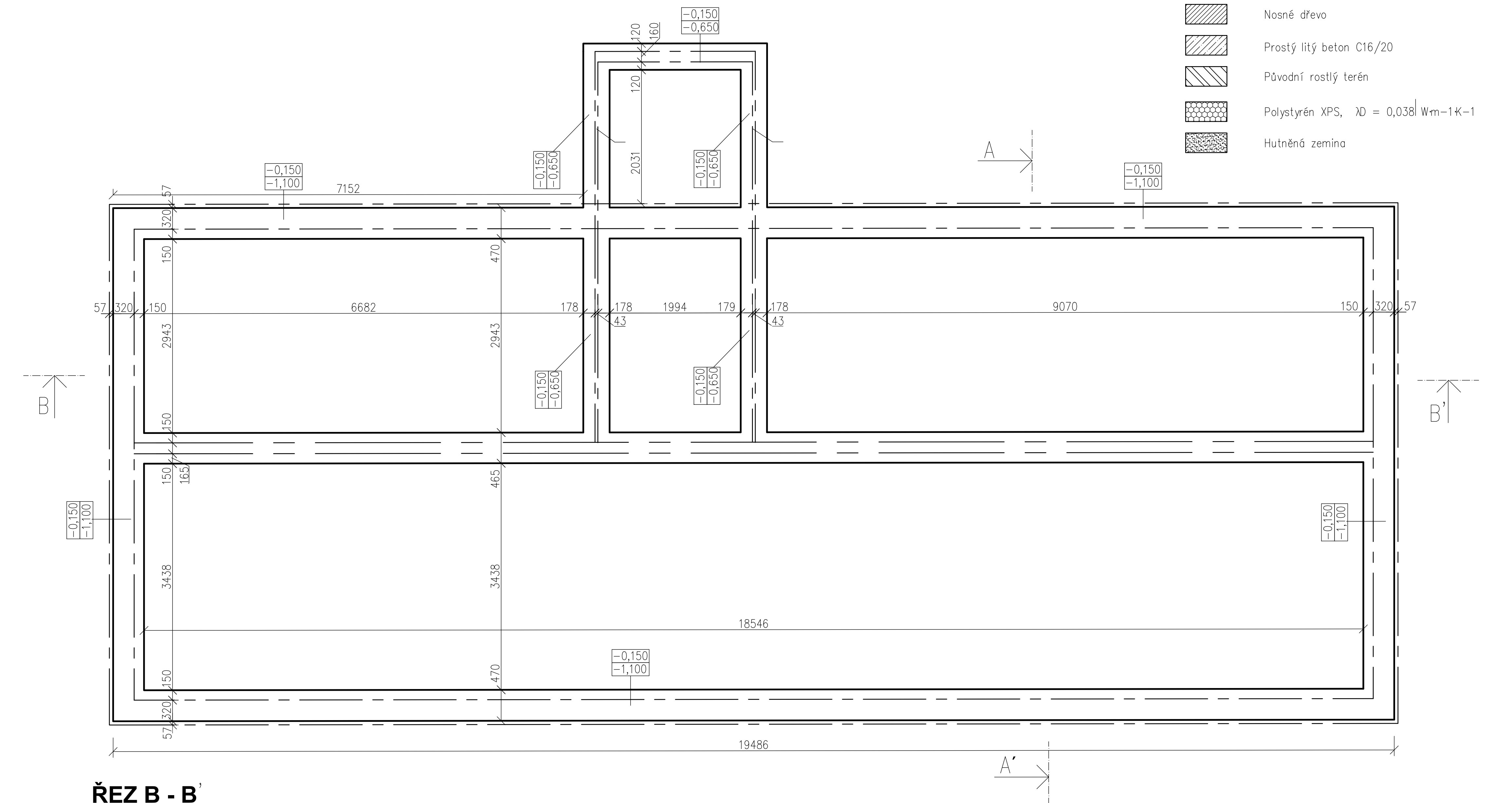


LEGENDA MATERIÁLŮ

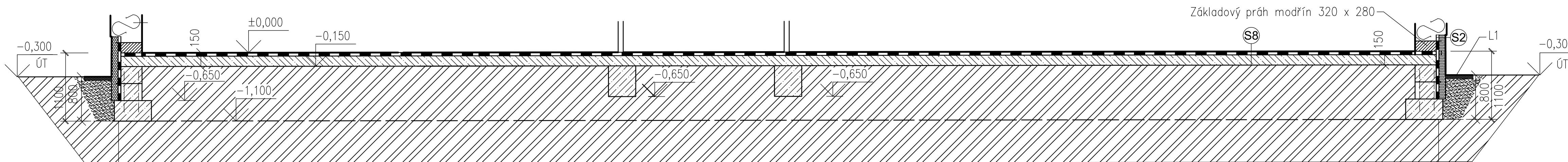
-  Minerální tep. izolace Isover EVO, $\lambda_D = 0,036$ Wm-1K-1
-  Nosné dřevo
-  Prostý litý beton C16/20
-  Původní rostlý terén
-  Polystyrén XPS, $\lambda_D = 0,038$ Wm-1K-1
-  Hutněná zemina

LEGENDA ZNAČENÍ

- L1 – Venkovní dlažební chodník, Best Standart 5 – 300 x 500 mm



ŘEZ B - B'



ŘEZ A - A'

VÝPIS SKLADEB

- S2**
- Malířská barva Jupol Classic
 - Základ předstěny z SDK Rigips RB 12,5 mm
 - Minerální tep. izolace Isover EVO + rošt z latí 60 x 40 mm
 - Difúzní folie – Jutafol N 220 Special
 - Minerální tep. izolace Isover EVO + Steico_Joist nosníky 200 mm
 - Extrudovaný polystyrén Austro VAFL 80 mm
 - Venkovní fasádní barva – Cemix AZ – Akrylátová zatíraná šedá

- S8**
- Keramická dlažba Industrial Steel 600x600 mm, tl. 16 mm
 - Cemix 115 – Lepidlo speciální 9 mm
 - Beton hutný 1 40 mm
 - Folie PVC
 - Rigips EPS 200 S Stabil 200 mm
 - Lepenka – A 400 H
 - Beton hutný 1 150 mm

POZNÁMKY

- Hydroizolaci je nutno chránit dvěma vrstvami geotextilie, nebo vrstvou betonu C16/20.
- Veškeré výkopové práce je nutné průběžně kontrolovat a v případě zjištění nevhodné skladby půdy nutno zkontrolovat s projektantem
- Veškeré rozměry před vyhotovením základů a montáží nutné přeměřit.
- Prostupy vody a kanalizací je nutné ochránit a odizolovat a ochránit vrstvou šterku o velikosti 150 mm.

±0,000 = 274,580 m.n.m. Kótováno v milimetrech, výškové kóty v metrech

STUDENT: Bc. Jindřich Grafek	VEDOUcí PRÁCE: doc. Ing. Roman Fojtík, Ph.D.	 Česká zemědělská univerzita v Praze		
Fakulta lesnická a dřevařská Katedra zpracování dřeva a biomateriálů Obor N-NDKSBD xgraj007@studenti.czu.cz				
DIPLOMOVÁ PRÁCE: Pasivní dům s přístavbou modulárního typu	FORMÁT: A3	MĚŘITKO: 1:100	Č. VÝKRESU: D.1.	DATUM: 9.2.23
MÍSTO STAVBY: Skomelno 1, 338 28	STUPEŇ DOKUMENTACE: Realizační dokumentace	NÁZEV VÝKRESU: ZÁKLADY		

Tabulka místností 1.NP					
Č.	Název místnosti	Plocha (m ²)	Nášlapná vrstva	Povrchová úprava zdí	Povrchová úprava stropu
101	Kancelář	8,68	Keramická dlažba	Jupol bílá barva	SDK podhled + Jupol b.
102	Kuchyň	8,16	Keramická dlažba	Jupol bílá barva	SDK podhled + Jupol b.
103	Obývací pokoj	34,99	Keramická dlažba	Jupol bílá barva	SDK podhled + Jupol b.
104	Technická místnost	2,98	Keramická dlažba	Jupol bílá barva	SDK podhled + Jupol b.
105	WC	1,80	Keramická dlažba	Jupol bílá+obklad v. 2000 mm	SDK podhled + Jupol b.
106	Záďveří	7,75	Keramická dlažba	Jupol bílá barva	SDK podhled + Jupol b.
107	Pokoj	14,67	Plovoucí podlaha	Jupol bílá barva	SDK podhled + Jupol b.
108	Chodba	6,88	Keramická dlažba	Jupol bílá barva	SDK podhled + Jupol b.
109	Koupelna	4,53	Keramická dlažba	Jupol bílá+obklad v. 2000 mm	SDK podhled + Jupol b.
110	Koupelna	4,85	Keramická dlažba	Jupol bílá+obklad v. 2000 mm	SDK podhled + Jupol b.
111	Pokoj	14,97	Plovoucí podlaha	Jupol bílá barva	SDK podhled + Jupol b.
112	Ložnice	17,39	Plovoucí podlaha	Jupol bílá barva	SDK podhled + Jupol b.

Celková plocha: 127,65 m²

VÝPIS SKLADEB

S1

- Malířská barva Jupol Classic
- Záklop předstěny z SDK Rigips RB 12,5 mm
- Minerální tep. izolace Isover EVO + rošt z latí 60 x40 mm
- Difúzní folie - Jutafo N 220 Special
- Minerální tep. izolace Isover EVO + Steico_Joist nosníky 280 mm
- Záklop nosné konstrukce z Fermacell 15 mm
- Venkovní fasádní barva - Cemix AZ - Akrylátová zatíraná běžová

S3

- Malířská barva Jupol Classic
- Opláštění SDK Rigips RB 12,5 mm
- Minerální tep. izolace Isover EVO + nosný hranol ze smrkového dřeva 125 mm
- Opláštění SDK Rigips RB 12,5 mm
- Malířská barva Jupol Classic

S4

- Malířská barva Jupol Classic
- Opláštění SDK Rigips RB 12,5 mm
- Minerální tep. izolace Isover EVO + nosný hranol ze smrkového dřeva 165 mm
- Opláštění SDK Rigips RB 12,5 mm
- Malířská barva Jupol Classic

S5

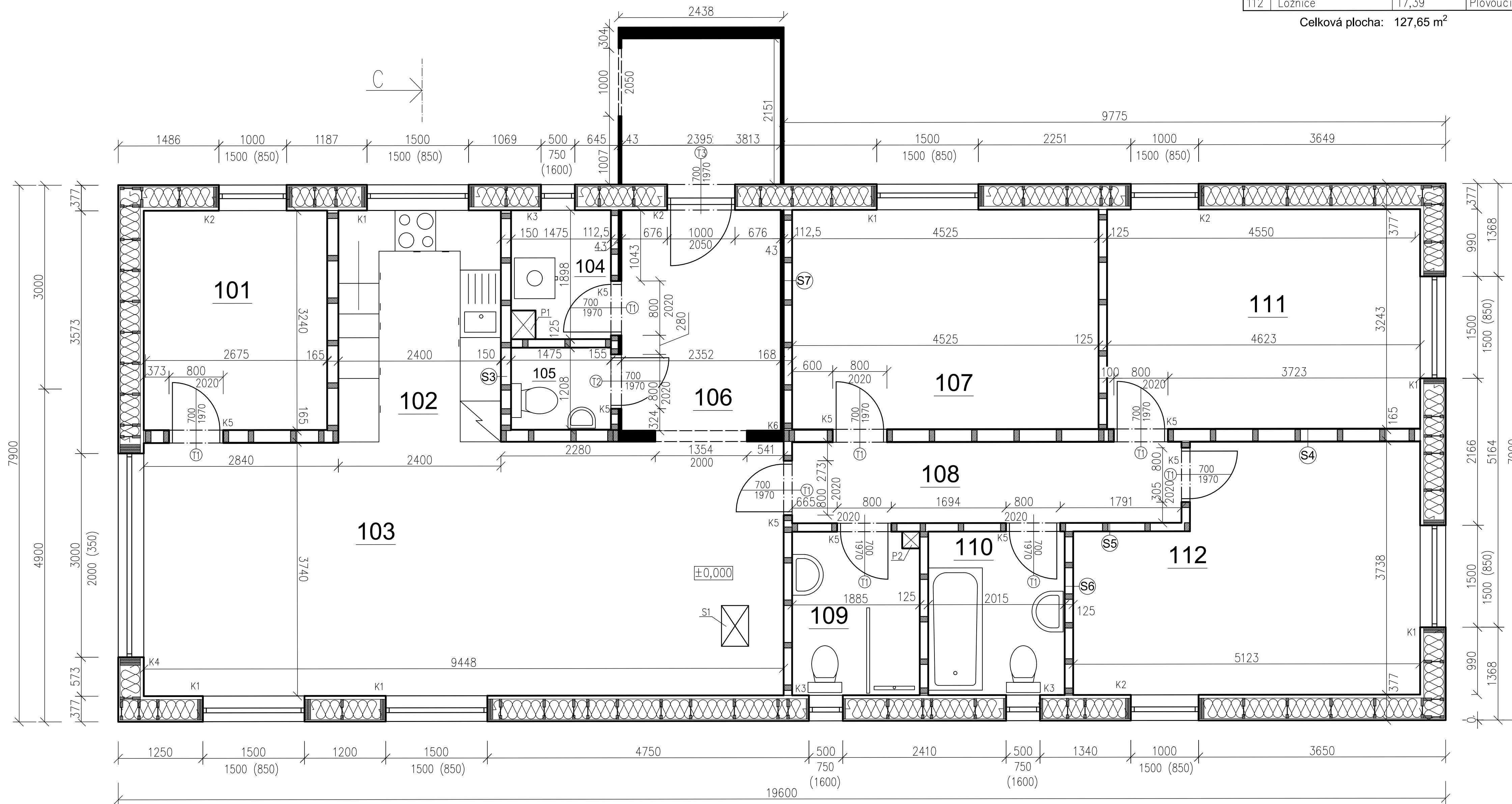
- Malířská barva Jupol Classic
- Opláštění SDK Rigips RB 12,5 mm
- Minerální tep. izolace Isover EVO + nosný hranol ze smrkového dřeva 100 mm
- Opláštění SDK Rigips RB 12,5 mm
- Malířská barva Jupol Classic

S6

- Malířská barva Jupol Classic
- Opláštění SDK Rigips RB 12,5 mm
- Minerální tep. izolace Isover EVO + nosný hranol ze smrkového dřeva 100 mm
- Opláštění SDK Rigips RB 12,5 mm
- Obklad Rako Spectra slonová kost 30x60 cm, tl. 10 mm

S7

- Malířská barva Jupol Classic
- Opláštění SDK Rigips RB 12,5 mm
- Minerální tep. izolace Isover EVO + nosný hranol ze smrkového dřeva 100 mm
- Plechová stěna kontejneru 43 mm



LEGENDA MATERIÁLŮ

- Minerální tep. izolace Isover EVO, $\lambda_D = 0,036 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$
- Kontejner
- Minerální tep. izolace Isover EVO, $\lambda_D = 0,036 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$
- Nosný dřevěný I-profil 280x50 mm
- Nosný hranol z rostlého dřeva 165x80
- Nosný hranol z rostlého dřeva 125x60
- Nosný hranol z rostlého dřeva 100x60
- Nosný dřevěný hranol z rostlého dřeva 280x50 mm

LEGENDA ZNAČENÍ

- Označení a konkrétní výrobky dveří nalezneme v tabulce dveří
- Označení a konkrétní výrobky oken nalezneme v tabulce oken
- P1,P2 - Označené prostupy v konstrukci pro možnou výstavbu podkrovní
- S1 - Prostup stropem 600x400mm, výřez na půdu, mezeru nutno vyplnit vatou.

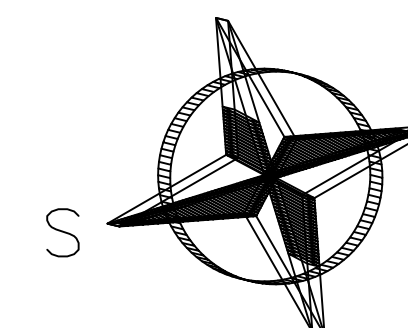
POZNÁMKY

- Veškeré práce je nutné průběžně kontrolovat a v případě zjištění pochybností nutno zkontaktovat s projektantem.
- Velikost závětrí zpevnění plochy 5,06 m²

±0,000 = 274,580 m.n.m.

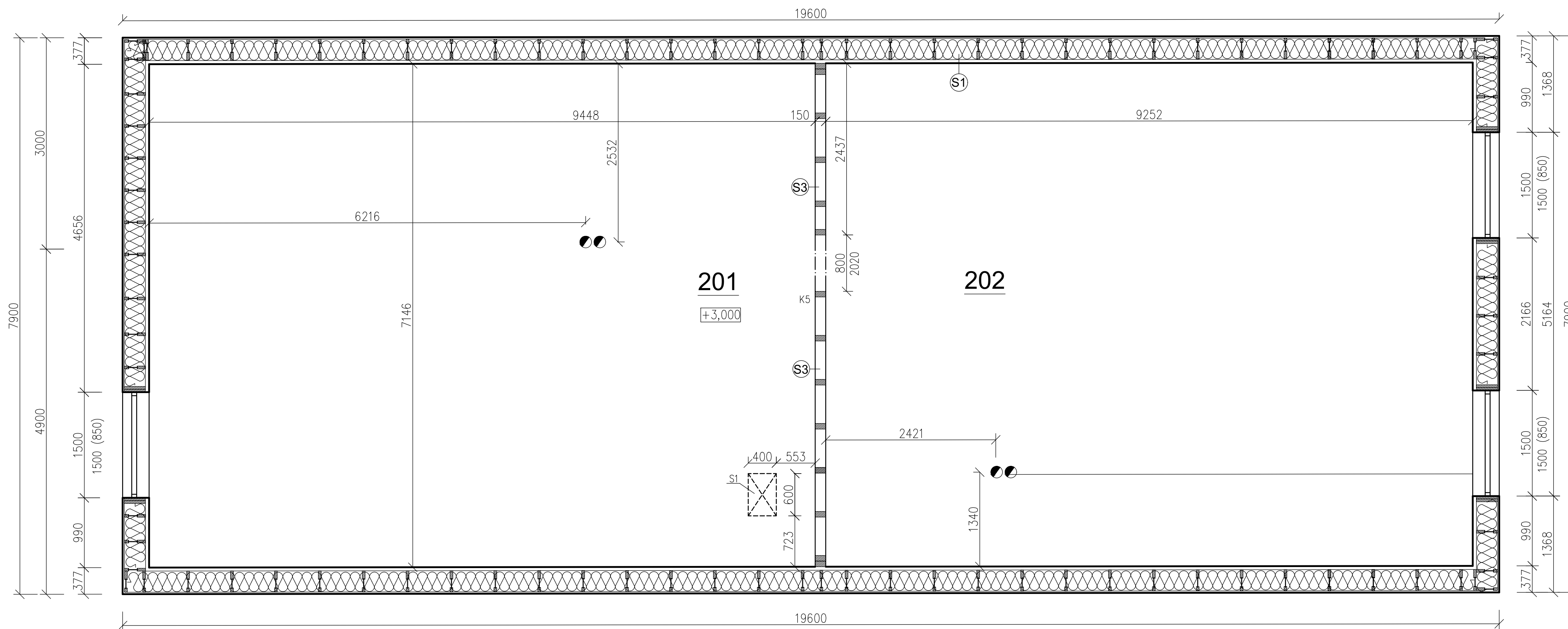
Kótováno v milimetrech, výškové kóty v metrech

STUDENT: Bc. Jindřich Grafek	VEDOUcí PRÁCE: doc. Ing. Roman Fojtík, Ph.D.	Česká zemědělská univerzita v Praze		
Fakulta lesnická a dřevařská Katedra zpracování dřeva a biomateriálů Obor N-NDKSBD xgraj007@studenti.czu.cz				
DIPLOMOVÁ PRÁCE: Pasivní dům s přístavbou modulárního typu	FORMÁT: A3	MĚŘITKO: 1:100	Č. VÝKRESU: D.2.	DATUM: 9.2.23
MÍSTO STAVBY: Skomelno 1, 338 28	STUPEŇ DOKUMENTACE: Realizační dokumentace	NÁZEV VÝKRESU: PŮDORYS 1.NP		



Tabulka místností 1.NP

Č.	Název místnosti	Plocha (m ²)	Nášlapná vrstva	Povrchová úprava zdí	Povrchová úprava stropu
201	PODKROVÍ 1	67,51	OSB deska	Jupol bílá barva	SDK podhled
201	PODKROVÍ 2	66,11	OSB deska	Jupol bílá barva	SDK podhled

Celková plocha: 133,62 m²

VÝPIS SKLADEB

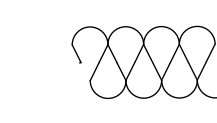



S1

- Malířská barva Jupol Classic
- Základ předstěny z SDK Rigips RB 12,5 mm
- Minerální tep. izolace Isover EVO + rošt z latí 60 x40 mm
- Difúzní folie – Jutafool N 220 Special
- Minerální tep. izolace Isover EVO + Steico_Joist nosníky 280 mm
- Základ nosné konstrukce z Fermacell 15 mm
- Venkovní fasádní barva – Cemix AZ – Akrylátová zatíraná béžová

S3

- Malířská barva Jupol Classic
- Opláštění SDK Rigips RB 12,5 mm
- Minerální tep. izolace Isover EVO + nosný hranol ze smrkového dřeva 125 mm
- Opláštění SDK Rigips RB 12,5 mm
- Malířská barva Jupol Classic

LEGENDA MATERIÁLŮ

-  Minerální tep. izolace Isover EVO,
 $\lambda_D = 0,036 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$
-  Nosný dřevěný hranol z rostlého dřeva 280x50 mm
-  Nosný dřevěný I-profil 280x50 mm
-  Nosný hranol z rostlého dřeva 125x60

LEGENDA ZNAČENÍ


- S1 – Prostup stropem 600x400mm, výlez na půdu, mezeru nutno vyplnit vatou.

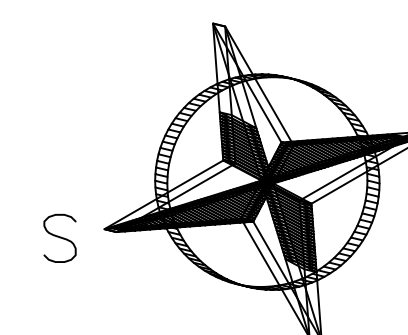
POZNÁMKY

- Veškeré práce je nutné průběžně kontrolovat a v případě zjištění pochybností nutno zkontaktovat s projektantem.

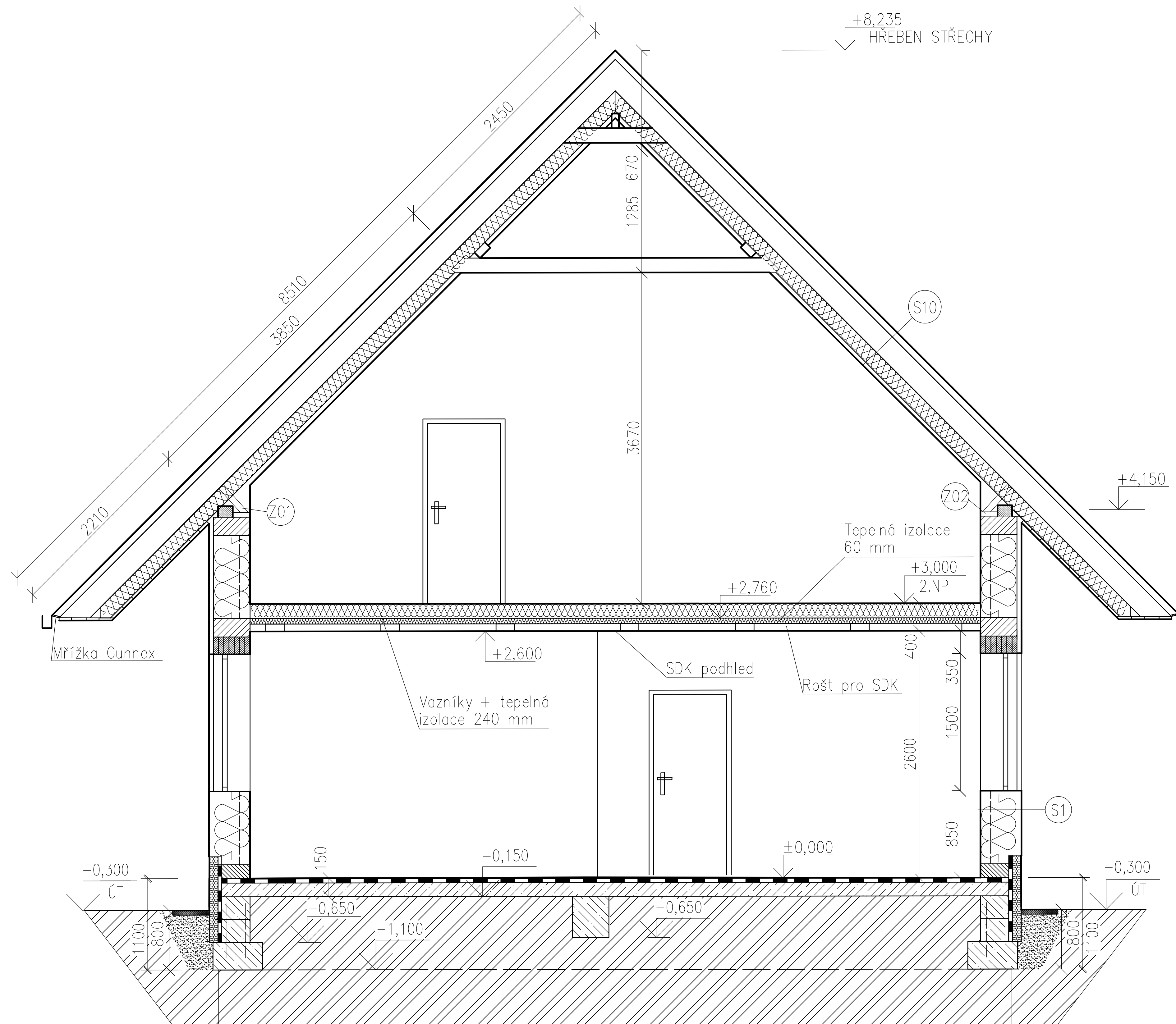
±0,000 = 274,580 m.n.m.

Kótováno v milimetrech, výškové kóty v metrech

STUDENT: Bc. Jindřich Grafek	VEDOUcí PRÁCE: doc. Ing. Roman Fojtík, Ph.D.	 Česká zemědělská univerzita v Praze		
Fakulta lesnická a dřevařská Katedra zpracování dřeva a biomateriálů Obor N-NDKSBD xgraj007@studenti.czu.cz				
DIPLOMOVÁ PRÁCE: Pasivní dům s přístavbou modulárního typu	FORMÁT: A3	MĚŘÍTKO: 1:100	Č. VÝKRESU: D.3.	DATUM: 9.2.23
MÍSTO STAVBY: Skomelno 1, 338 28	STUPEŇ DOKUMENTACE: Realizační dokumentace	NÁZEV VÝKRESU: PŮDORYS 2.NP		



VÝPIS SKLADEB



S1

- Malířská barva Jupol Classic
- Záklop předstěny z SDK Rigips RB 12,5 mm
- Minerální tep. izolace Isover EVO + rošt z latí 60 x 40 mm
- Difúzní folie – Jutafol N 220 Special
- Minerální tep. izolace Isover EVO + Steico_Joist nosníky 280 mm
- Záklop nosné konstrukce z Fermacell 15 mm
- Venkovní fasádní barva – Cemix AZ – Akrylátová zatíraná běžová

S10

- Střešní krytina bramac
- Latě 40 x 60 mm rostlé dřevo
- Kontralatě 60 x 40 mm rostlé dřevo
- Hydroizolační vrstva – Den braven
- Dřevovláknitá deska Steico Therm Dry
- Krokev + foukaná izolace Supafil Loft
- Minerální tepelná izolace a rošt z latí 40 x 60 mm
- Parozábrana Jutafol
- Záklop střešní konstrukce z SDK Rigips RB

POZNÁMKY

- Veškeré práce je nutné průběžně kontrolovat a v případě zjištění pochybností nutno konzultovat s projektantem.
- Veškeré rozměry před výrobou přeměřit.
- Dřevěné prvky je nutné naimpregnovat pomocí Bochemit
- Pohledové kleštiny je nutné naimpregnovat lazurou Dversol pro zanechání přírodní barvy dřeva

±0,000 = 274,580 m.n.m.

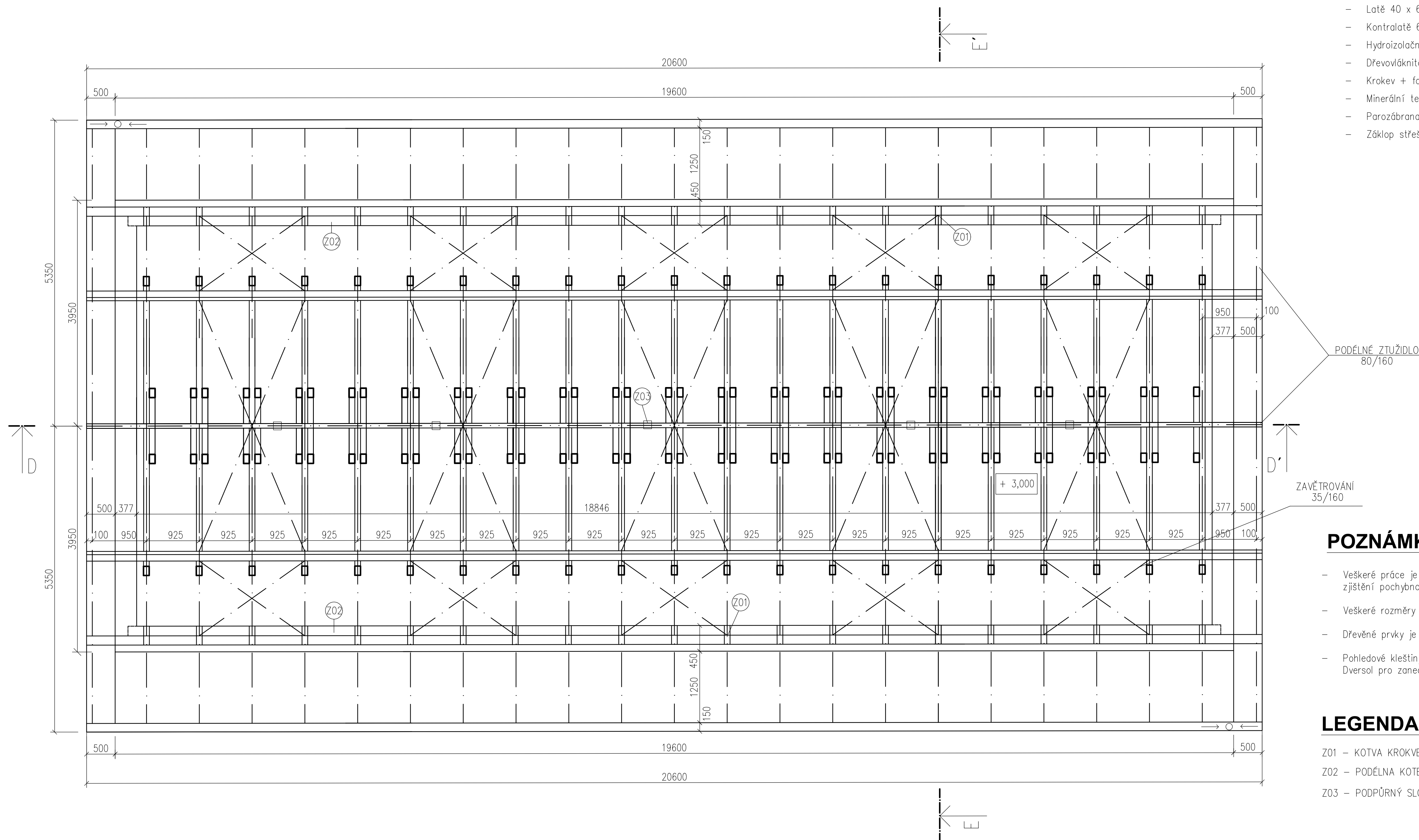
Kótováno v milimetrech, výškové kóty v metrech

STUDENT: Bc. Jindřich Grafek	VEDOUcí PRÁCE: doc. Ing. Roman Fojtík, Ph.D.			
Fakulta lesnická a dřevařská Katedra zpracování dřeva a biomateriálů Obor N-NDKSBD xgraj007@studenti.czu.cz				
DIPLOMOVÁ PRÁCE: Pasivní dům s přístavbou modulárního typu	FORMÁT: A4	MĚŘÍTKO: 1:100	Č. VÝKRESU: D.4.	DATUM: 9.2.23
MÍSTO STAVBY: Skomelno 1, 338 28	STUPEŇ DOKUMENTACE: Realizační dokumentace	NÁZEV VÝKRESU: ŘEZ C-C'		

VÝPIS SKLADEB

S10

- Střešní krytina bramac
- Latě 40 x 60 mm rostlé dřevo
- Kontralatě 60 x 40 mm rostlé dřevo
- Hydroizolační vrstva – Den braven
- Dřevoláknitá deska Steico Therm Dry
- Krokev + foukaná izolace Supafil Loft
- Minerální tepelná izolace a rošt z latí 40 x 60 mm
- Parozábrana Jutafol
- Záklop střešní konstrukce z SDK Rigips RB



PODÉLNÉ ZTUŽIDLO
80/160

ZAVĚTROVÁNÍ
35/160

POZNÁMKY

- Veškeré práce je nutné průběžně kontrolovat a v případě zjištění pochybností nutno zkontaktovat s projektantem.
- Veškeré rozměry před výrobou přeměřit.
- Dřevěné prvky je nutné naimpregnovat pomocí Bochemit
- Pohledové kleštiny je nutné naimpregnovat lazurou Dversol pro zanechání přírodní barvy dřeva

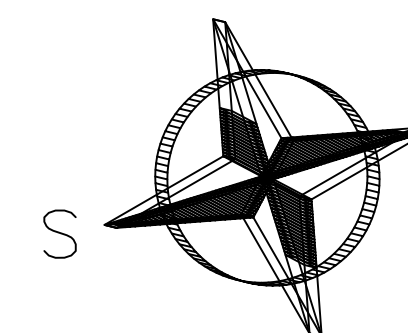
LEGENDA ZNAČENÍ

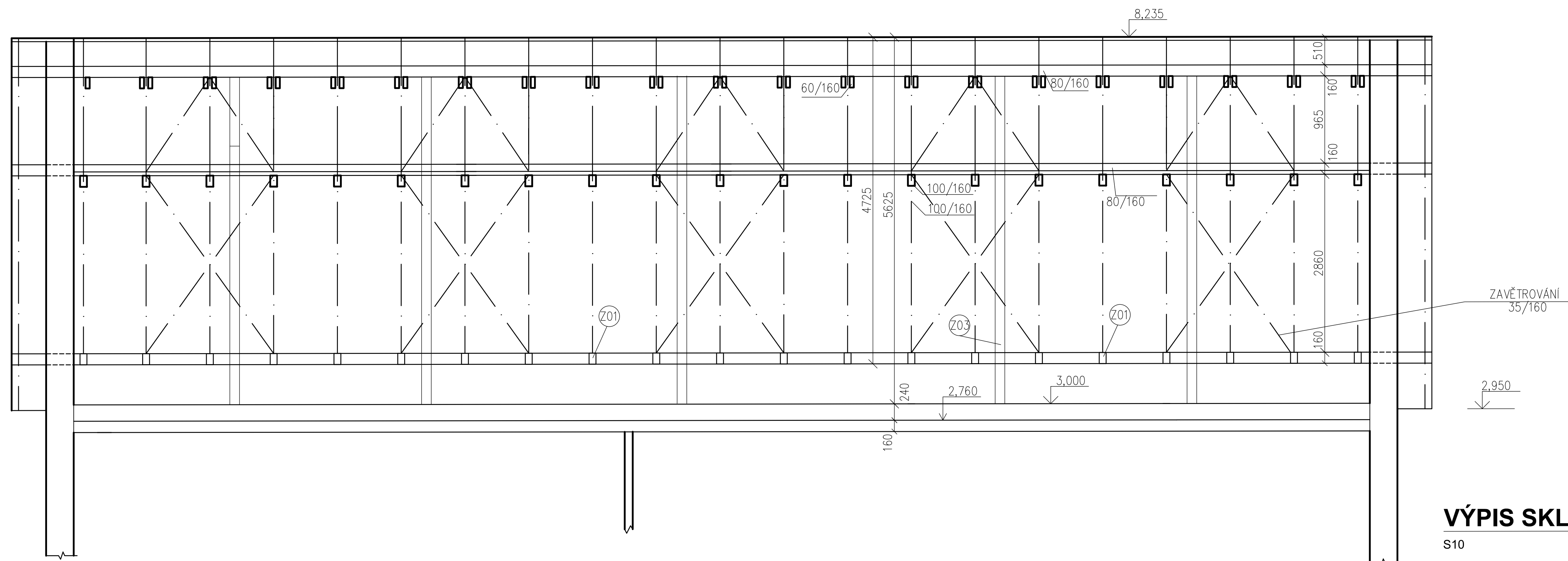
- Z01 – KOTVA KROKVE
- Z02 – PODÉLNÁ KOTEVNÍ VÝZTUHA
- Z03 – PODPŮRNÝ SLOUPEK

±0,000 = 274,580 m.n.m.

Kótováno v milimetrech, výškové kóty v metrech

STUDENT: Bc. Jindřich Grafek	VEDOUcí PRÁCE: doc. Ing. Roman Fojtík, Ph.D.			
Fakulta lesnická a dřevařská Katedra zpracování dřeva a biomateriálů Obor N-NDKSBD xgraj007@studenti.czu.cz				
DIPLOMOVÁ PRÁCE: Pasivní dům s přístavbou modulárního typu	FORMÁT: A3	MĚŘÍTKO: 1:100	Č. VÝKRESU: D.5.	DATUM: 9.2.23
MÍSTO STAVBY: Skomelno 1, 338 28	STUPEŇ DOKUMENTACE: Realizační dokumentace	NÁZEV VÝKRESU: PŮDORYS KROVU		





VÝPIS SKLADEB

S10

- Střešní krytina bramac
- Latě 40 x 60 mm rostlé dřevo
- Kontralatě 60 x 40 mm rostlé dřevo
- Hydroizolační vrstva – Den braven
- Dřevotřísnitá deska Steico Therm Dry
- Krokev + foukaná izolace Supafil Loft
- Minerální tepelná izolace a rošt z latí 40 x 60 mm
- Parozábrana Jutafoł
- Záklop střešní konstrukce z SDK Rigips RB

LEGENDA ZNAČENÍ

- Z01 – KOTVA KROKVE
- Z02 – PODÉLNÁ KOTEVNÍ VÝZTUHA
- Z03 – PODPŮRNÝ SLOUPEK

±0,000 = 274,580 m.n.m.

Kótováno v milimetrech, výškové kóty v metrech

POZNÁMKY

- Veškeré práce je nutné průběžně kontrolovat a v případě zjištění pochybností nutno konzultovat s projektantem.
- Veškeré rozměry před výrobou přeměřit.
- Dřevěné prvky je nutné naimpregnovat pomocí Bochemit
- Pohledové křeštiny je nutné naimpregnovat lazurou Dversol pro zanechání přírodní barvy dřeva

STUDENT: Bc. Jindřich Grafek	VEDOUcí PRÁCE: doc. Ing. Roman Fojtík, Ph.D.			
Fakulta lesnická a dřevařská Katedra zpracování dřeva a biomateriálů Obor N-NDKSBD xgraj007@studenti.czu.cz				
DIPLOMOVÁ PRÁCE: Pasivní dům s přístavbou modulárního typu	FORMÁT: A3	MĚŘÍTKO: 1:100	Č. VÝKRESU: D.6.	DATUM: 9.2.23
MÍSTO STAVBY: Skomelno 1, 338 28	STUPEŇ DOKUMENTACE: Realizační dokumentace	NÁZEV VÝKRESU: ŘEZ KROVEM D-D'		

VÝPIS SKLADEB

S10

- Střešní krytina bramac
- Latě 40 x 60 mm rostlé dřevo
- Kontralatě 60 x 40 mm rostlé dřevo
- Hydroizolační vrstva – Den braven
- Dřevovláknitá deska Steico Therm Dry
- Krokev + foukaná izolace Supafil Loft
- Minerální tepelná izolace a rošt z latí 40 x 60 mm
- Parozábrana Jutafol
- Záklop střešní konstrukce z SDK Rigips RB

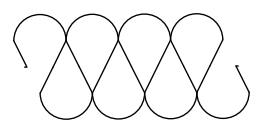

LEGENDA ZNAČENÍ

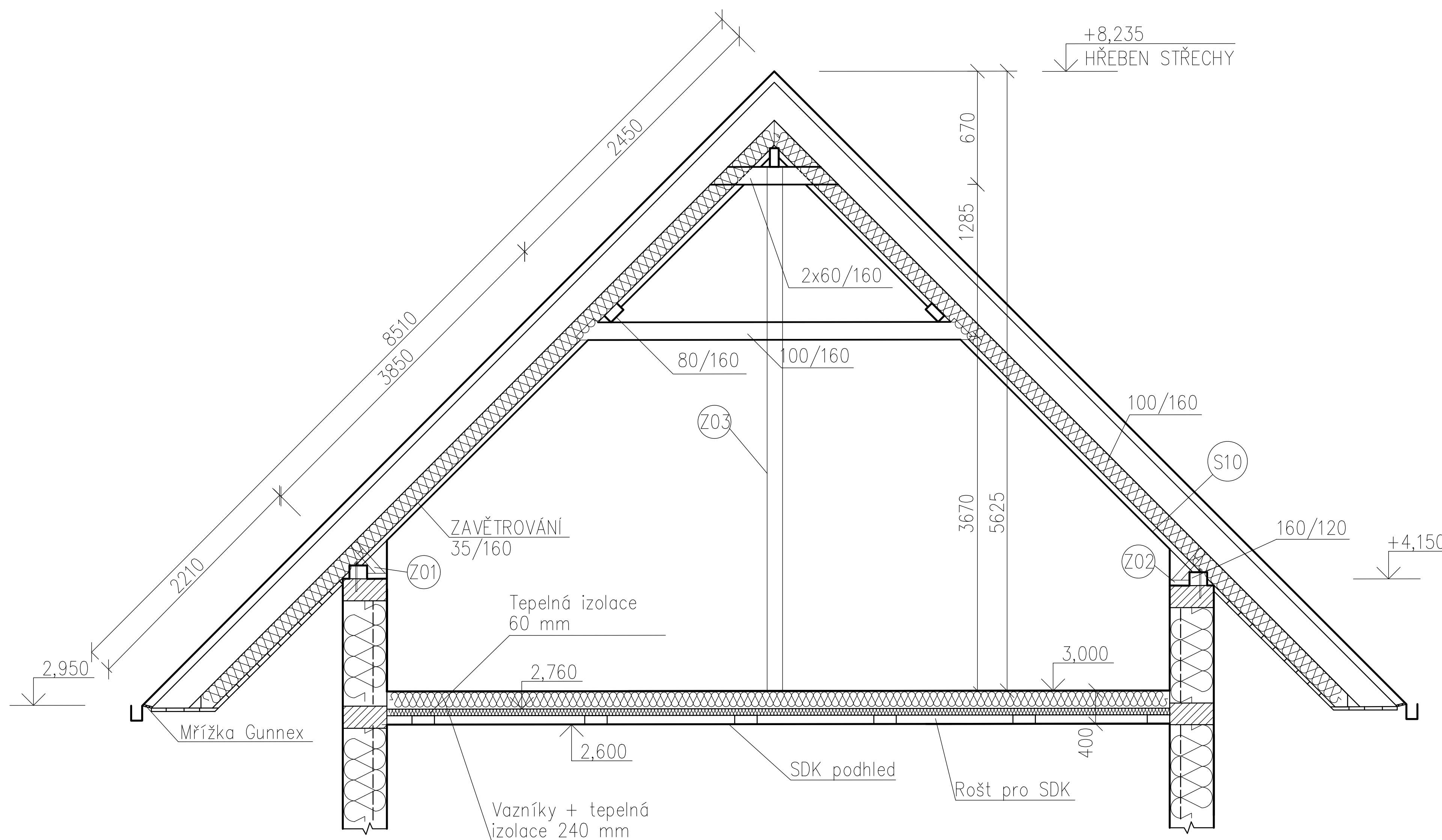
Z01 – KOTVA KROKVE

Z02 – PODÉLNA KOTEVNÍ VÝZTUHA

Z03 – PODPŮRNÝ SLOUPEK

LEGENDA MATERIÁLŮ

-  Minerální tep. izolace Isover EVO,
 $\lambda_D = 0,036 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
-  Nosný hranol z rostlého dřeva



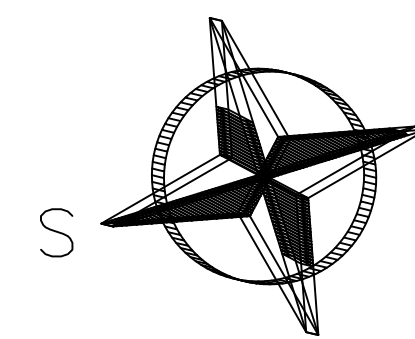
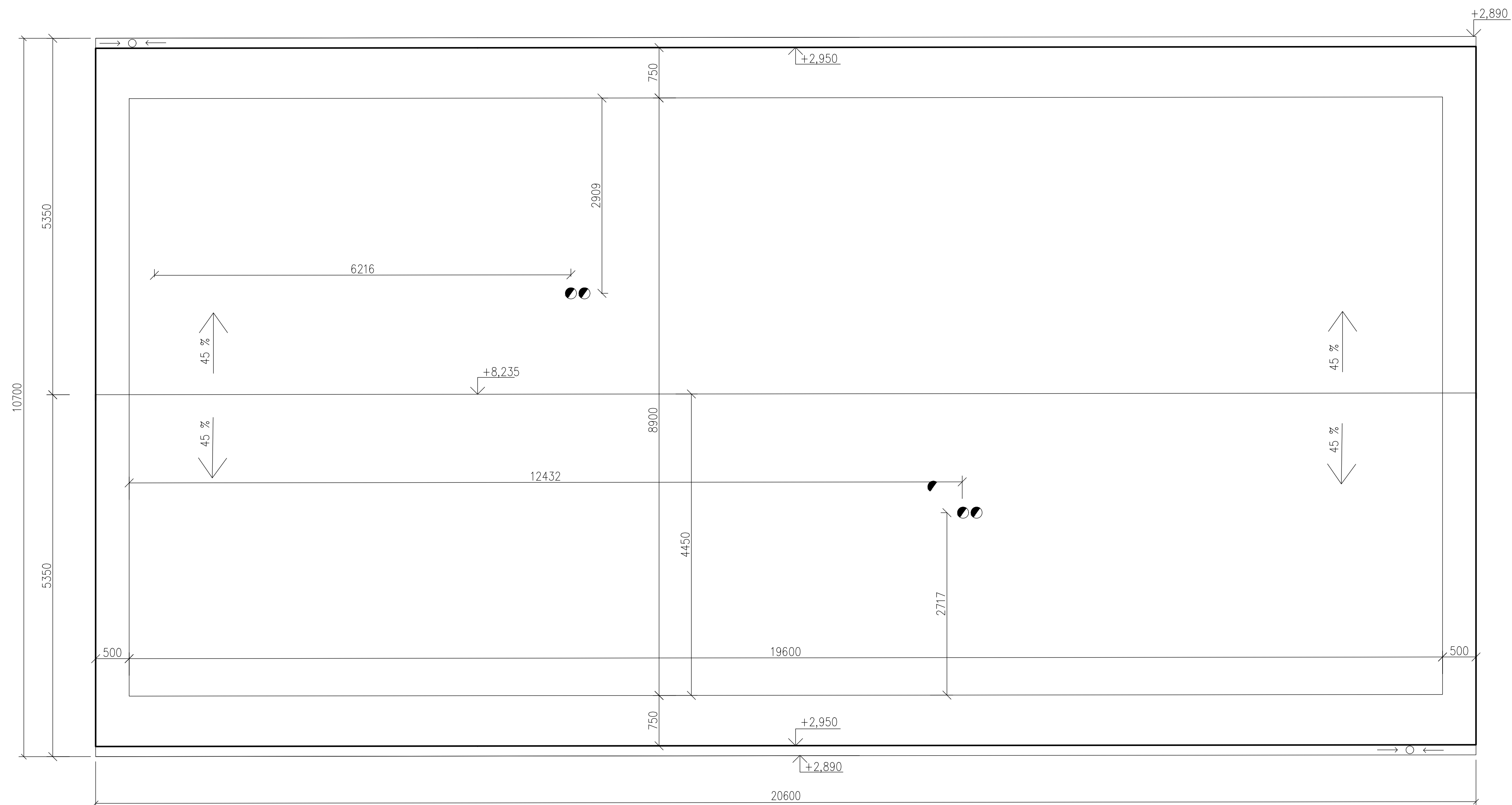
POZNÁMKY

- Veškeré práce je nutné průběžně kontrolovat a v případě zjištění pochybností nutno konzultovat s projektantem.
- Veškeré rozměry před výrobou přeměřit.
- Dřevěné prvky je nutné naimpregnovat pomocí Bochemit
- Pohledové kleštiny je nutné naimpregnovat lazurou Dversol pro zanechání přírodní barvy dřeva

±0,000 = 274,580 m.n.m.

Kótováno v milimetrech, výškové kóty v metrech

STUDENT: Bc. Jindřich Grafek	VEDOUcí PRÁCE: doc. Ing. Roman Fojtík, Ph.D.	 Česká zemědělská univerzita v Praze		
Fakulta lesnická a dřevařská Katedra zpracování dřeva a biomateriálů Obor N-NDKSBD xgraj007@studenti.czu.cz				
DIPLOMOVÁ PRÁCE: Pasivní dům s přístavbou modulárního typu	FORMÁT: A4	MĚŘÍTKO: 1:100	Č. VÝKRESU: D.7.	DATUM: 9.2.23
MÍSTO STAVBY: Skomelno 1, 338 28	STUPEŇ DOKUMENTACE: Realizační dokumentace	NÁZEV VÝKRESU: ŘEZ KROKEM E-E'		



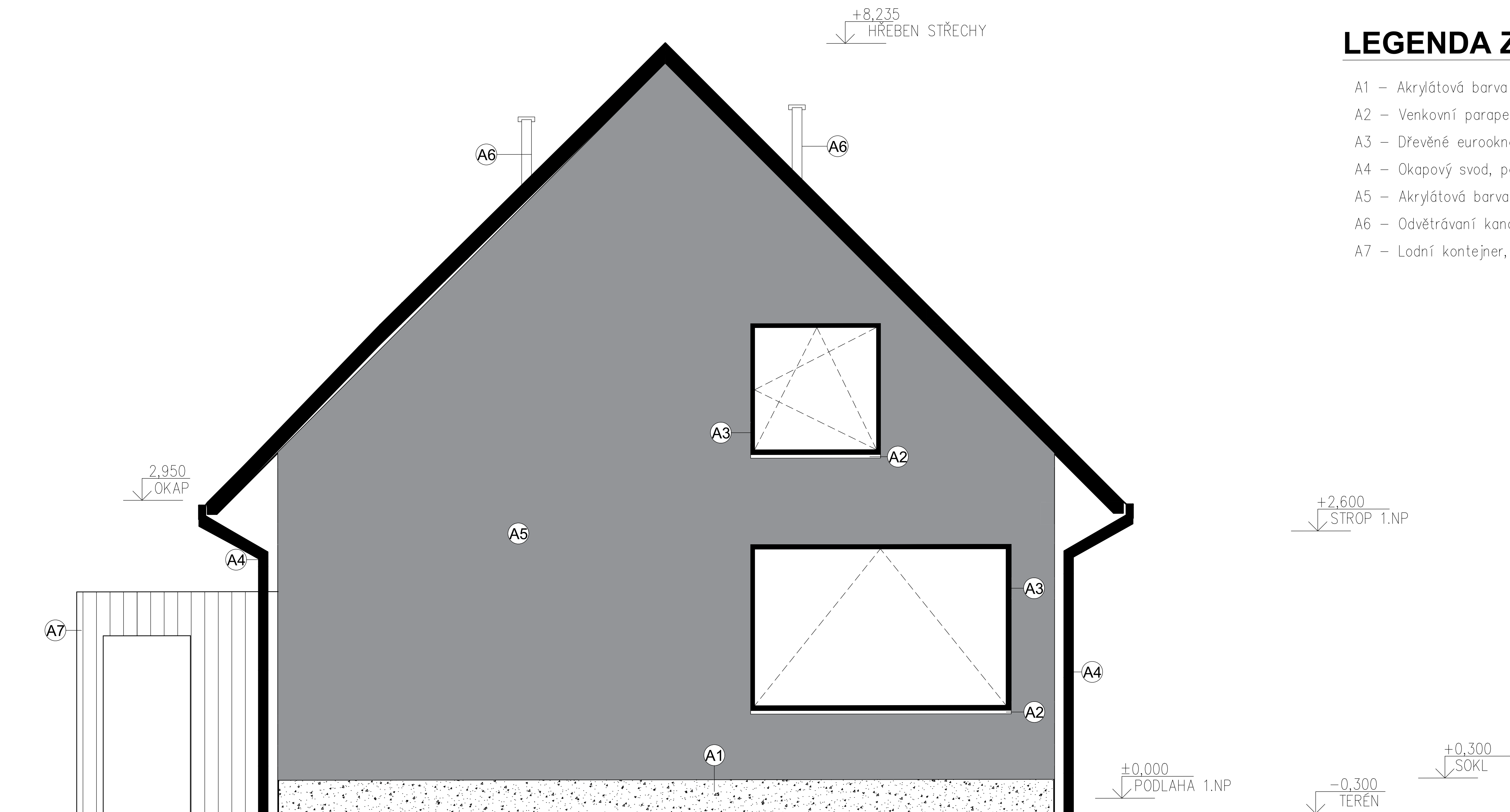
POZNÁMKY

- Veškeré práce je nutné průběžně kontrolovat a v případě zjištění pochybností nutno konzultovat s projektantem.
- Veškeré rozměry před výrobou přeměřit.

±0,000 = 274,580 m.n.m.

Kótováno v milimetrech, výškové kóty v metrech

STUDENT: Bc. Jindřich Grafek	VEDOUcí PRÁCE: doc. Ing. Roman Fojtík, Ph.D.				
Fakulta lesnická a dřevařská Katedra zpracování dřeva a biomateriálů Obor N-NDKSBD xgraj007@studenti.czu.cz					
DIPLOMOVÁ PRÁCE: Pasivní dům s přístavbou modulárního typu		FORMÁT: A3	MĚŘÍTKO: 1:100	Č. VÝKRESU: D.8.	DATUM: 9.2.23
MÍSTO STAVBY: Skomelno 1, 338 28	STUPEŇ DOKUMENTACE: Realizační dokumentace	NÁZEV VÝKRESU: POHLED NA STŘECHU			



LEGENDA ZNAČENÍ

- A1 – Akrylátová barva Cemix AZ, šedá barva
- A2 – Venkovní parapet, pozinkový plech
- A3 – Dřevěné eurookno, modřín přírodní
- A4 – Okapový svod, pozinkovaný plech
- A5 – Akrylátová barva Cemix AZ, béžová barva
- A6 – Odvětrávání kanalizace a radonu, pozinkovaný plech
- A7 – Lodní kontejner, korozní ocel COR-TEN

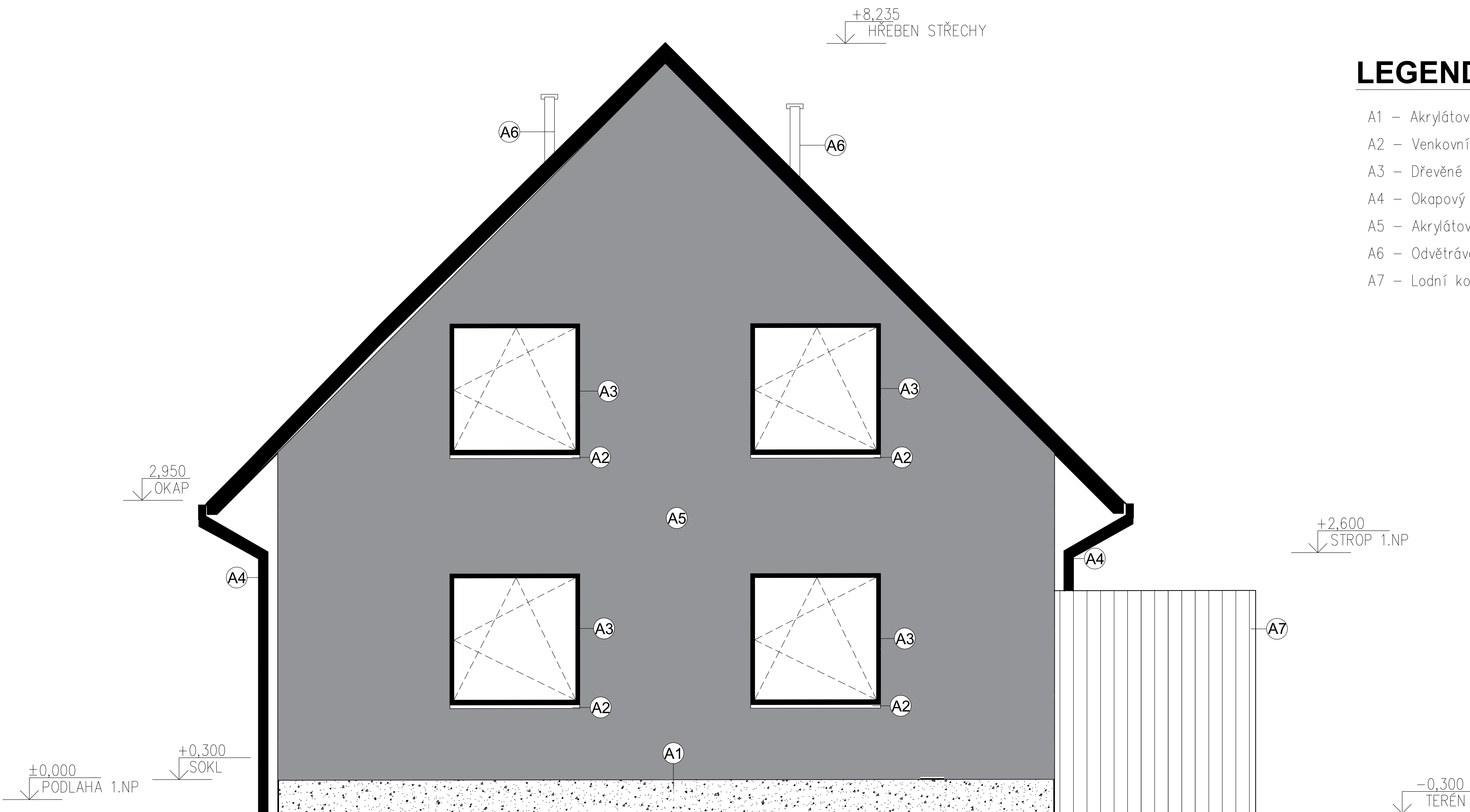
POZNÁMKY

- Veškeré práce je nutné průběžně kontrolovat a v případě zjištění pochybností nutno zkontrolovat s projektantem.
- Veškeré rozměry před výrobou přeměřit.
- Klempířské prvky sjednotit

±0,000 = 274,580 m.n.m.

Kótováno v milimetrech, výškové kóty v metrech

STUDENT: Bc. Jindřich Grafek	VEDOUcí PRÁCE: doc. Ing. Roman Fojtík, Ph.D.				
Fakulta lesnická a dřevařská Katedra zpracování dřeva a biomateriálů Obor N-NDKSBD xgraj007@studenti.czu.cz					
DIPLOMOVÁ PRÁCE: Pasivní dům s přístavbou modulárního typu		FORMÁT: A4	MĚŘÍTKO: 1:100	Č. VÝKRESU: D.9.	DATUM: 9.2.23
MÍSTO STAVBY: Skomelno 1, 338 28	STUPEŇ DOKUMENTACE: Realizační dokumentace	NÁZEV VÝKRESU: POHLED SEVERNÍ			



LEGENDA ZNAČENÍ

- A1 – Akrylátová barva Cemix AZ, šedá barva
- A2 – Venkovní parapet, pozinkový plech
- A3 – Dřevěné eurookno, modřín přírodní
- A4 – Okapový svod, pozinkovaný plech
- A5 – Akrylátová barva Cemix AZ, béžová barva
- A6 – Odvětrávání kanalizace a radonu, pozinkovaný plech
- A7 – Lodní kontejner, korozní ocel COR-TEN

POZNÁMKY

- Veškeré práce je nutné průběžně kontrolovat a v případě zjištění pochybností nutno zkontaktovat s projektantem.
- Veškeré rozměry před výrobou přeměřit.
- Klempířské prvky sjednotit

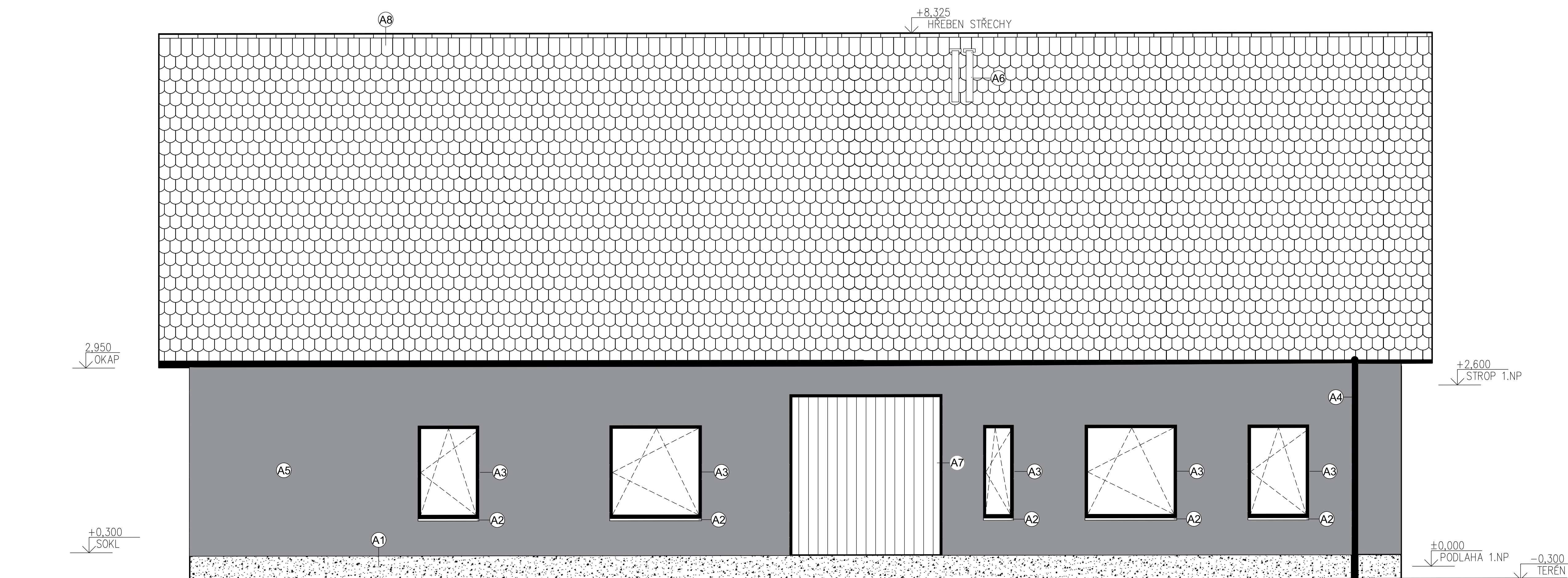
±0,000 = 274,580 m.n.m.

Kótováno v milimetrech, výškové kóty v metrech

STUDENT: Bc. Jindřich Grafek	VEDOUcí PRÁCE: doc. Ing. Roman Fojtík, Ph.D.				
Fakulta lesnická a dřevařská Katedra zpracování dřeva a biomateriálů Obor N-NDKSBD xgraj007@studenti.czu.cz					
DIPLOMOVÁ PRÁCE: Pasivní dům s přístavbou modulárního typu		FORMÁT: A4	MĚŘÍTKO: 1:100	Č. VÝKRESU: D.10.	DATUM: 9.2.23
MÍSTO STAVBY: Skomelno 1, 338 28	STUPEŇ DOKUMENTACE: Realizační dokumentace	NÁZEV VÝKRESU: POHLED JIŽNÍ			

LEGENDA ZNAČENÍ

- A1 – Akrylátová barva Cemix AZ, šedá barva
- A2 – Venkovní parapet, pozinkový plech
- A3 – Dřevěné eurookna, modřín přírodní
- A4 – Okapový svod, pozinkovaný plech
- A5 – Akrylátová barva Cemix AZ, béžová barva
- A6 – Odvětrávání kanalizace a radonu, pozinkovaný plech
- A7 – Lodní kontejner, korozní ocel COR-TEN
- A8 – Střešní krytiny Bramac, cihlově červená barva



POZNÁMKY

- Veškeré práce je nutné průběžně kontrolovat a v případě zjištění pochybností nutno konzultovat s projektantem.
- Veškeré rozměry před výrobou přeměřit.
- Klempířské prvky sjednotit

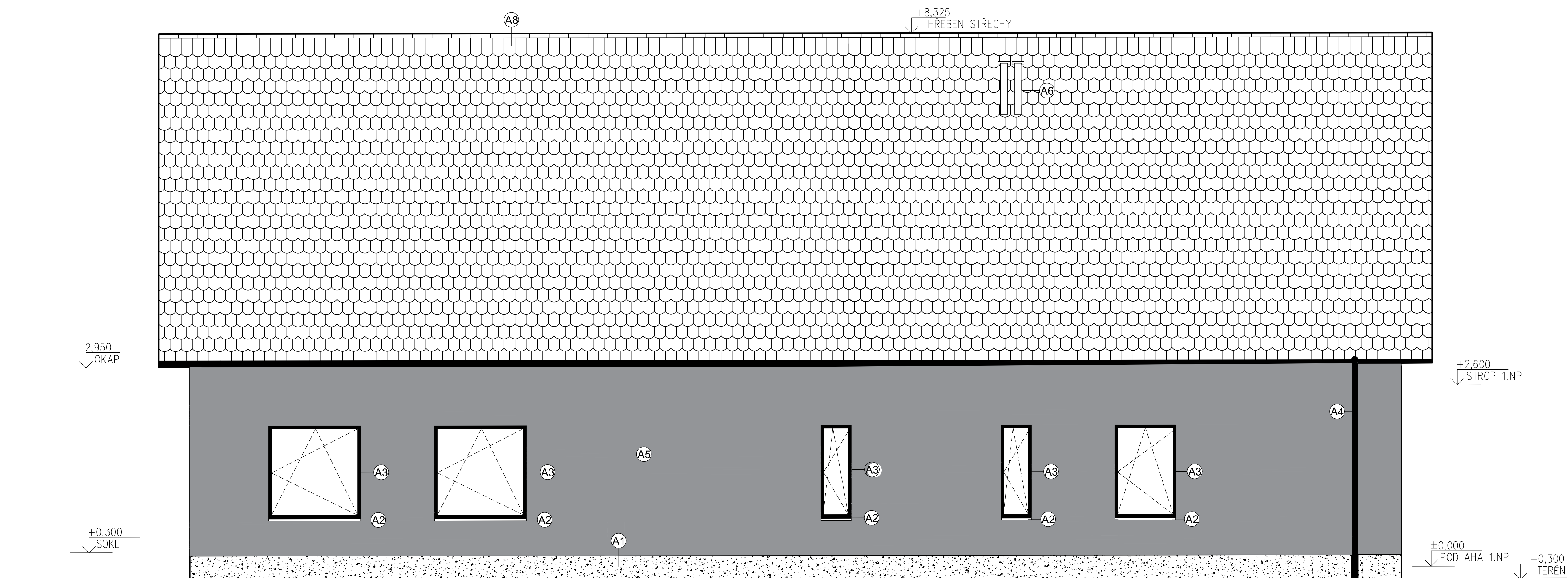
±0,000 = 274,580 m.n.m.

Kótováno v milimetrech, výškové kóty v metrech

STUDENT: Bc. Jindřich Grafek	VEDOUcí PRÁCE: doc. Ing. Roman Fojtík, Ph.D.				
Fakulta lesnická a dřevařská Katedra zpracování dřeva a biomateriálů Obor N-NDKSBD xgraj007@studenti.czu.cz					
DIPLOMOVÁ PRÁCE: Pasivní dům s přístavbou modulárního typu		FORMÁT: A3	MĚŘÍTKO: 1:100	Č. VÝKRESU: D.11.	DATUM: 9.2.23
MÍSTO STAVBY: Skomelno 1, 338 28	STUPEŇ DOKUMENTACE: Realizační dokumentace	NÁZEV VÝKRESU: POHLED VÝCHODNÍ			

LEGENDA ZNAČENÍ

- A1 – Akrylátová barva Cemix AZ, šedá barva
- A2 – Venkovní parapet, pozinkovaný plech
- A3 – Dřevěné eurookno, modřín přírodní
- A4 – Okapový svod, pozinkovaný plech
- A5 – Akrylátová barva Cemix AZ, béžová barva
- A6 – Odvětrávání kanalizace a radonu, pozinkovaný plech
- A8 – Střešní krytiny Bramac, cihlově červená barva



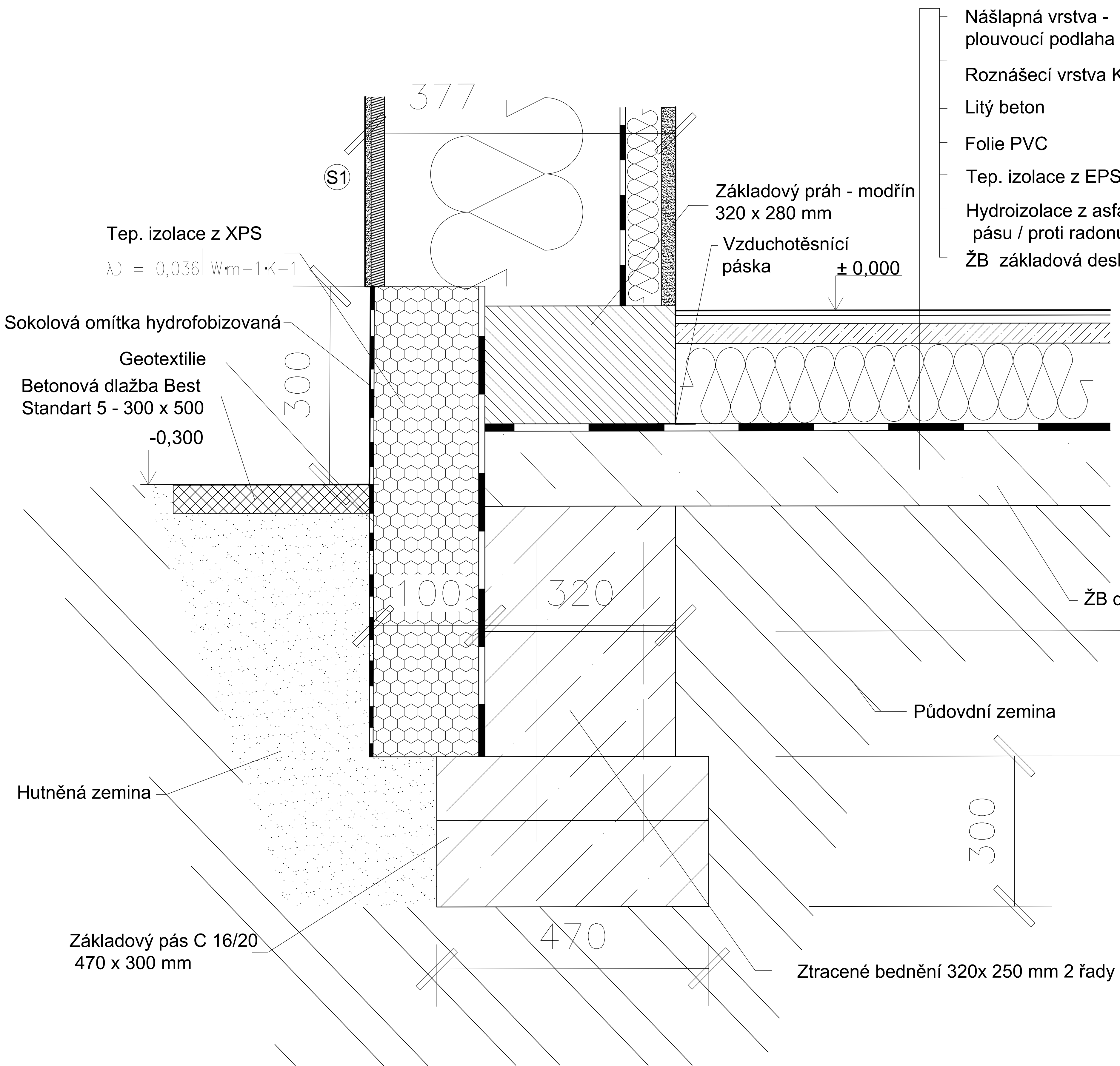
POZNÁMKY

- Veškeré práce je nutné průběžně kontrolovat a v případě zjištění pochybností nutno konzultovat s projektantem.
- Veškeré rozměry před výrobou přeměřit.
- Klempířské prvky sjednotit

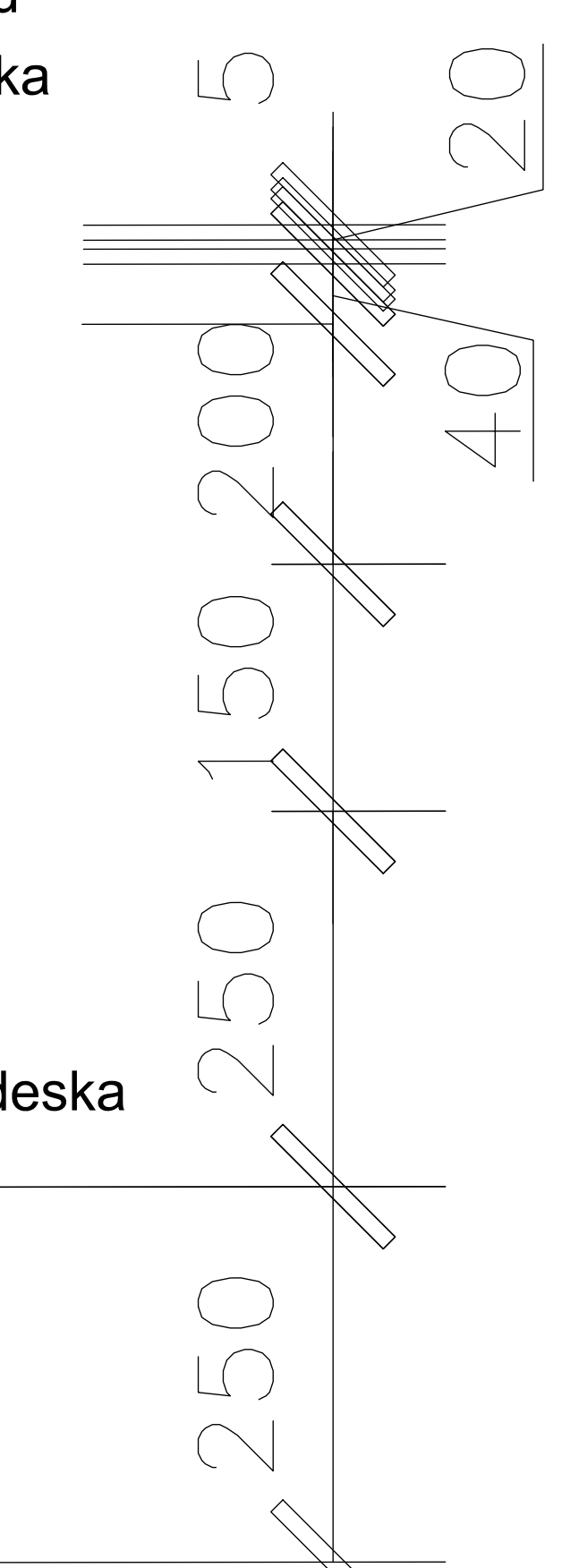
±0,000 = 274,580 m.n.m.

Kótováno v milimetrech, výškové kóty v metrech

STUDENT: Bc. Jindřich Grafek	VEDOUcí PRÁCE: doc. Ing. Roman Fojtík, Ph.D.				
Fakulta lesnická a dřevařská Katedra zpracování dřeva a biomateriálů Obor N-NDKSBD xgraj007@studenti.czu.cz					
DIPLOMOVÁ PRÁCE: Pasivní dům s přístavbou modulárního typu		FORMÁT: A3	MĚŘÍTKO: 1:100	Č. VÝKRESU: D.12.	DATUM: 9.2.23
MÍSTO STAVBY: Skomelno 1, 338 28	STUPEŇ DOKUMENTACE: Realizační dokumentace	NÁZEV VÝKRESU: Pohled ZÁPADNÍ			

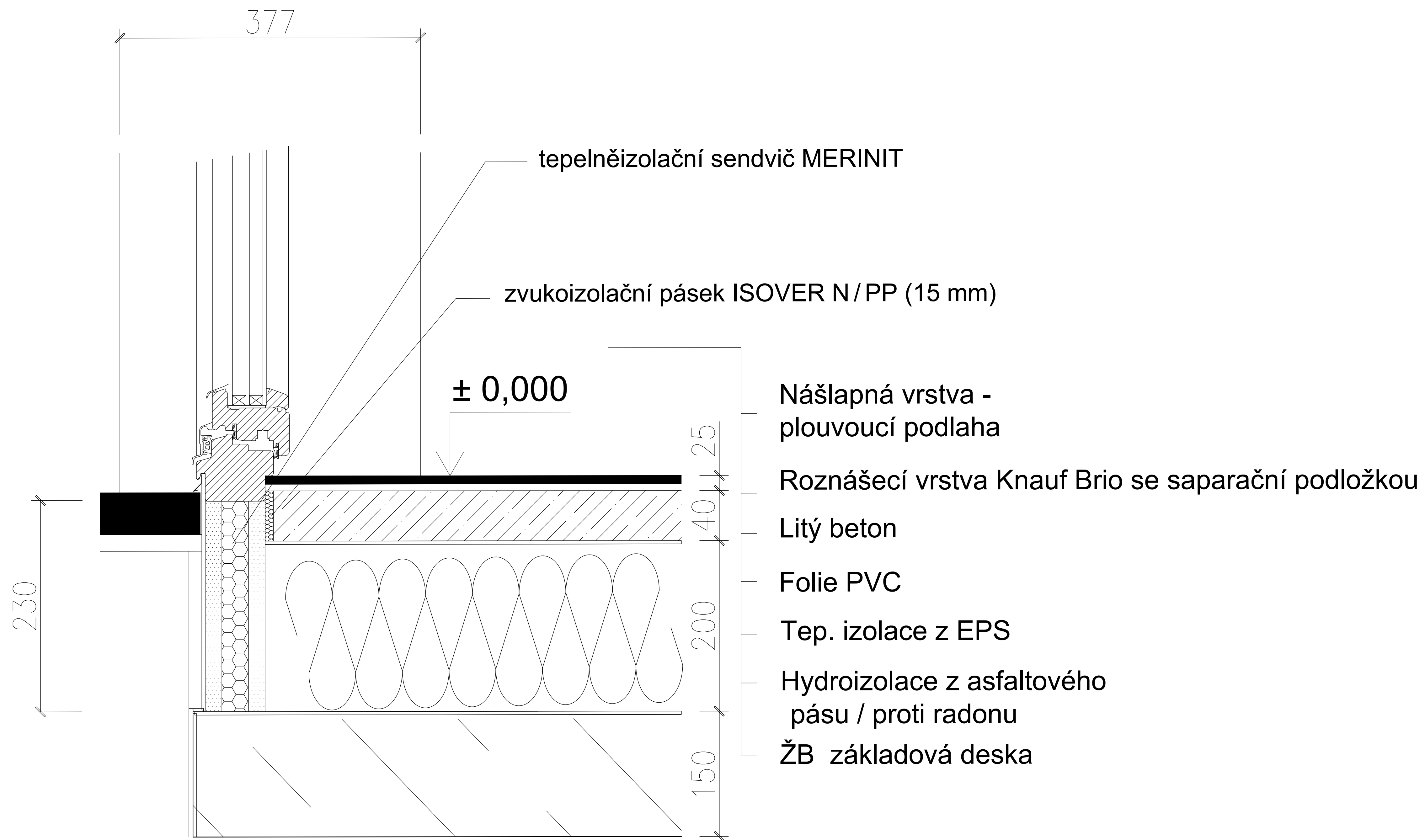


- Nášlapná vrstva - plouvoucí podlaha
- Roznášecí vrstva Knauf Brio se separační podložkou
- Litý beton
- Folie PVC
- Tep. izolace z EPS
- Hydroizolace z asfaltového pásu / proti radonu
- ŽB základová deska



±0,000 = 274,580 m.n.m.
 Kótováno v milimetrech, výškové kóty v metrech

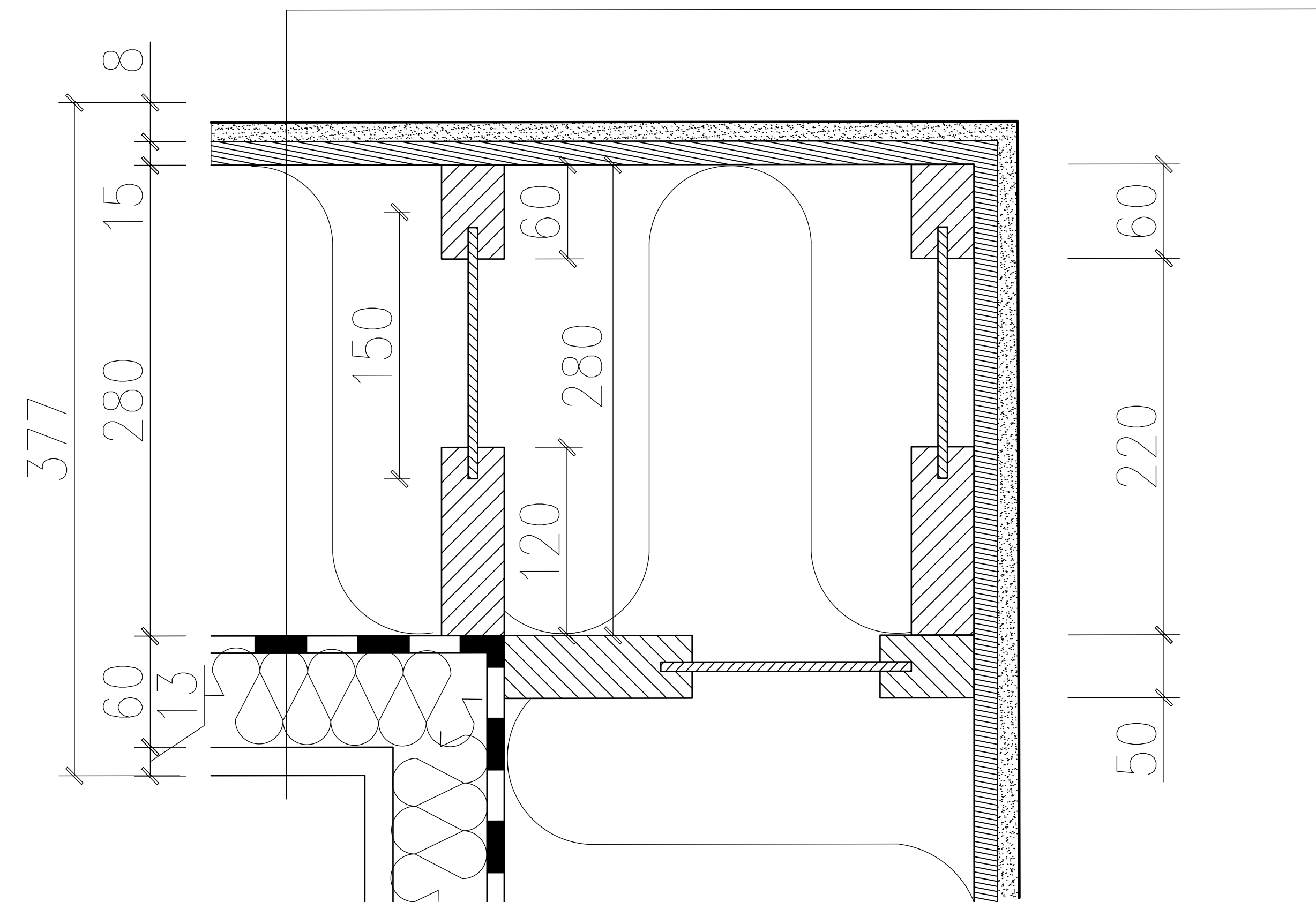
STUDENT: Bc. Jindřich Grafek	VEDOUcí PRÁCE: doc. Ing. Roman Fojtík, Ph.D.			
Fakulta lesnická a dřevařská Katedra zpracování dřeva a biomateriálů Obor N-NDKSBD xgraj007@studenti.czu.cz				
DIPLOMOVÁ PRÁCE: Pasivní dům s přístavbou modulárního typu	FORMÁT: A3	MĚŘÍTKO: 1:10	Č. VÝKRESU: D.13.	DATUM: 9.2.23
MÍSTO STAVBY: Skomelno 1, 338 28	STUPEŇ DOKUMENTACE: Realizační dokumentace	NÁZEV VÝKRESU: DETAIL NAPOJENÍ ZÁKL. PRAHU		



±0,000 = 274,580 m.n.m.

Kótováno v milimetrech, výškové kóty v metrech

STUDENT: Bc. Jindřich Grafek	VEDOUcí PRÁCE: doc. Ing. Roman Fojtík, Ph.D.				
Fakulta lesnická a dřevařská Katedra zpracování dřeva a biomateriálů Obor N-NDKSBD xgraj007@studenti.czu.cz					
DIPLOMOVÁ PRÁCE: Pasivní dům s přístavbou modulárního typu		FORMÁT: A4	MĚŘÍTKO: 1:10	Č. VÝKRESU: D.14	DATUM: 9.2.23
MÍSTO STAVBY: Skomelno 1, 338 28	STUPEŇ DOKUMENTACE: Realizační dokumentace	NÁZEV VÝKRESU: DETAIL ŘEZU NAPOJENÍ PRAHU			



Malířská barva Jupol Classic
 Záklop předstěny z SDK Rigips RB 12,5 mm
 Minerální tep. izolace Isover EVO + rošt z latí 60 x40 mm
 Difúzní folie – Jutafol N 220 Special
 Minerální tep. izolace Isover EVO + Steico_Joist nosníky 280 mm
 Záklop nosné konstrukce z Fermacell 15 mm
 Venkovní fasádní barva – Cemix AZ – Akrylátová zatíraná béžová

±0,000 = 274,580 m.n.m.

Kótováno v milimetrech, výškové kóty v metrech

STUDENT: Bc. Jindřich Grafek	VEDOUcí PRÁCE: doc. Ing. Roman Fojtík, Ph.D.	Česká zemědělská univerzita v Praze			
Fakulta lesnická a dřevařská Katedra zpracování dřeva a biomateriálů Obor N-NDKSBD xgraj007@studenti.czu.cz					
DIPLOMOVÁ PRÁCE: Pasivní dům s přístavbou modulárního typu		FORMÁT: A4	MĚŘÍTKO: 1:10	Č. VÝKRESU: D.15.	DATUM: 9.2.23
MÍSTO STAVBY: Skomelno 1, 338 28	STUPEŇ DOKUMENTACE: Realizační dokumentace	NÁZEV VÝKRESU: DETAIL NÁROŽÍ			

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra zpracování dřeva a biomateriálů



**Fakulta lesnická
a dřevařská**

Pasivní dům s přístavbou modulárního typu

Příloha B – Výstupy z programu Teplo 2017

Autor: Bc. Jindřich Grafek
Vedoucí práce: doc. Ing. Roman Fojtík, Ph.D.

2023

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Střecha

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i : 18.0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} : 20.0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} : -15.0 C
Teplota na vnější straně T_e : -15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 19.0 C
Relativní vlhkost v interiéru RH_i: 50.0 % (+5.0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Rigips RB/RBI/RF/MA (sádrokart	0.0125	0.210	10.0
2	Jutafoł N 140 Special	0.0003	0.390	148275.0
3	Isover Aku	0.040	0.049	1.0
4	Knauf Insulaiton	0.160	0.039	1.0
5	STEICO therm dry	0.240	0.039	3.0
6	Fatrafoł 808	0.0012	0.350	11600.0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0.738$
Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0.978$

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Jejich převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U_{,N} = 0.24 \text{ W/m}^2\text{K}$
Vypočtená hodnota: $U = 0.089 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_{,N}$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než $0,1 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí:

zóna č. 1: $0.048 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$ (materiál: Fatrafoł 808).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: $0.048 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

Vypočtené hodnoty:

- V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.
- V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.
- Kond.zóna č. 1: Max. množství akumul. vlhkosti $M_{c,a} = 0.0370 \text{ kg/m}^2$
Na konci modelového roku je zóna suchá.

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.

$M_{a,vysl} = 0 \text{ kg/m}^2$... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

$M_{c,a} < M_{c,N}$... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: podlaha 1.NP

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i : 20.0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} : 20.0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} : -15.0 C
Teplota na vnější straně T_e : 7.7 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20.6 C
Relativní vlhkost v interiéru RH_i: 50.0 % (+5.0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Dlažba keramická	0.016	1.010	200.0
2	Cemix 115 - Lepidlo speciál	0.009	0.570	20.0
3	Beton hutný 1	0.040	1.230	17.0
4	Folie PVC	0.0005	0.160	16700.0
5	Rigips EPS 200 S Stabil (3)	0.200	0.034	100.0
6	A 400 H	0.0007	0.210	3150.0
7	Beton hutný 1	0.150	1.230	17.0
8	Štěrka	0.300	0.650	15.0
9	Hlína suchá	2.000	0.700	1.5

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $f, R_{si}, N = f, R_{si}, cr = 0.302$
Vypočtená průměrná hodnota: $f, R_{si}, m = 0.963$

Kritický teplotní faktor f, R_{si}, cr byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota fR_{si}, m (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U, N = 0.45 \text{ W/m}^2\text{K}$
Vypočtená hodnota: $U = 0.149 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U, N$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,1 kg/m².rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Obvodová stěna

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i : 20.0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} : 20.0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} : -15.0 C
Teplota na vnější straně T_e : -15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20.6 C
Relativní vlhkost v interiéru R_{Hi} : 50.0 % (+5.0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	JUB Jupol Classic	0.0001	1.000	30.0
2	Rigips RB/RBI/RF/MA (sádrokart	0.0125	0.210	10.0
3	Isover EVO	0.060	0.054	1.0
4	Jutafol N 220 Special	0.0003	0.390	312000.0
5	Isover EVO	0.039	0.055	1.0
6	Isover EVO	0.202	0.040	1.0
7	Isover EVO	0.039	0.055	1.0
8	Fermacell	0.015	0.320	13.0
9	Cemix AZ - Akrylátová zatíraná	0.007	0.962	204.0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $f, R_{si, N} = f, R_{si, cr} = 0.747$
Vypočtená průměrná hodnota: $f, R_{si, m} = 0.969$

Kritický teplotní faktor $f, R_{si, cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $fR_{si, m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U, N = 0.30 \text{ W/m}^2\text{K}$
Vypočtená hodnota: $U = 0.127 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U, N$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,1 kg/m².rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra zpracování dřeva a biomateriálů



**Fakulta lesnická
a dřevařská**

Pasivní dům s přístavbou modulárního typu

Příloha C – Statické posouzení

Autor: Bc. Jindřich Grafek
Vedoucí práce: doc. Ing. Roman Fojtík, Ph.D.

2023

Skladba střešního pláště

Tabulka 1: Skladba střešního pláště

S10 – skladba střešní konstrukce		
Číslování	Druh výrobku a materiál	tloušťka (mm)
Exteriér		
1	Střešní krytina bramac	25
2	Latě 40 x 60 mm rostlé dřevo	40
3	Kontralatě 60 x 40 mm rostlé dřevo	60
4	Hydroizolační vrstva – Futrafol 808	15
5	Dřevovláknitá deska Steico Therm Dry	240
6	Krokev + foukaná izolace Knauf Instalution	160
7	Minerální tepelná izolace a rošt z latí 40 x 60 mm	40
8	Parozábrana Jutafol N 140	1
9	Záklop střešní konstrukce z SDK Rigips RB	13
Interiér		
Celková tloušťka		594

Výpočet stálého zatížení

Osová vzdálenost krokví = 0,925 m

Šířka latě = 40 mm

Výška latě = 60 mm

Osová vzdálenost roštu = 0,625 m

Střední část krokve

Tabulka 2: Výpočet zatížení na střední část krokve

Název:	Zatížení	Jednotky	Tloušťka vrstvy	Zatížení	Charakter. hodnota zatížení	Návrhová hodnota zatížení
			[m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]
Fotovoltaika	8.22	kg/m ²	/	0.08	0.0760	0.1026
Střešní krytina - tašky Bramac	37.5	kg/m ²	/	0.38	0.3469	0.4683
Střešní latě a kontra latě	6	kg/m ²	/	0.06	0.0555	0.0749
Dřevovláknitá deska Steico Therm Dry	110	kg/m ³	0.24	1.10	0.0244	0.0330
Tepelná izolace foukaná Supafil Loft	2.5	kg/m ²	/	0.03	0.0231	0.0312
Systémový rošt po 625 mm	350	kg/m ³	Ø	3.50	0.0134	0.0181
Tepelná izolace Isover EVO	19.5	kg/m ³	0.04	0.20	0.0072	0.0097
SDK Rigips	9	kg/m ²	/	0.09	0.0833	0.1124

Celková hodnota zatížení = 0,629 kN/m

Návrhová hodnota zatížení = 0,850 kN/m

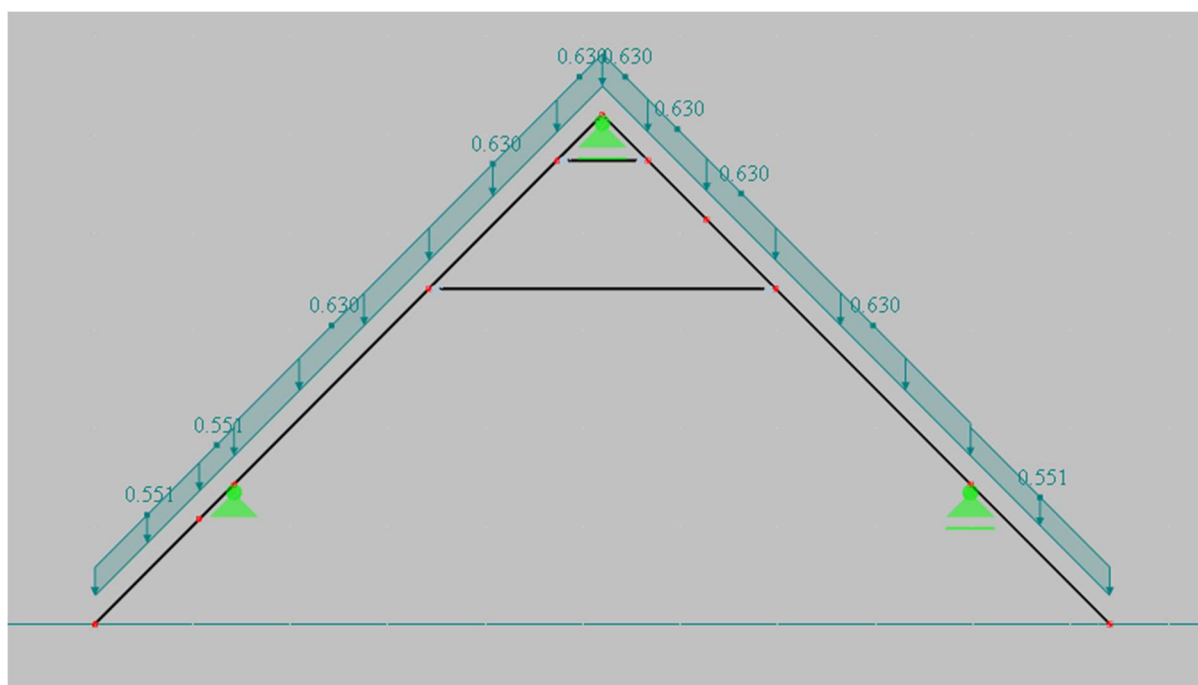
Okapová část krokve

Tabulka 3: Výpočet zatížení na okapovou část krokve

Název:	Zatížení	Jednotky	Tloušťka vrstvy	Zatížení	Charakter. hodnota zatížení	Návrhová hodnota zatížení
			[m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]
Fotovoltaika	8.22	kg/m ²	/	0.08	0.0760	0.1026
Střešní krytina - tašky Bramac	37.5	kg/m ²	/	0.38	0.3469	0.4683
Střešní latě a kontra latě	6	kg/m ²	/	0.06	0.0555	0.0749
Dřevovláknitá deska Steico Therm Dry	110	kg/m ³	0.024	1.10	0.0244	0.0330
Podbití	350	kg/m ³	0.015	3.50	0.0486	0.0656

Celková hodnota zatížení = 0,551 kN/m

Návrhová hodnota zatížení = 0,074 kN/m



Obrázek 1: Aplikace stálého zatížení

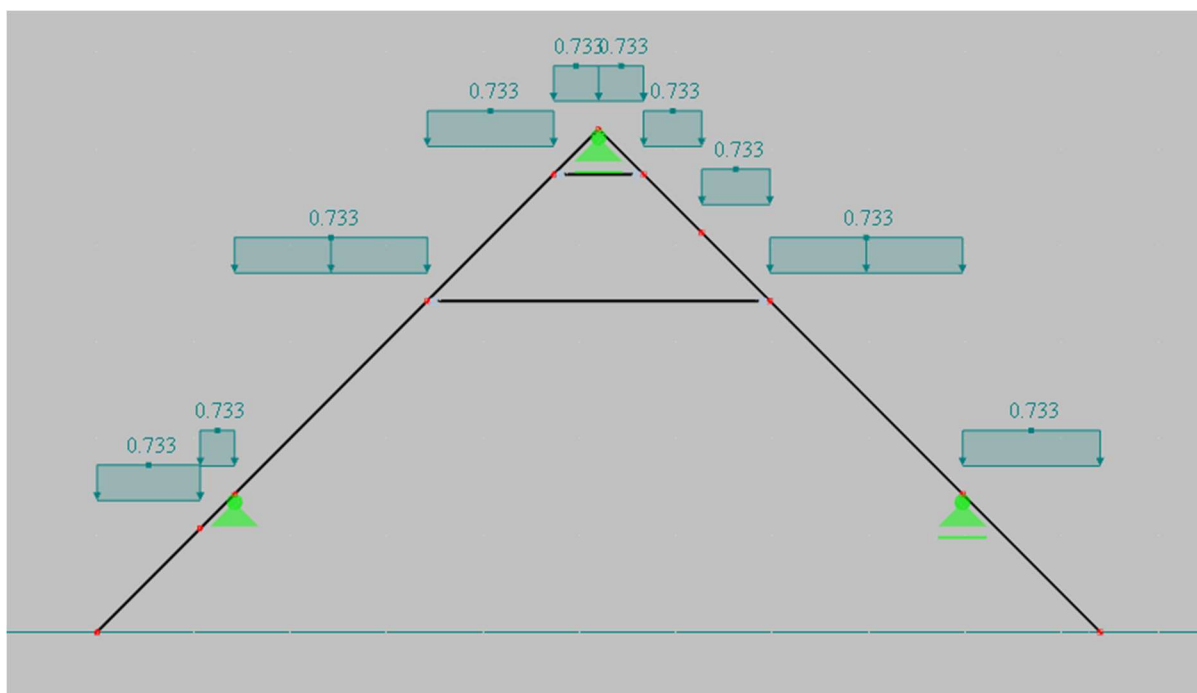
Užitné zatížení

Krokev

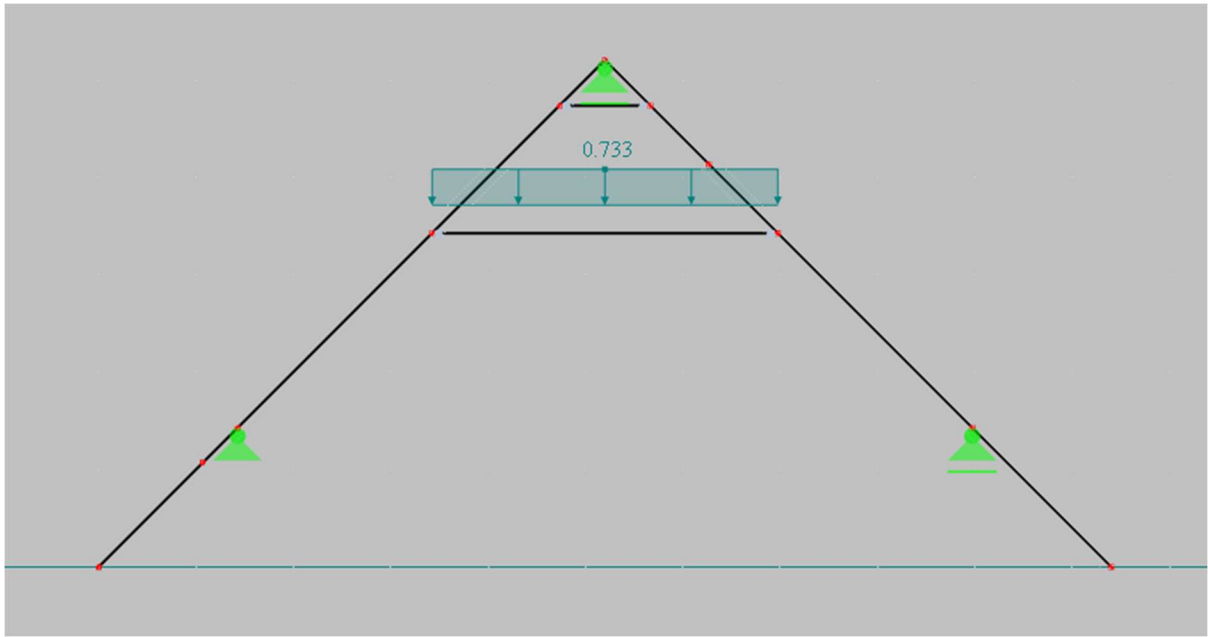
Charakteristická hodnota plošného zatížení	$q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$
Charakteristická hodnota liniového zatížení	$q_k = 0,694 \text{ kN/m}$
Charakteristická hodnota bodového zatížení	$Q_k = 1,0 \text{ kN}$
Návrhová hodnota liniového zatížení	$q_d = 1,041 \text{ kN/m}$
Návrhová hodnota bodového zatížení	$Q_d = 1,5 \text{ kN}$

Kleštiny

Charakteristická hodnota plošného zatížení	$q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$
Charakteristická hodnota liniového zatížení	$q_k = 0,694 \text{ kN/m}$
Návrhová hodnota liniového zatížení	$q_d = 1,041 \text{ kN/m}$



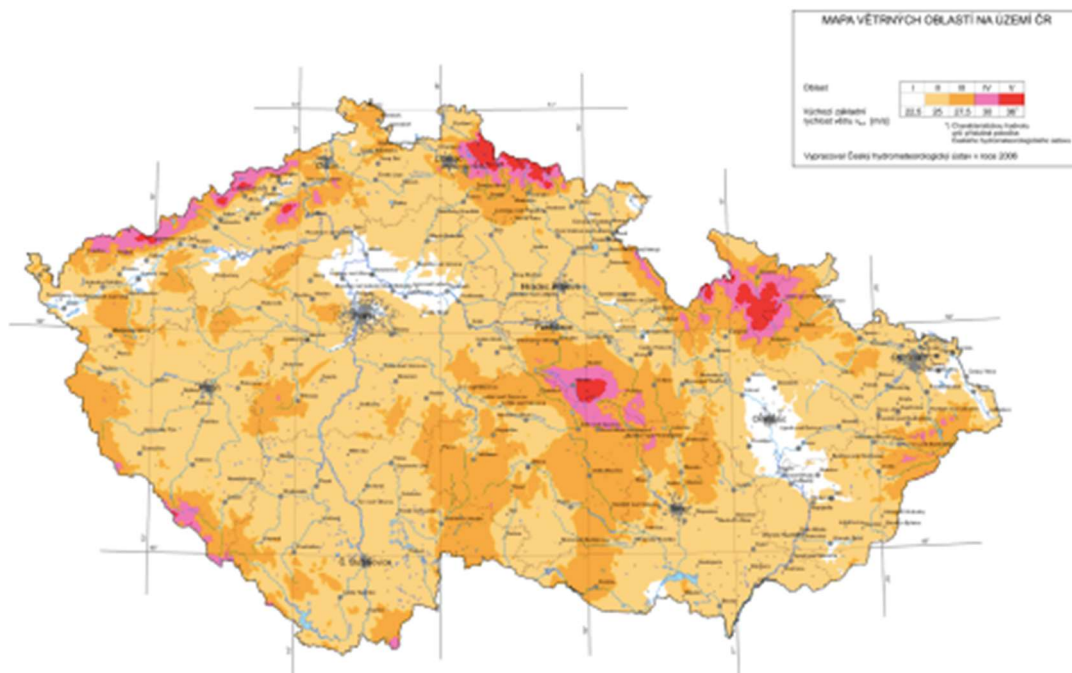
Obrázek 2: Aplikace užitého zatížení na krokev



Obrázek 3: Aplikace užitného zatížení na hambalek

Zatížení větrem

Zatížení podle ČSN EN 1991-1-4



Obrázek 4: Sněhové oblasti pro ČR

Větrná oblast	II.
Rychlost větru	$v_{b,0} = 25,00 \text{ m/s}$
Základní rychlost větru	$v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b,0} = 1 * 1 * 25 = 25 \text{ m/s}$
Délka objektu	$d = 20,6 \text{ m}$
Šířka objektu	$\text{š} = 10,7 \text{ m}$
Výška objektu	$v = 8,235 \text{ m}$
Referenční výška objektu	$z = 8,235 \text{ m}$
Kategorie terénu	III. = 0,3
Výpočet kategorie terénu	$kr = 0,19 * \left(\frac{z,0}{z,0,II}\right)^{0,07} = 0,19 * \left(\frac{0,3}{0,05}\right)^{0,07} = 0,215$
Referenční výška budovy	$z_e = 8,235 \text{ m}$
Součinitel směru větru	$C_{dir} = 1,00$
Součinitel ročního období	$C_{season} = 1,00$
Součinitel drsnosti	$cr(z) = kr * \ln \frac{z}{z_0} = 0,215 * \ln \frac{8,24}{0,3} = 0,713$
Měrná hmotnost vzduchu	$\rho = 1,250 \text{ kg/m}^3$
Součinitel orografie	$c_O(z) = 1,00$

Rychlosti větru pro jednotlivé oblasti:

Tabulka 4: rychlosti větru na větrné oblasti

Větrná oblast:	Rychlost větru	Jednotky
I.	22,5	m/s
II.	25,0	m/s
III.	27,5	m/s
IV.	30,0	m/s
V.	36,0	m/s

Kategorie terénu:

Tabulka 5: Kategorie terénu vůči větrné oblasti

Větrná oblast:	z,0	z,min
0	0,003	1
I.	0,01	1
II.	0,05	2
III.	0,3	5
IV.	1,0	10

Výpočty pro zatížení větrem

Charak. střední rychlosti větru

$$v_m(z) = c_r(z) * c_0(z) * v_b =$$

$$= 0,713 * 1 * 25 = 17,84 \text{ m/s}$$

Turbulence větru

$$I_v(z) = \frac{k_1}{c_0(z) * \ln \frac{z}{z_0}} =$$

$$= \frac{1}{1 * \ln \frac{8,24}{0,3}} = 0,3$$

Maximální charakteristický tlak

$$q_p(z) = [1 + 7 * I_v(z)] * \frac{1}{2} * \rho * v_m(z)^2 =$$

$$= [1 + 7 * 0,3] * \frac{1}{2} * 1,25 * 17,84^2 = 0,619 \text{ kN/m}^2$$

Stanovení hodnoty rozměru e – příčný vítr

$$e, \text{ příčný} = \min (d; 2 * v) =$$

$$= \min (20,6; 2 * 8,235) = 16,47 \text{ m}$$

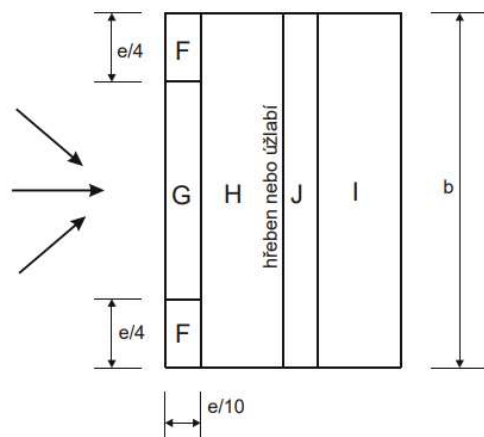
Stanovení hodnoty rozměru e – podélný vítr e , podélný = $\min(\check{s}; 2 * v) =$
 $= \min(10,7; 2 * 8,235) = 10,7 \text{ m}$

Součinitel vnějšího tlaku

Součinitel vnitřního tlaku $c_{p-i,10} = -0,3$

Součinitel vnitřního tlaku $c_{p+i,10} = 0,2$

Stanovení součinitele vnějšího tlaku pro příčný vítr



Obrázek 5: Části střechy pro příčný vítr

$$e/4 = 16,47 / 4 = 4,118 \text{ m}$$

$$e/10 = 16,47 / 10 = 1,647 \text{ m}$$

$$C_{pe10, F-} = 0$$

$$C_{pe10, F+} = 0,7$$

$$C_{pe10, G-} = 0$$

$$C_{pe10, G+} = 0,7$$

$$C_{pe10, H-} = 0$$

$$C_{pe10, H+} = 0,6$$

$$C_{pe10, I-} = -0,2$$

$$C_{pe10, I+} = 0$$

$$C_{pe10, J-} = -0,3$$

$$C_{pe10, J+} = 0$$

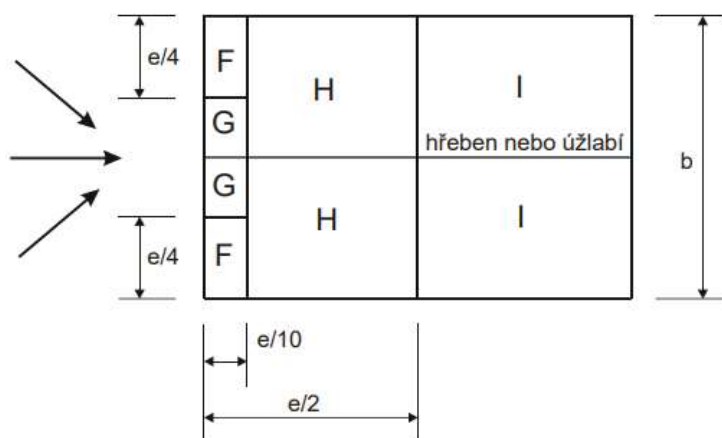
Vypočítané hodnoty pro příčná vítr součinitele vnějšího tlaku – cp + i,10 = + 0,2

$wkF^- = qp(z) * (cpe - cpi) * a = 0,619 * (0 - 0,2) * 0,925 = -0,115 \text{ kN/m}$	Sání
$wkF^+ = qp(z) * (cpe - cpi) * a = 0,619 * (0,7 - 0,2) * 0,925 = 0,286 \text{ kN/m}$	Tlak
$wkG^- = qp(z) * (cpe - cpi) * a = 0,619 * (0 - 0,2) * 0,925 = -0,115 \text{ kN/m}$	Sání
$wkG^+ = qp(z) * (cpe - cpi) * a = 0,619 * (0,7 - 0,2) * 0,925 = 0,286 \text{ kN/m}$	Tlak
$wkH^- = qp(z) * (cpe - cpi) * a = 0,619 * (0 - 0,2) * 0,925 = -0,115 \text{ kN/m}$	Sání
$wkH^+ = qp(z) * (cpe - cpi) * a = 0,619 * (0,6 - 0,2) * 0,925 = 0,229 \text{ kN/m}$	Tlak
$wkI^- = qp(z) * (cpe - cpi) * a = 0,619 * (-0,2 - 0,2) * 0,925 = 0,229 \text{ kN/m}$	Tlak
$wkI^+ = qp(z) * (cpe - cpi) * a = 0,619 * (0 - 0,2) * 0,925 = -0,115 \text{ kN/m}$	Sání
$wkI^- = qp(z) * (cpe - cpi) * a = 0,619 * (-0,3 - 0,2) * 0,925 = -0,286 \text{ kN/m}$	Sání
$wkI^+ = qp(z) * (cpe - cpi) * a = 0,619 * (0 - 0,2) * 0,925 = -0,115 \text{ kN/m}$	Sání

Vypočítané hodnoty pro příčná vítr součinitele vnějšího tlaku – cp-i,10 = -0,3

$wkF^- = qp(z) * (cpe - cpi) * a = 0,619 * (0 + 0,3) * 0,925 = 0,172 \text{ kN/m}$	Tlak
$wkF^+ = qp(z) * (cpe - cpi) * a = 0,619 * (0,7 + 0,3) * 0,925 = 0,573 \text{ kN/m}$	Tlak
$wkG^- = qp(z) * (cpe - cpi) * a = 0,619 * (0 + 0,3) * 0,925 = 0,172 \text{ kN/m}$	Tlak
$wkG^+ = qp(z) * (cpe - cpi) * a = 0,619 * (0,7 + 0,3) * 0,925 = 0,573 \text{ kN/m}$	Tlak
$wkH^- = qp(z) * (cpe - cpi) * a = 0,619 * (0 + 0,3) * 0,925 = 0,172 \text{ kN/m}$	Tlak
$wkH^+ = qp(z) * (cpe - cpi) * a = 0,619 * (0,6 + 0,3) * 0,925 = 0,515 \text{ kN/m}$	Tlak
$wkI^- = qp(z) * (cpe - cpi) * a = 0,619 * (-0,2 + 0,3) * 0,925 = 0,057 \text{ kN/m}$	Tlak
$wkI^+ = qp(z) * (cpe - cpi) * a = 0,619 * (0 + 0,3) * 0,925 = 0,172 \text{ kN/m}$	Tlak
$wkI^- = qp(z) * (cpe - cpi) * a = 0,619 * (-0,3 + 0,3) * 0,925 = 0 \text{ kN/m}$	
$wkI^+ = qp(z) * (cpe - cpi) * a = 0,619 * (0 + 0,3) * 0,925 = 0,172 \text{ kN/m}$	Tlak

Stanovení součinitele vnějšího tlaku pro podélný vítr



Obrázek 6: Části střechy pro podélný vítr

$$e/4 = 10,7 / 4 = 2,675 \text{ m}$$

$$e/10 = 10,7 / 10 = 1,07 \text{ m}$$

$$e/2 = 10,7 / 2 = 5,35 \text{ m}$$

$$C_{pe10, F} = -1,1$$

$$C_{pe10, G} = -1,4$$

$$C_{pe10, H} = -0,9$$

$$C_{pe10, I} = -0,5$$

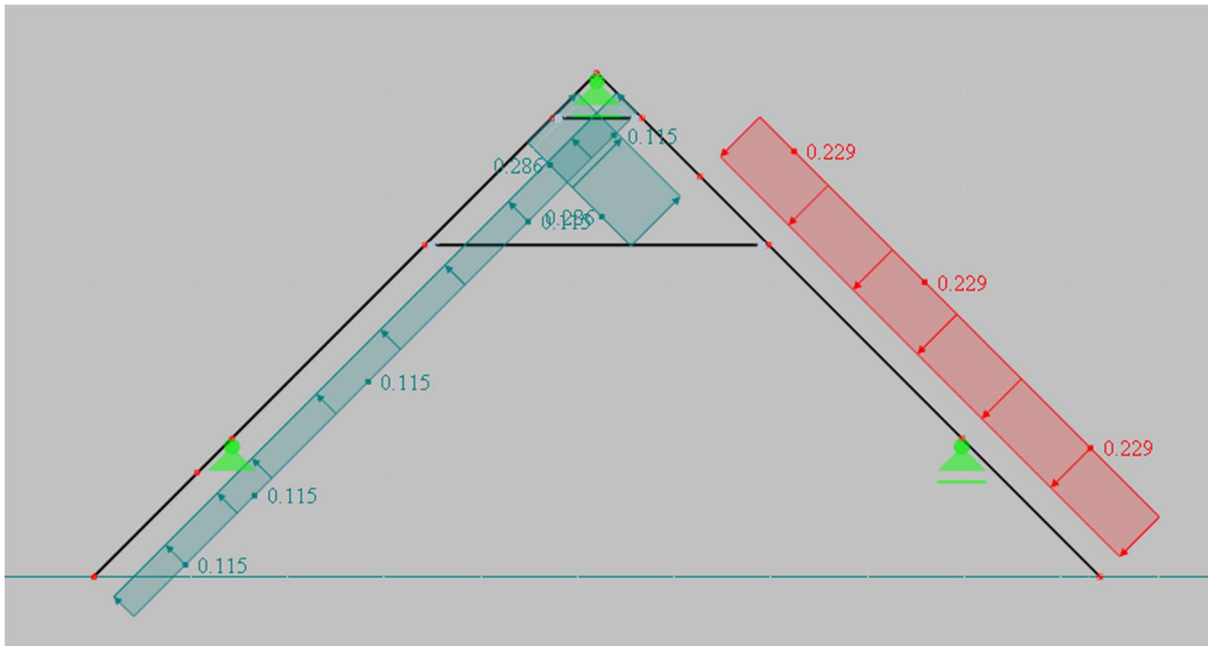
Vypočítané hodnoty pro podélný vítr součinitele vnějšího tlaku – $c_{pi,10} = +0,2$

$$w_{kF} = q_p(z) * (c_{pe} - c_{pi}) * a = 0,619 * (0 + 0,2) * 0,925 = -0,744 \text{ kN/m}$$

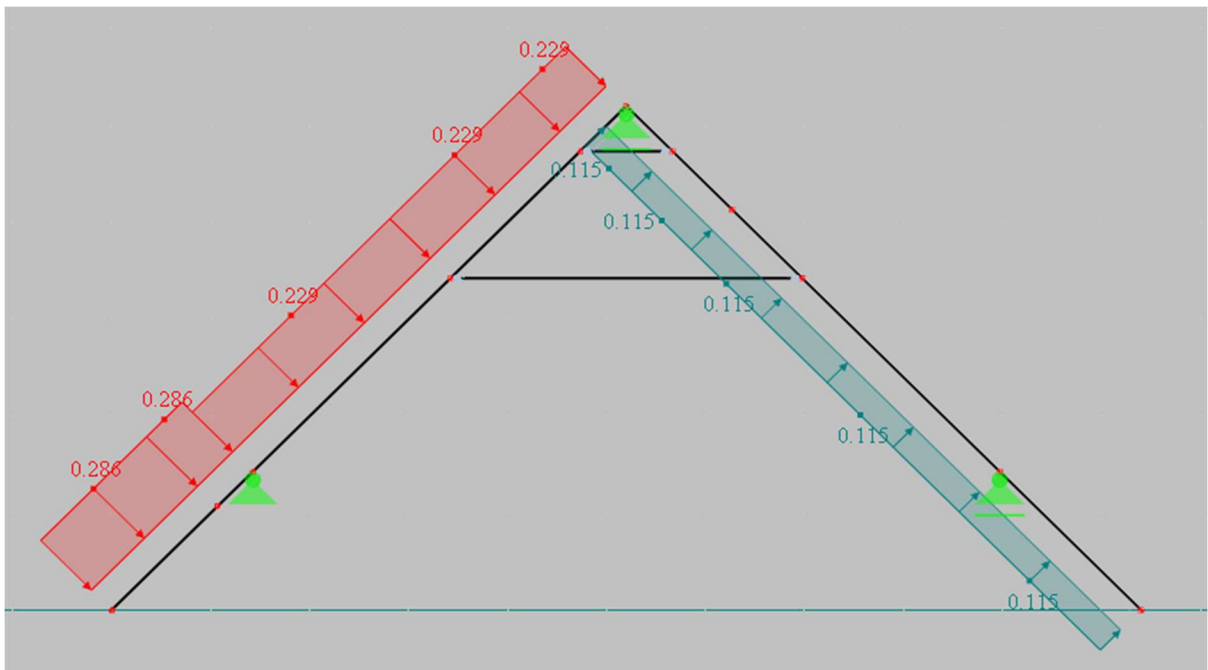
$$w_{kG} = q_p(z) * (c_{pe} - c_{pi}) * a = 0,619 * (0 + 0,3) * 0,925 = -0,914 \text{ kN/m}$$

$$w_{kH} = q_p(z) * (c_{pe} - c_{pi}) * a = 0,619 * (0 + 0,3) * 0,925 = -0,630 \text{ kN/m}$$

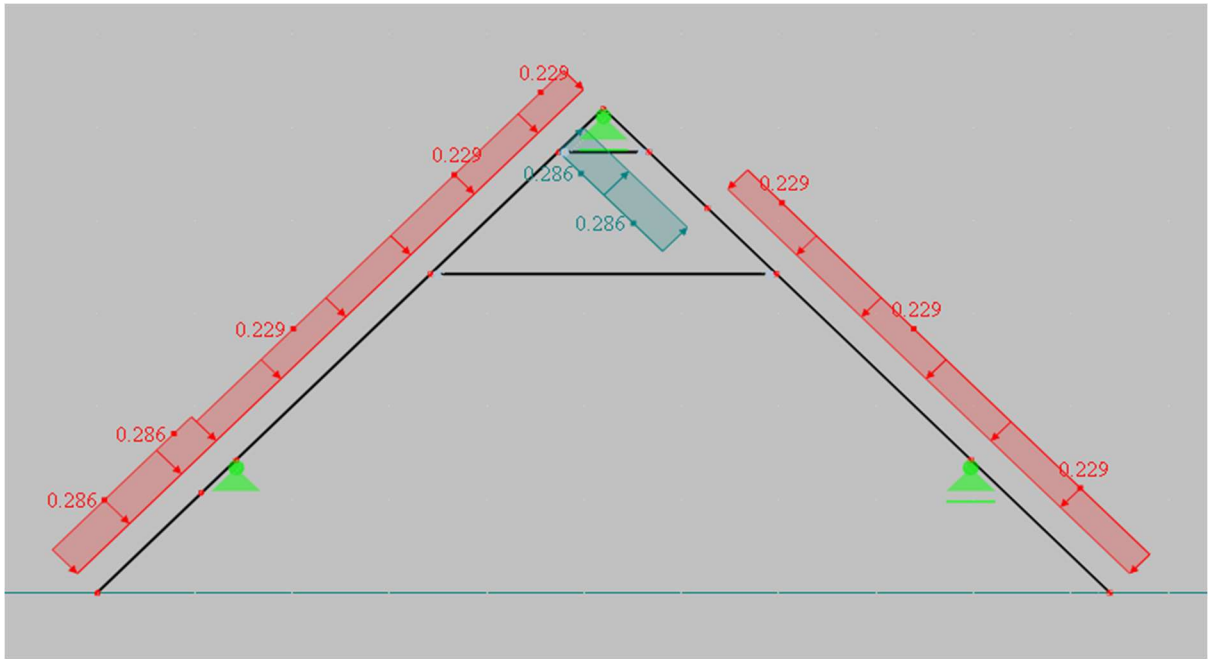
$$w_{kI} = q_p(z) * (c_{pe} - c_{pi}) * a = 0,619 * (-0,2 + 0,3) * 0,925 = -0,401 \text{ kN/m}$$



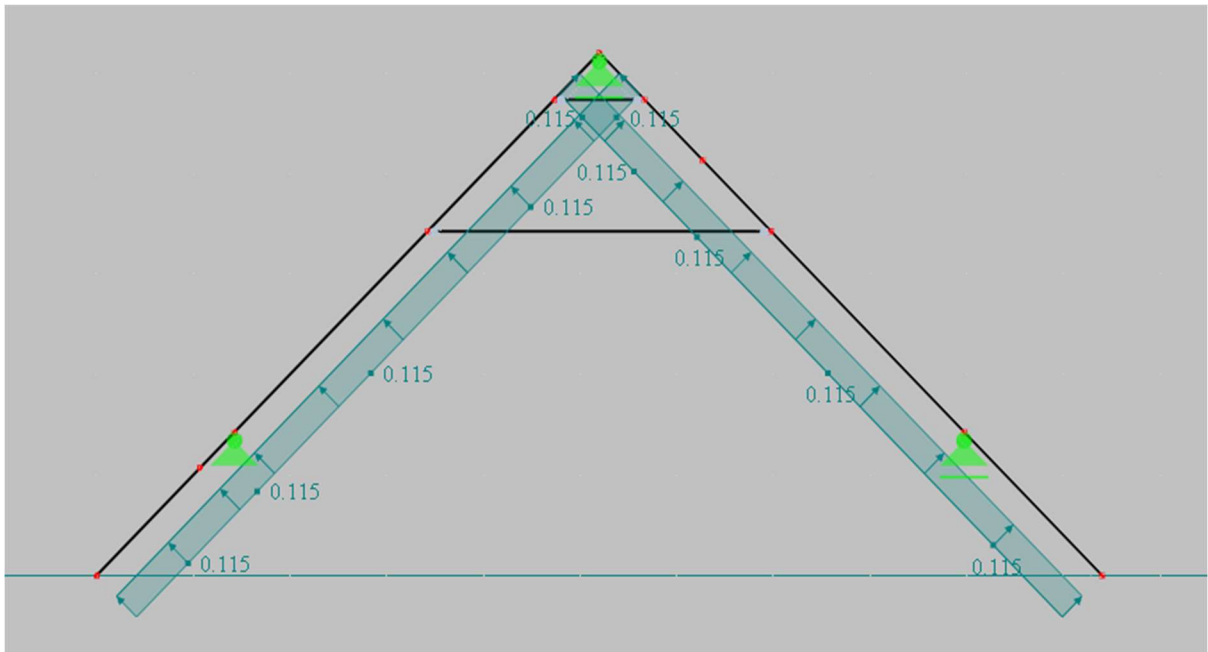
Obrázek 7: Aplikace zatížení větrem – $c_{pi} + 0,2$ (F-, H-, J-, I-)



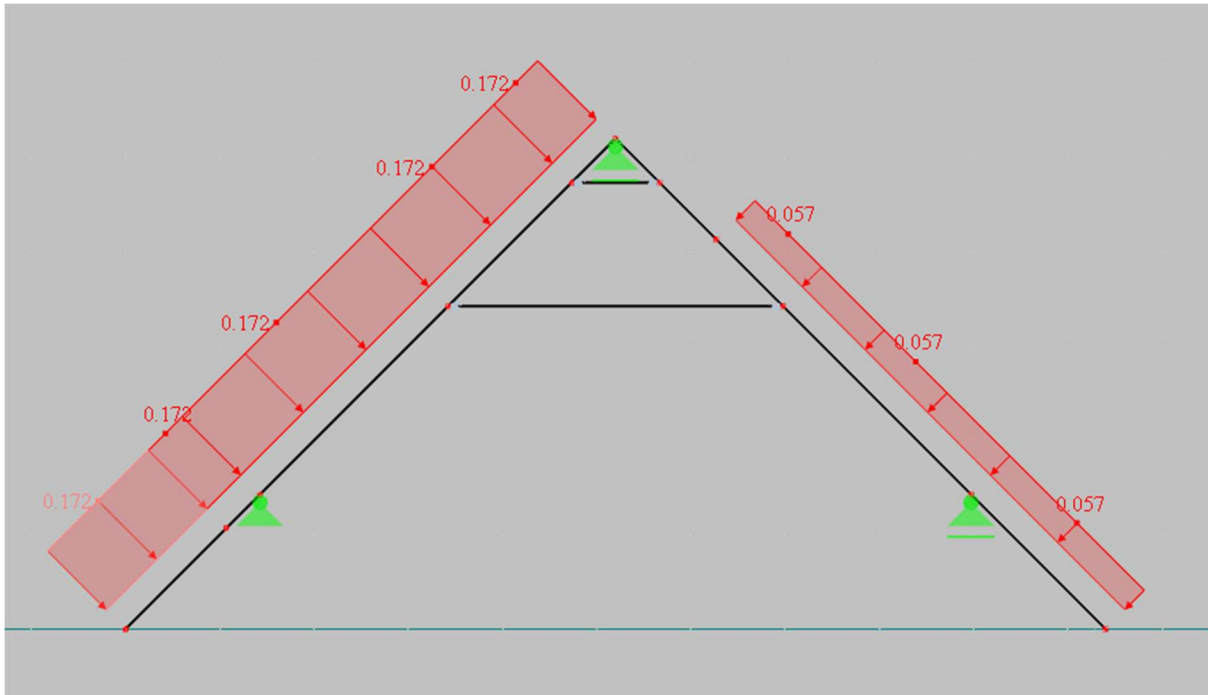
Obrázek 8: Aplikace zatížení větrem – $c_{pi} + 0,2$ (F+, H+, J+, I+)



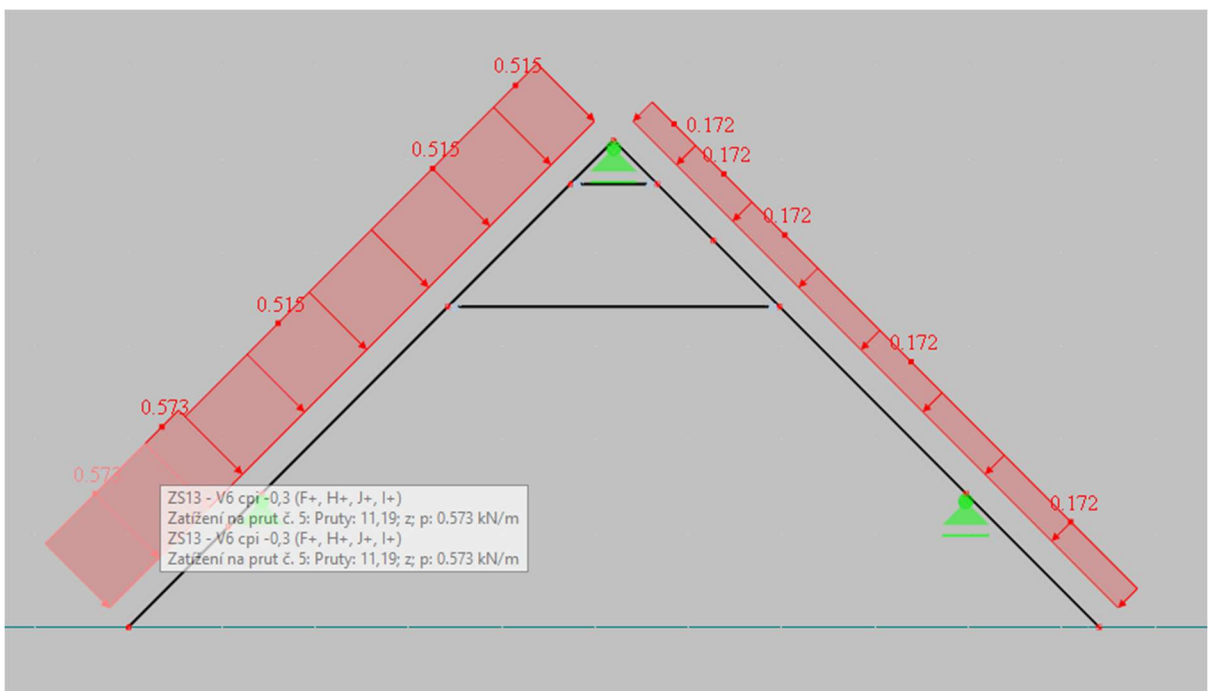
Obrázek 9: Aplikace zatížení větrem – $c_{pi} + 0,2$ (F+, H+, J-, I-)



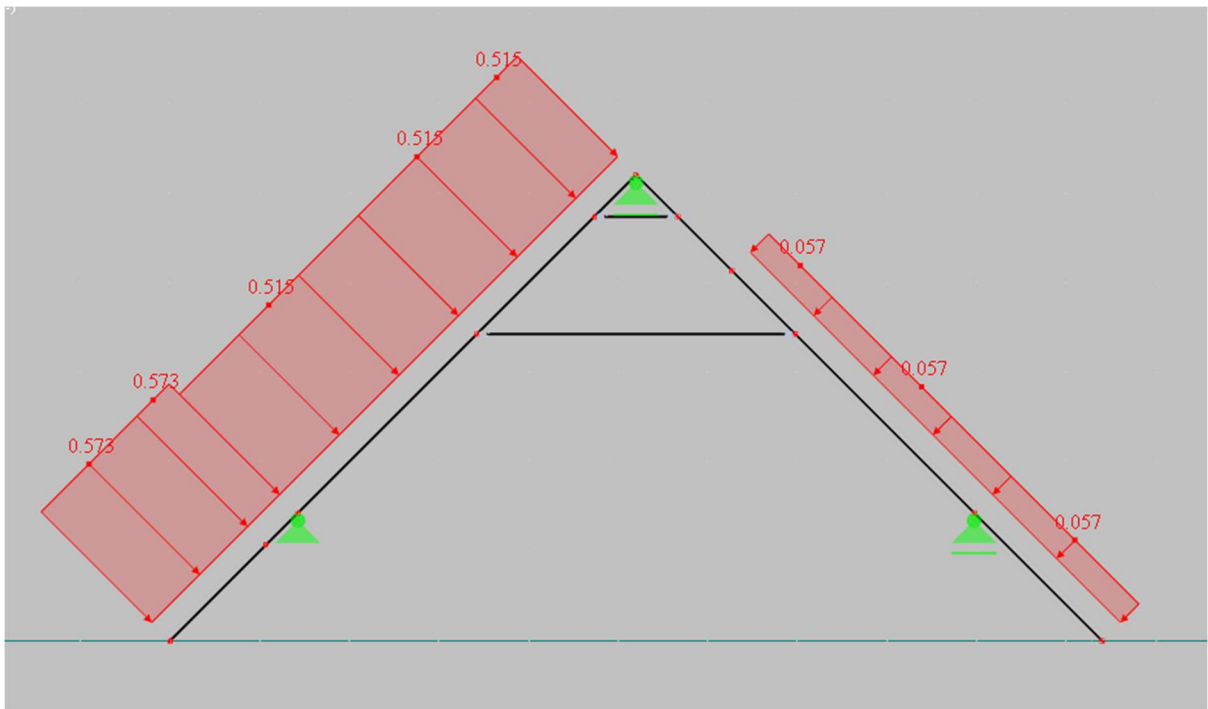
Obrázek 10: Aplikace zatížení větrem – $c_{pi} + 0,2$ (F-, H-, J+, I+)



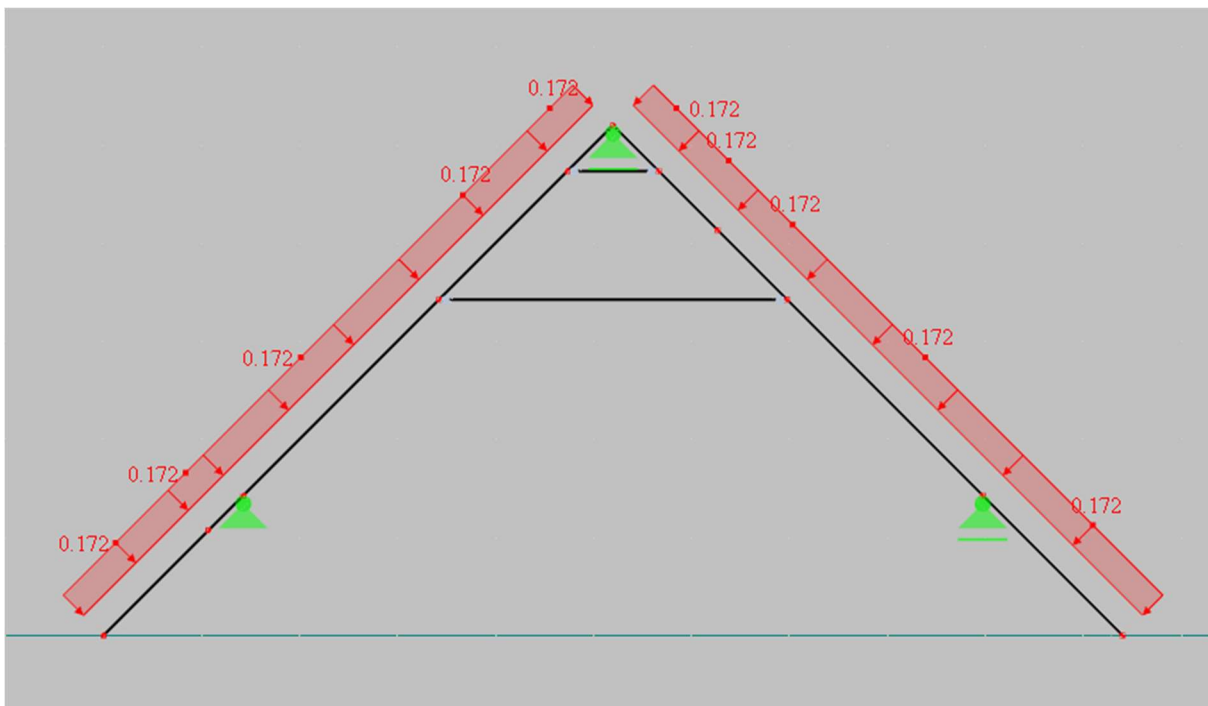
Obrázek 11: Aplikace zatížení větrem – cpi - 0,3 (F-, H-, J-, I-)



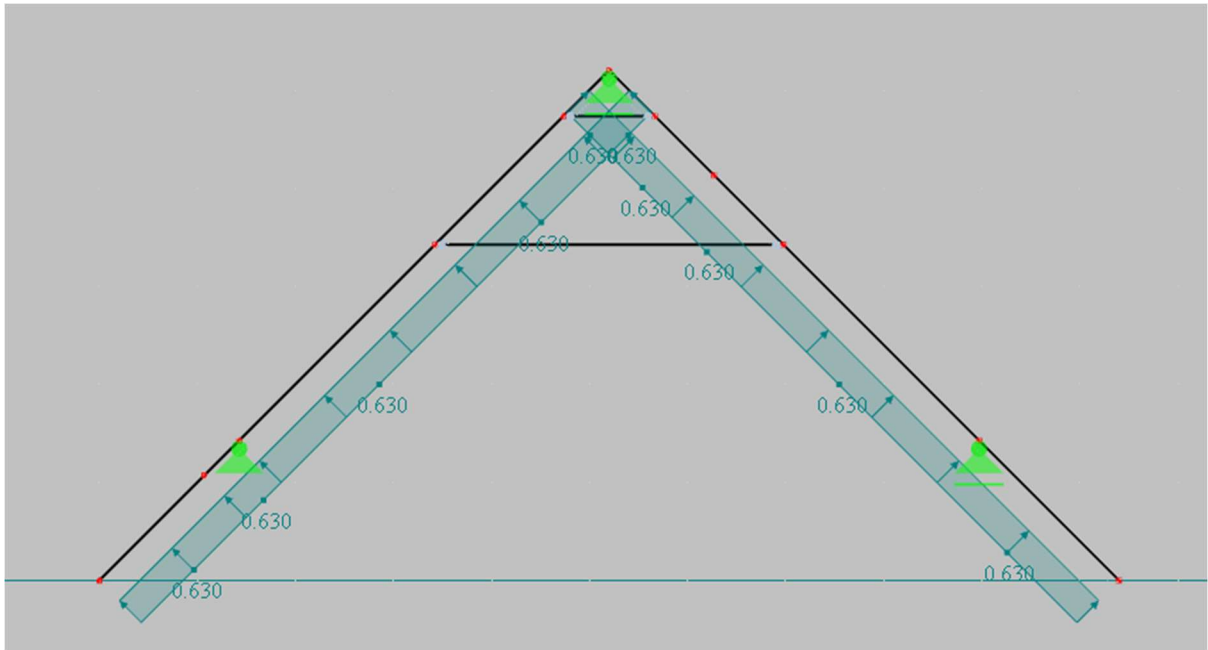
Obrázek 12: Aplikace zatížení větrem – cpi - 0,3 (F+, H+, J+, I+)



Obrázek 13: Aplikace zatížení větrem – $c_{pi} = 0,3$ (F+, H+, J-, I-)



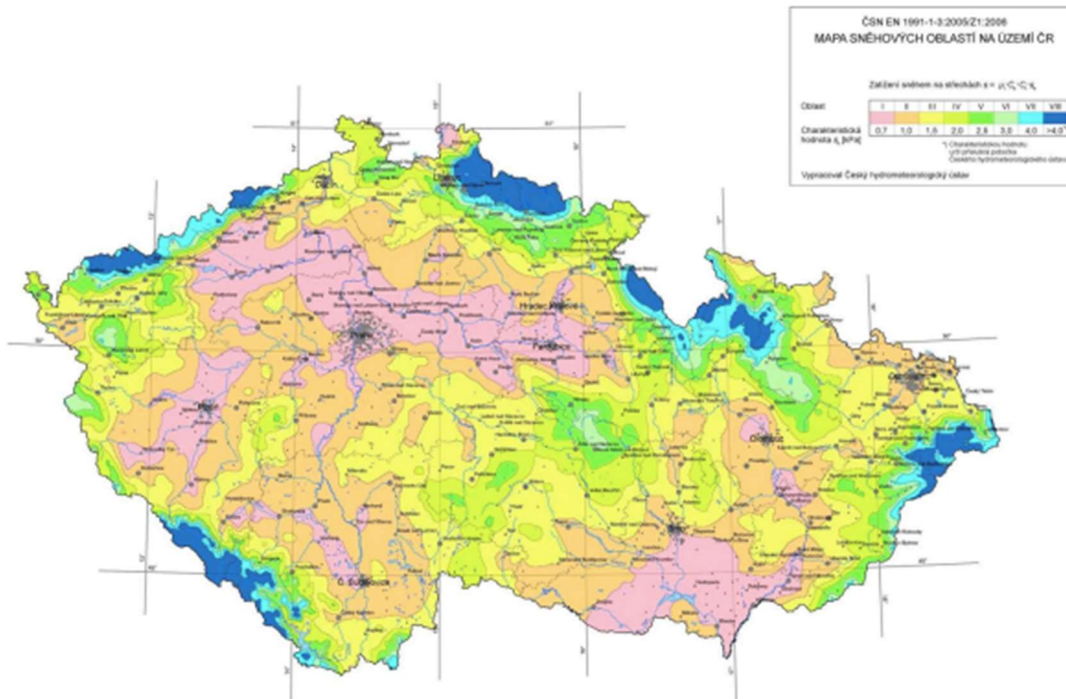
Obrázek 14: Aplikace zatížení větrem – $c_{pi} = 0,3$ (F-, H-, J+, I+)



Obrázek 15: Aplikace zatížení větrem – $c_{pi} + 0,2 (H)$

Zatížení sněhem

Zatížení podle ČSN 1991-1-3



Obrázek 16: Sněhové oblasti pro ČR

Tabulka 6: Součinitel na typu krajiny

Typ krajiny:	Součinitel
Otevřená	0,8
Normální	1
Chráněná	1,2

Sněhová oblast: II

Tvar zastřešení: Sedlová střecha

Sklon střechy $\alpha = 45^\circ$

Charakteristická hodnota zatížení $s_k = 1,00 \text{ kN/m}^2$

Typ krajiny: Otevřená

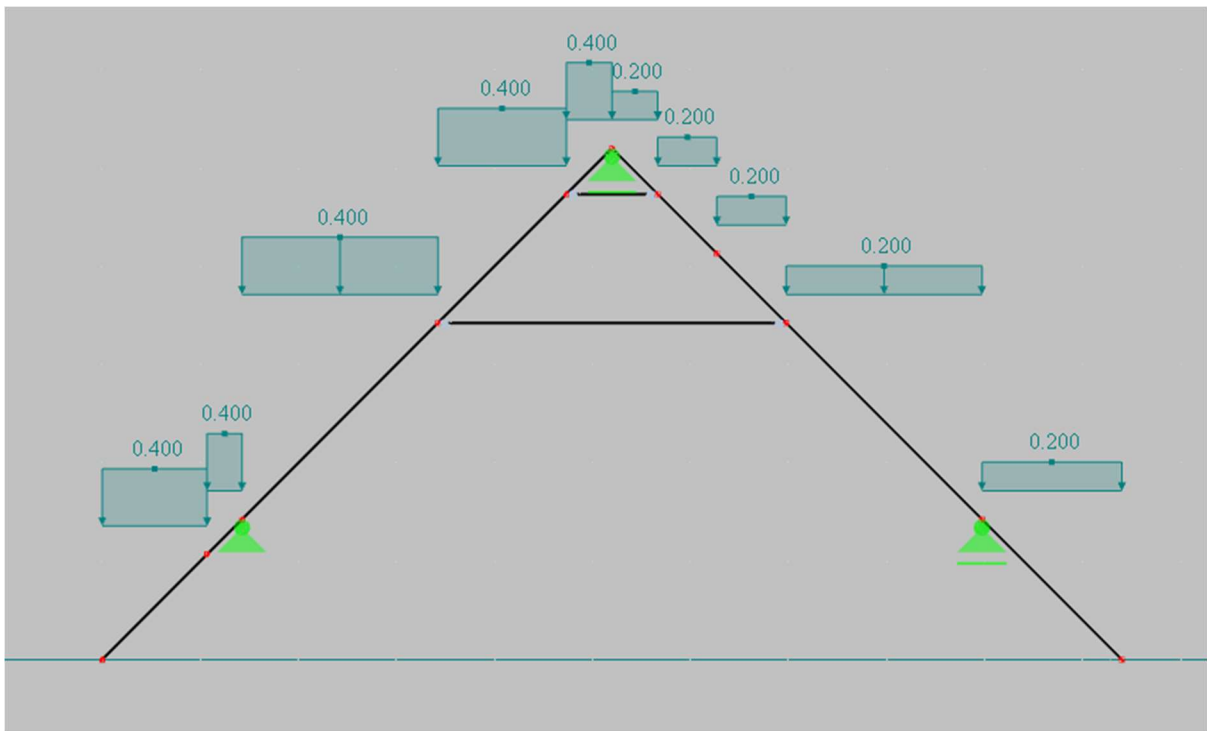
Součinitel expozice $C_e = 0,8$

Tepelný součinitel $C_t = 1,00$

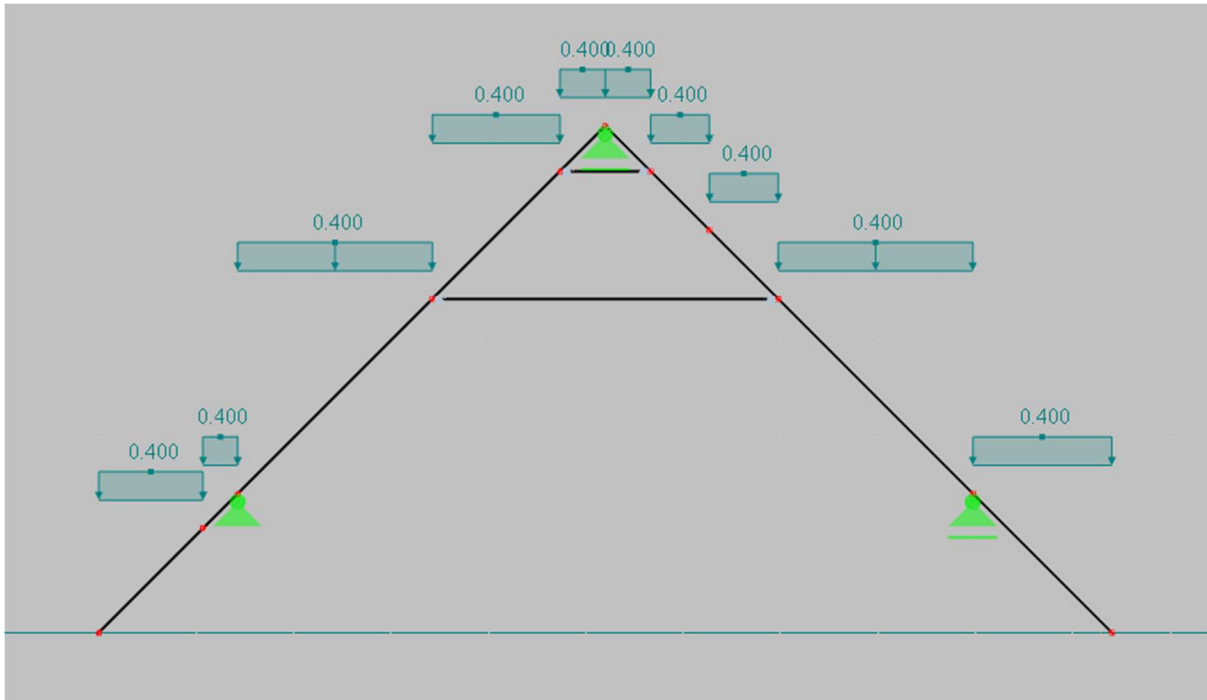
Tvarový součinitel $\mu_1 = 0,8 \cdot (60 - \alpha) / 30 = 0,8 \cdot (60 - 45) / 30 = 0,4$

Charakteristická hodnota zatížení sněhu na rám $s_{k,1} = s_k \cdot \mu_1 = 1 \cdot 0,4 = 0,4 \text{ kPa}$

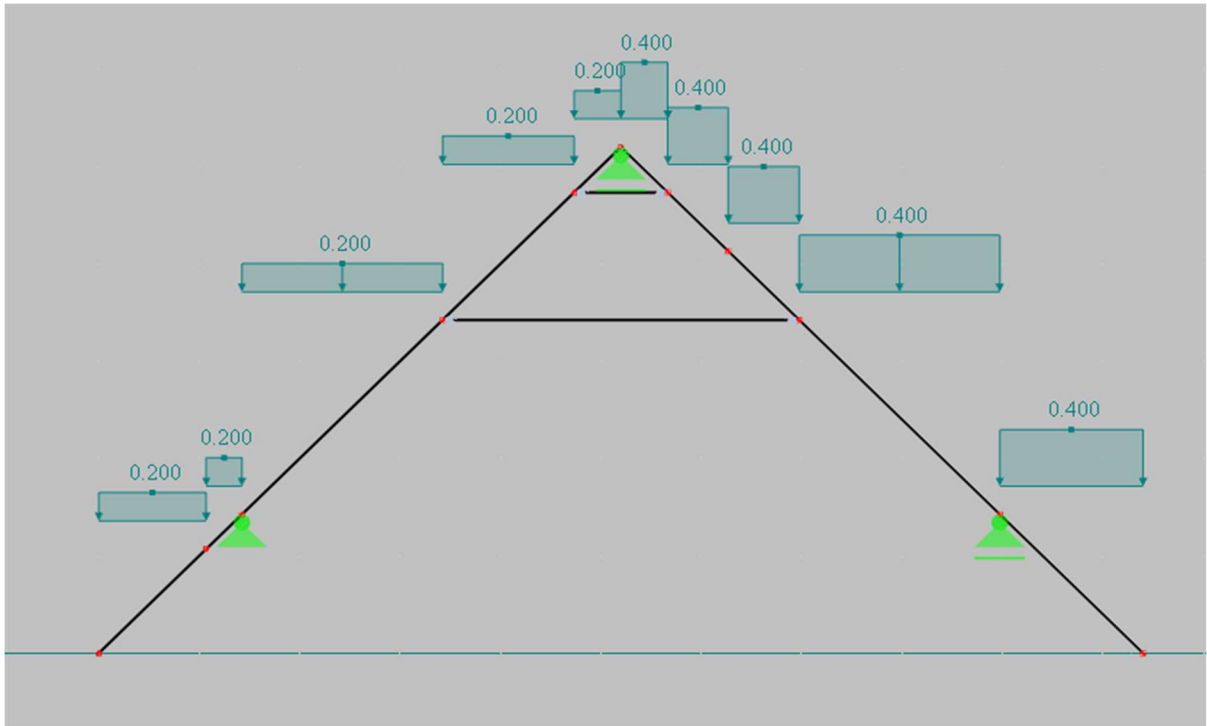
Návrhová hodnota zatížení sněhu na rám $s_{d,1} = s_{k,1} \cdot \gamma_M = 0,4 \cdot 1,5 \text{ kPa}$



Obrázek 17: Aplikace zatížení sněhem na celou střechu



Obrázek 18: Aplikace zatížení sněhem na levou část střechy



Obrázek 19: Aplikace zatížení sněhem na pravou část střechy

Posouzení krokve

Šířka krokve = 100 mm

Výška krokve = 160 mm

Třída dřeva = C24

Modifikační součinitel = 0,9

Zářez v osedlání na vaznici = 40 mm

Plocha průřezu $A = \check{s} * v = 100 * 160 = 16\,000 \text{ mm}^2$

Průřezový modul $W_y = 1/6 * \check{s} * v^2 = 1/6 * 100 * 160^2 = 4,267 \text{ mm}^3$

Moment setrvačnosti $I_y = 1/12 * \check{s} * v^3 = 1/12 * 100 * 160^3 = 3,413 \text{ mm}^4$

Poloměr setrvačnosti $i_y = \sqrt{I_y/A} = \sqrt{3,413/16000} = 46,19 \text{ mm}$

Plocha oslabeného průřezu $i_y = \check{s} * (v-z) = 100 * (160-40) = 12\,000 \text{ mm}^2$

Průřezový modul oslabený $W_{y,osl} = 1/6 * \check{s} * (v-z)^2 = 1/6 * 100 * (160-40)^2 = 2,4 \text{ mm}^3$

1, Maximální kladný moment v dolním poli krokve

Kombinace KZ – 311

Maximální hodnota momentu $M_{\max+} = 1,793 \text{ kNm}$

Příslušná normová síla $N = 3,376 \text{ kN}$

Návrhové napětí $\sigma_{(t,0,d)} = N/A = 3,376/16\,000 = 0,211 \text{ Mpa}$

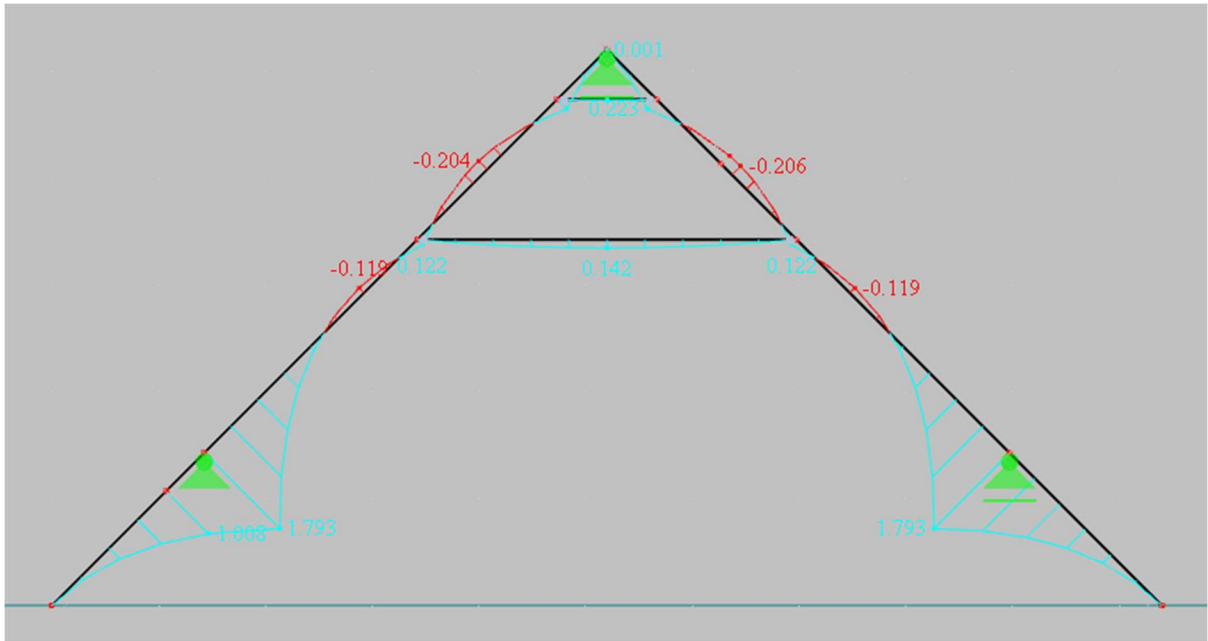
Návrhové napětí $\sigma_{(m,y,d)} = \frac{My + Ned * e}{W_y} = \frac{1,793 + 3,376 * 20}{4,267} = 4,361 \text{ Mpa}$

Posudek $\frac{\sigma_{(t,0,d)}}{f_{(t,0,d)}} + \frac{\sigma_{(m,y,d)}}{f_{(m,y,d)}} \leq 1$

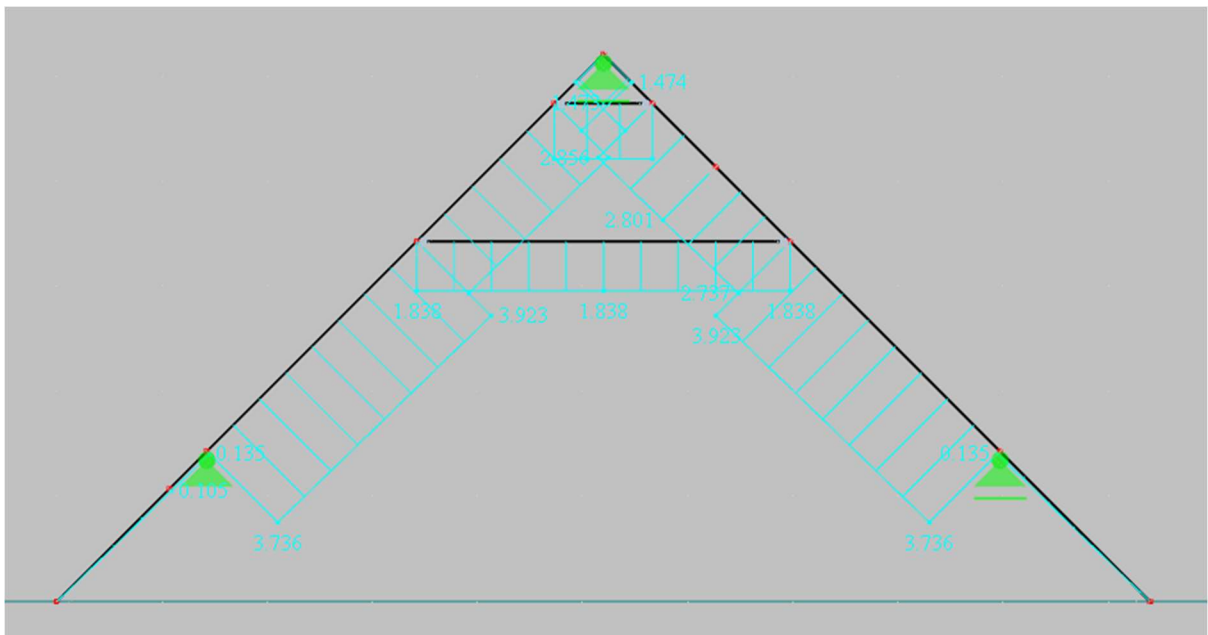
$$\frac{0,211}{9,69} + \frac{4,361}{16,62} \leq 1$$

$$0,284 \leq 1$$

Vyhovuje



Obrázek 20: KZ – 311, Průběh ohybových momentů



Obrázek 21: KZ – 311, Průběh normálových sil

2, Maximální záporný moment v místě osedlání na krokev

Kombinace KZ – 69

Maximální hodnota momentu $M_{\max+} = 3,653 \text{ kNm}$

Příslušná normová síla $N = 1,865 \text{ kN}$

Maximální posouvající síla $V = 4,019 \text{ kN}$

Vzpěrná délka $L_{cr,y} = 2,824 \text{ m}$

Návrhové napětí $\sigma_{(t,0,d)} = N/A = 1,865/16\,000 = 11,656 \cdot 10^{-6} \text{ Mpa}$

Návrhové napětí $\sigma_{(m,y,d)} = \frac{My}{W_y} = \frac{3,653}{4,267} = 8,562 \text{ mm}$

Štíhlost $\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{2,824}{46,19} = 0,061$

Relativní štíhlost $\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} * \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{0,061}{\pi} * \sqrt{\frac{21}{7,4}} = 0,001$

Součinitel vzpěru $k_y = 0,5 * [1 + \beta_c * (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{2rel,y}] =$
 $= 0,5 * [1 + \beta_c * (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{2rel,y}] =$
 $= 0,47$

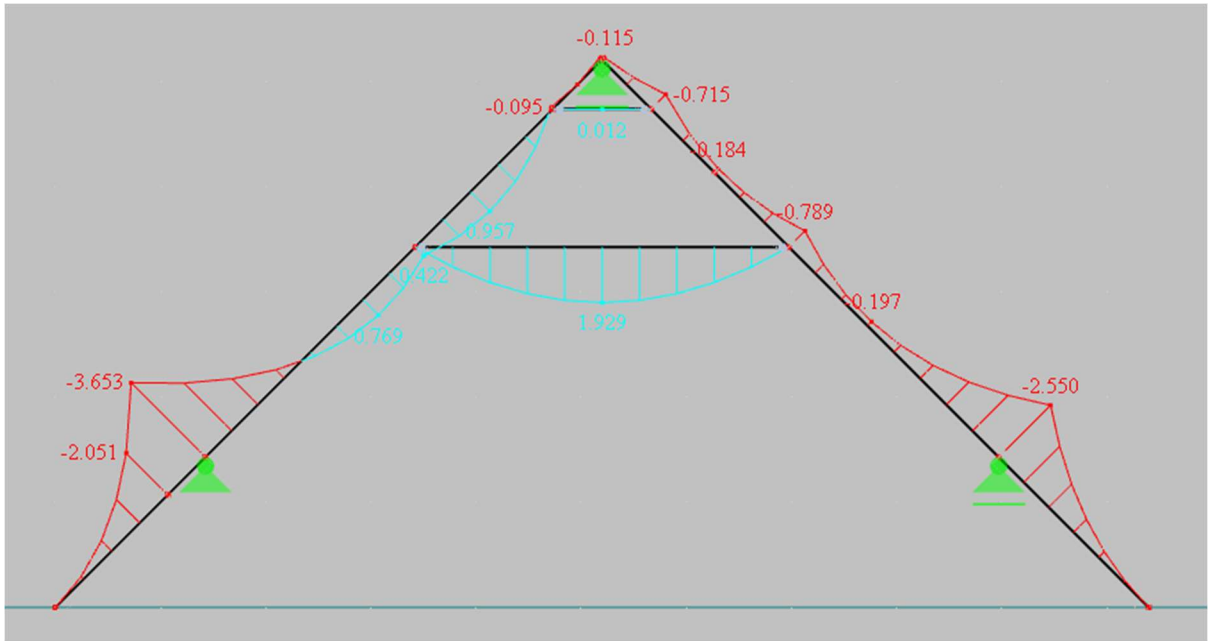
Součinitel interakce $k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{0,47 + \sqrt{0,47^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 1,064$

Posudek $\frac{\sigma_{(t,0,d)}}{k_{c,y} * f_{(t,0,d)}} + \frac{\sigma_{(m,y,d)}}{f_{(m,y,d)}} \leq 1$

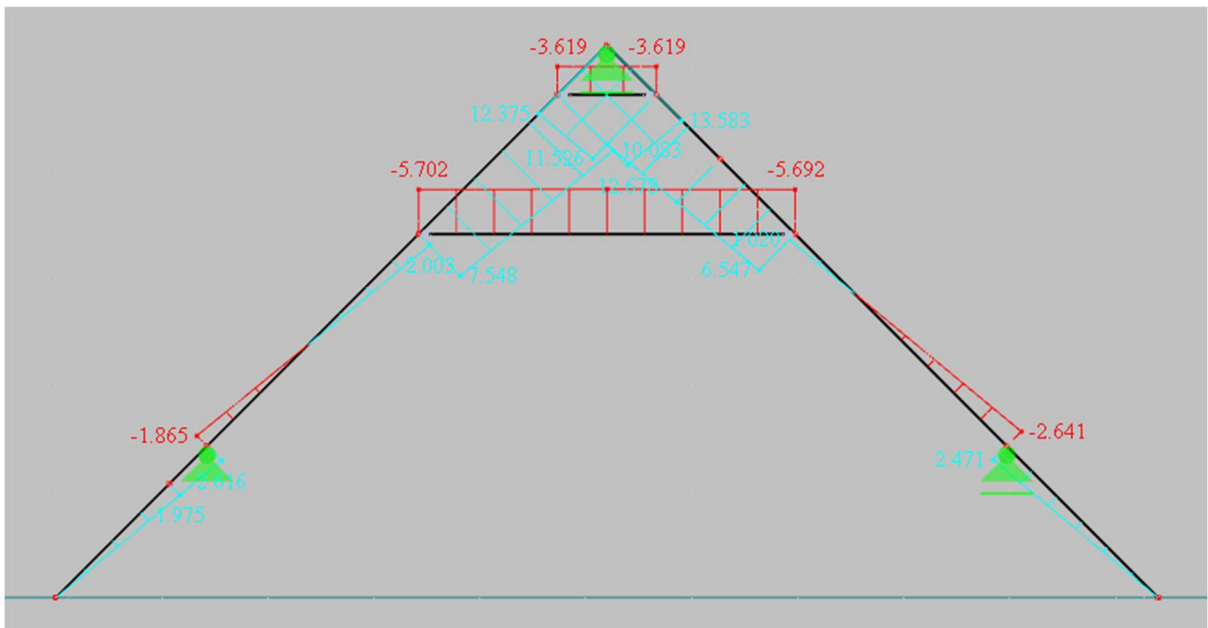
$$\frac{25,119}{1,068 * 14,54} + \frac{8,562}{16,62} \leq 1$$

$$0,517 \leq 1$$

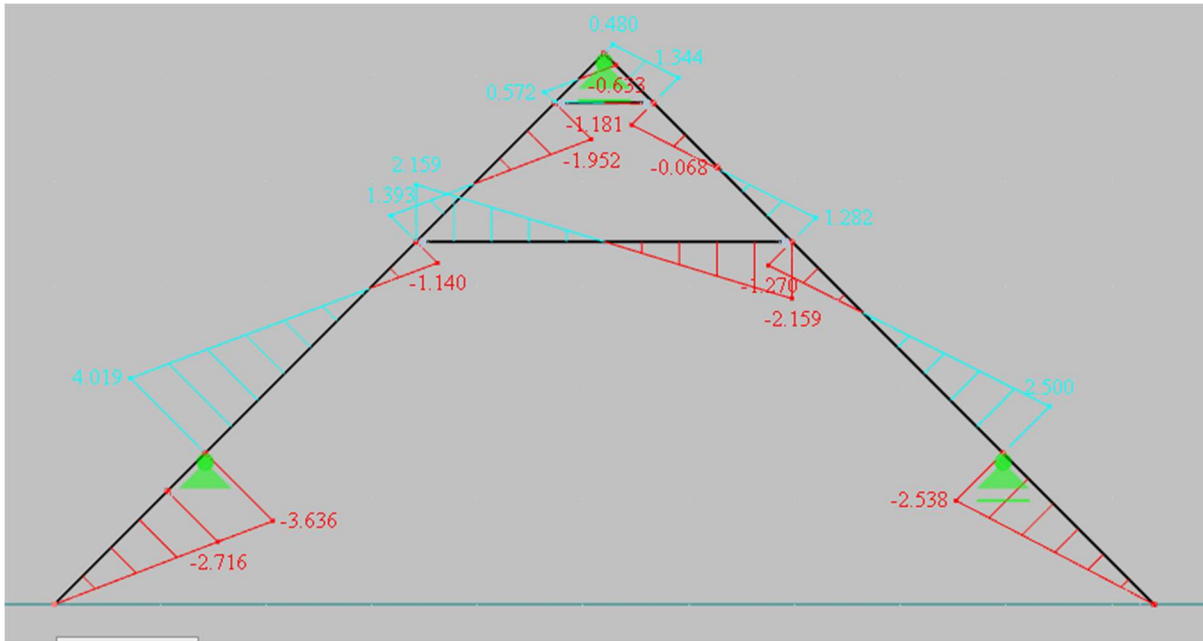
Vyhovuje



Obrázek 22: KZ – 69, Průhyb ohybových momentů



Obrázek 23: KZ – 69, Průběh normálových sil



Obrázek 24: KZ – 69, Průběh posouvajících sil

3, Maximální kladný moment v horním poli krokve

Kombinace KZ – 345

Maximální hodnota momentu $M_{\max+} = 1,209 \text{ kNm}$

Příslušná normová síla $N = 5,014 \text{ kN}$

Návrhové napětí $\sigma_{(t,0,d)} = N/A_{osl} = 5,014/12\ 000 = 0,418 \text{ Mpa}$

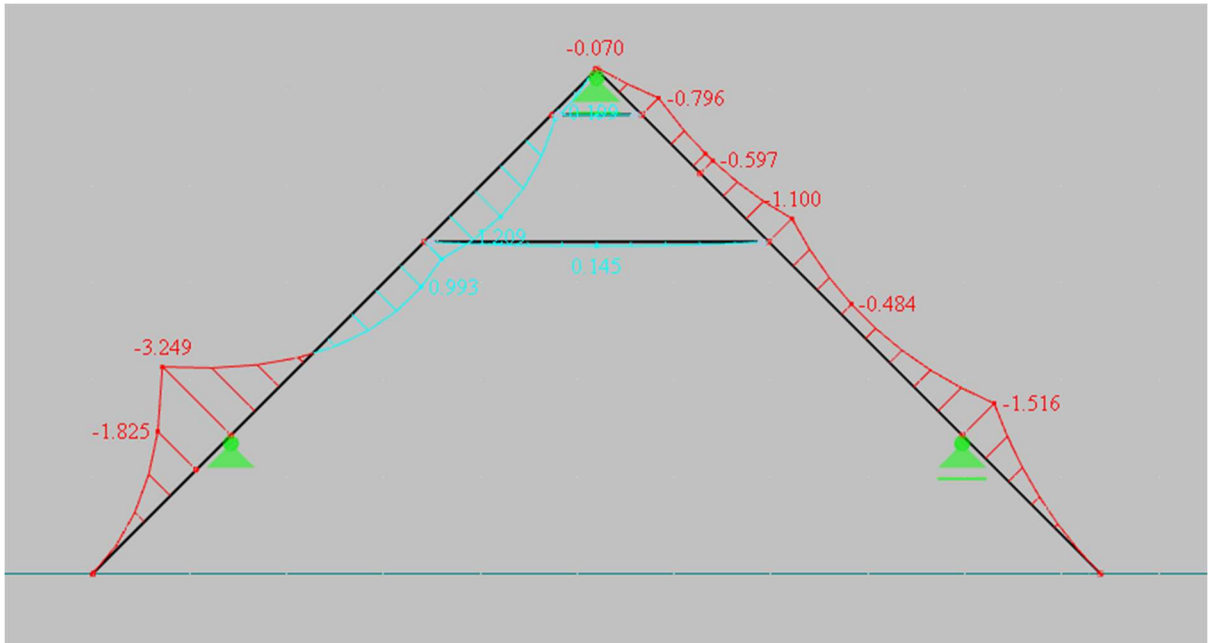
Návrhové napětí $\sigma_{(m,y,d)} = \frac{My + Ned * e}{W_y} = \frac{1,209 + 5,014 * 20}{2,4} = 5,455 \text{ Mpa}$

Posudek $\frac{\sigma_{(t,0,d)}}{f_{(t,0,d)}} + \frac{\sigma_{(m,y,d)}}{f_{(m,y,d)}} \leq 1$

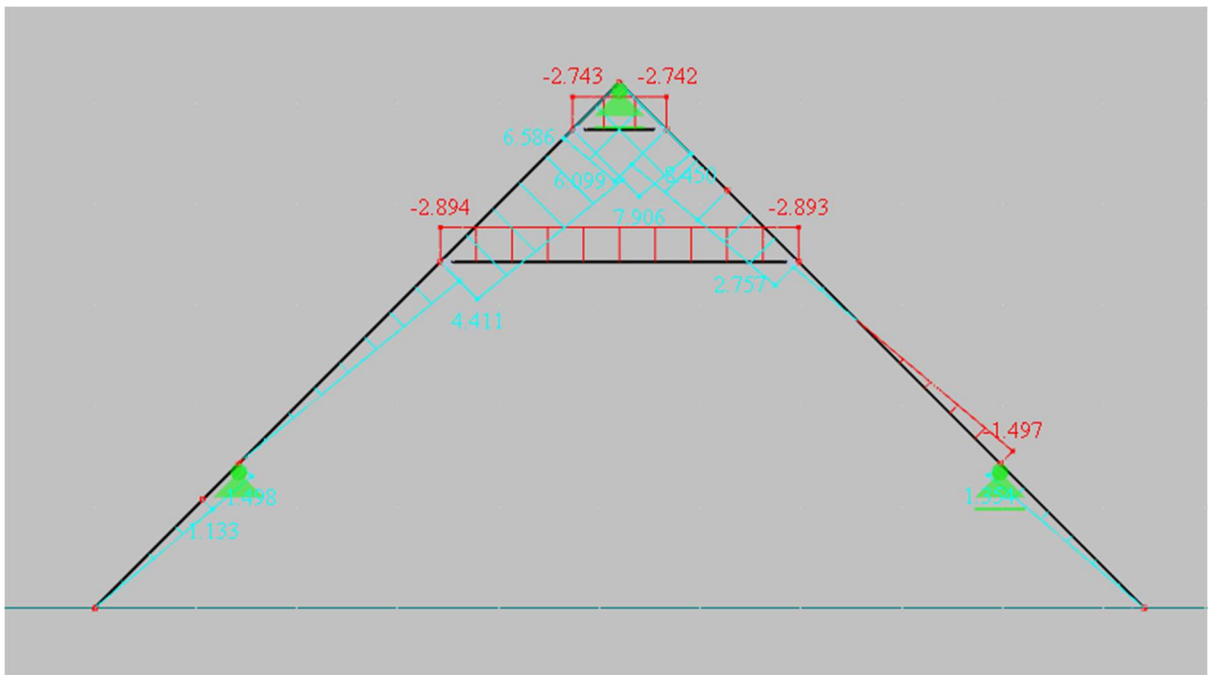
$$\frac{0,418}{9,69} + \frac{5,014}{16,62} \leq 1$$

$$0,345 \leq 1$$

Vyhovuje



Obrázek 25: KZ – 345, Průběh ohybových momentů



Obrázek 26: KZ – 345, Průběh normálových sil

4, Maximální normálová síla v krokvi

Kombinace KZ – 51

Příslušný momentu $M = 0,117 \text{ kNm}$

Maximální normová síla $N_{\max} = 13,737 \text{ kN}$

Maximální posouvající síla $V_{\max} = 0,924 \text{ kN}$

Návrhové napětí $\sigma_{(t,0,d)} = N/A_{\text{osl}} = 13,737/16\,000 = 0,859 \text{ Mpa}$

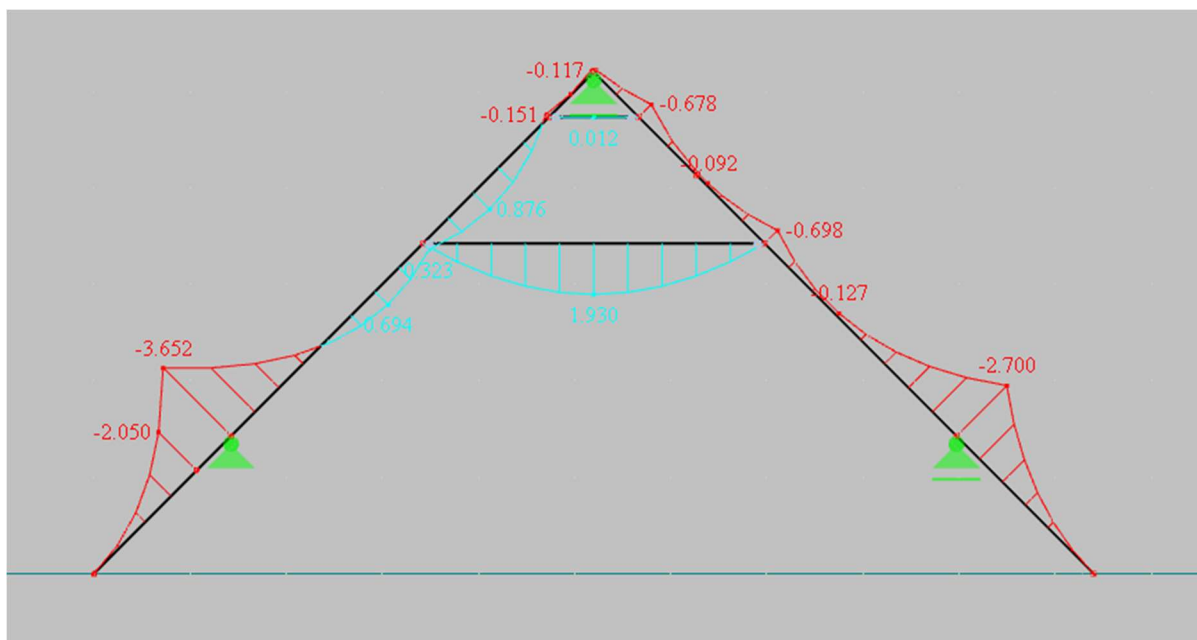
Návrhové napětí $\sigma_{(m,y,d)} = \frac{My + Ned * e}{W_y} = \frac{0,117 + 13,737 * 20}{4,267} = 0,918 \text{ Mpa}$

Posudek $\frac{\sigma_{(t,0,d)}}{f_{(t,0,d)}} + \frac{\sigma_{(m,y,d)}}{f_{(m,y,d)}} \leq 1$

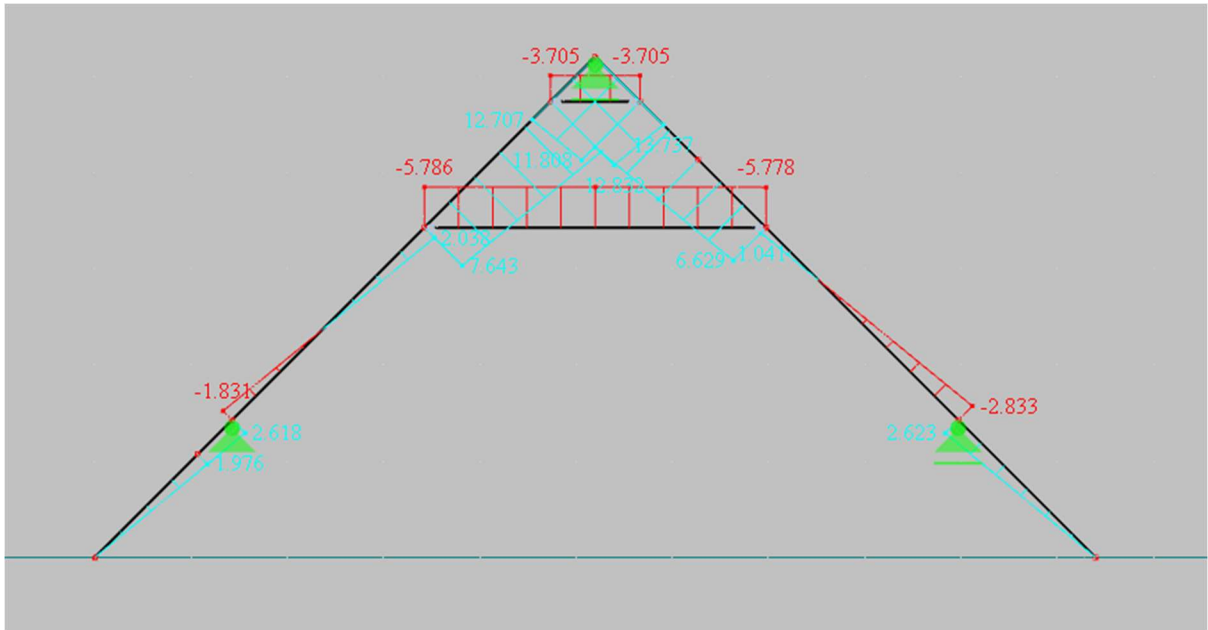
$$\frac{0,859}{9,69} + \frac{0,918}{16,62} \leq 1$$

$$0,144 \leq 1$$

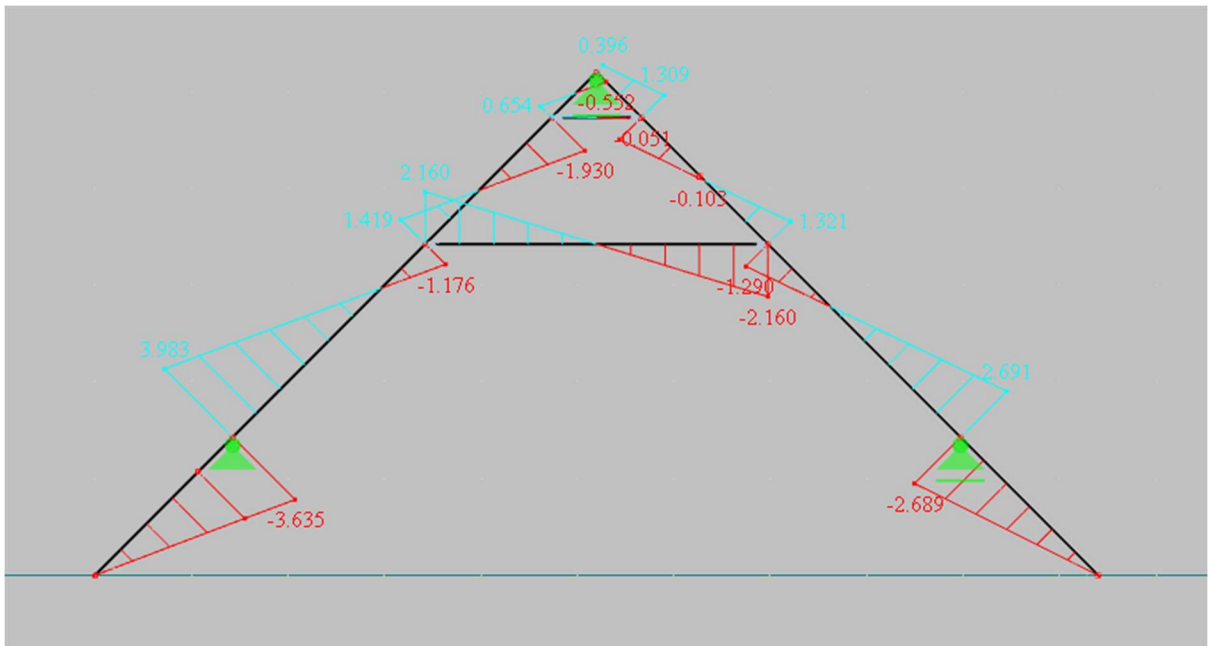
Vyhovuje



Obrázek 27: KZ – 51, Průhyb ohybových momentů



Obrázek 28: KZ – 51, Průběh normálových sil



Obrázek 29: KZ – 51, Průběh posouvajících sil

5, Maximální posouvající síla v oslabeném průřezu

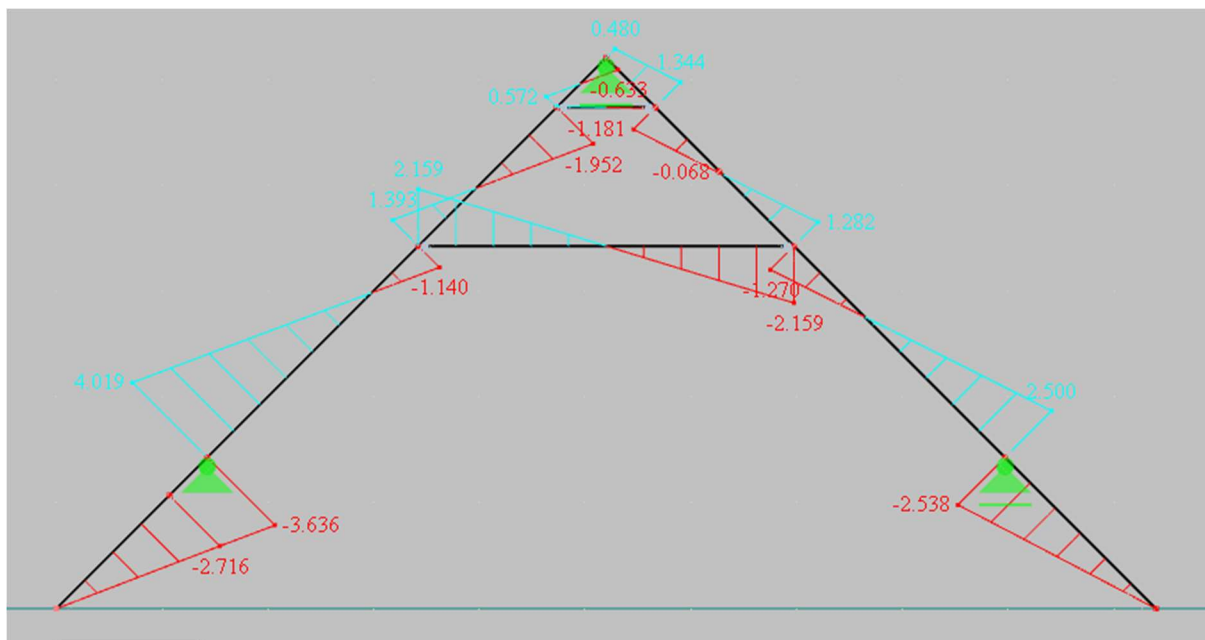
Kombinace KZ – 51

Maximální posouvající síla $V_{max} = 4,019 \text{ kN}$

Návrhové napětí $\tau_d = \frac{3}{2} * \frac{V_{ed}}{A_{osl}} = \frac{3}{2} * \frac{4,019}{12000} = 0,502 \text{ Mpa}$

Posudek $\tau_d < f_{v,d}$
 $0,502 \leq 2,77$

Vyhovuje



Obrázek 30: KZ – 69, Průběh posouvajících sil

Posouzení kleštiny

Šířka kleštiny = 60 mm

Výška kleštiny = 160 mm

Třída dřeva = C24

Modifikační součinitel = 0,9

Plocha průřezu $A = š \cdot v \cdot 2 = 60 \cdot 160 \cdot 2 = 19\,200 \text{ mm}^2$

Průřezový modul $W_y = 1/6 \cdot (2 \cdot š) \cdot v^2 = 1/6 \cdot (2 \cdot 60) \cdot 160^2 = 5,12 \text{ mm}^3$

Kombinace KZ – 50

Příslušný momentu $M = 0,012 \text{ kNm}$

Maximální normová síla $N_{\max+} = 3,877 \text{ kN}$

Návrhové napětí $\sigma_{(t,0,d)} = N/A = 3,877/19\,200 = 0,202 \text{ Mpa}$

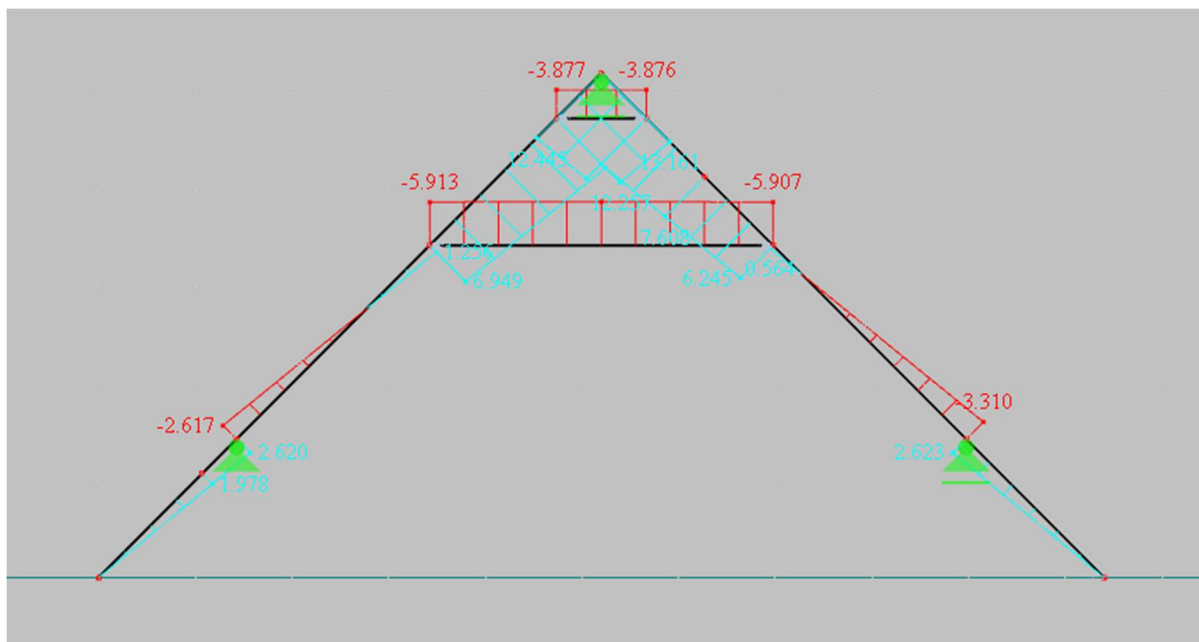
Návrhové napětí $\sigma_{(m,y,d)} = \frac{My}{W_y} = \frac{0,012}{5,12} = 0,023 \text{ Mpa}$

Posudek $\frac{\sigma_{(t,0,d)}}{f_{(t,0,d)}} + \frac{\sigma_{(m,y,d)}}{f_{(m,y,d)}} \leq 1$

$$\frac{0,202}{14,54} + \frac{0,023}{16,62} \leq 1$$

$$0,002 \leq 1$$

Vyhovuje



Obrázek 31: KZ – 50 Průběh normálových sil:

Posouzení hambalku

Šířka hambalku = 100 mm

Výška hambalku = 160 mm

Třída dřeva = C24

Modifikační součinitel = 0,9

Plocha průřezu

$$A = š \cdot v = 100 \cdot 160 \cdot 2 = 16\,000 \text{ mm}^2$$

Průřezový modul

$$W_y = 1/6 \cdot š \cdot v^2 = 1/6 \cdot 100 \cdot 160^2 = 8,533 \text{ mm}^3$$

Kombinace KZ – 50

Příslušný momentu

$$M = 1,931 \text{ kNm}$$

Maximální normová síla

$$N_{\max+} = 5,927 \text{ kN}$$

Návrhové napětí

$$\sigma_{(t,0,d)} = N/A = 5,927/19\,200 = 0,37 \text{ Mpa}$$

Návrhové napětí

$$\sigma_{(m,y,d)} = \frac{My}{W_y} = \frac{5,927}{8,533} = 2,263 \text{ Mpa}$$

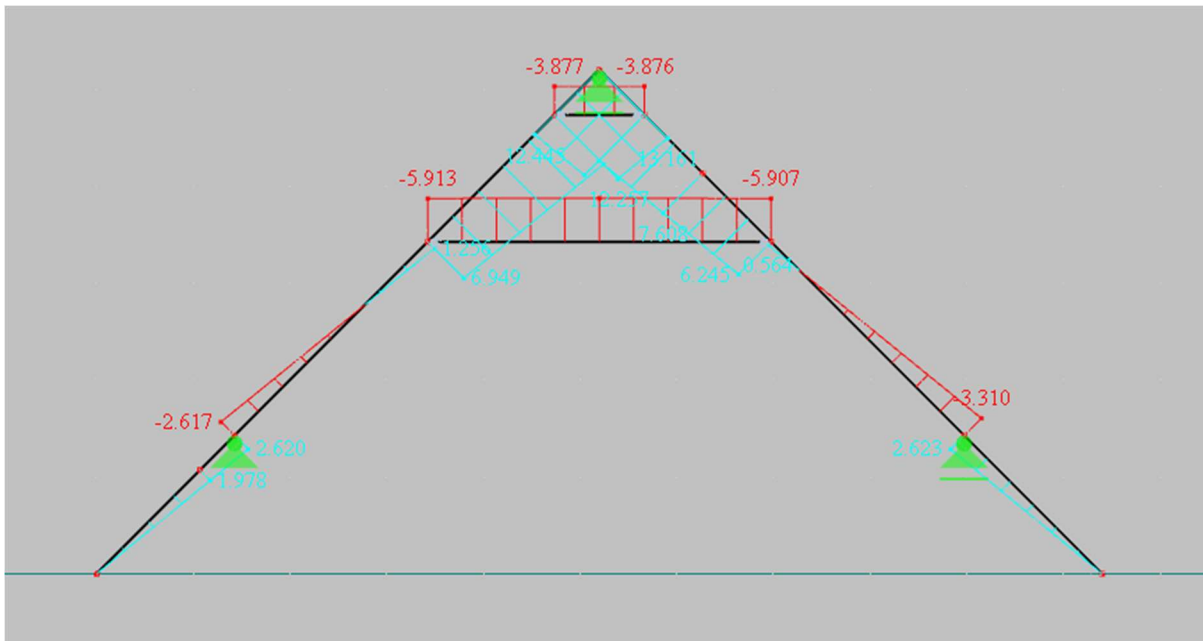
Posudek

$$\frac{\sigma(t,0,d)^2}{f(t,0,d)} + \frac{\sigma(m,y,d)}{f(m,y,d)} \leq 1$$

$$\frac{0,37}{14,54} + \frac{2,263}{16,62} \leq 1$$

$$0,137 \leq 1$$

Vyhovuje



Obrázek 32: KZ – 50 Průběh normálových sil

Výpočet posouzení spojů

Spojení krokví ve vrcholu pomocí svorníku

Třída provozu = 2

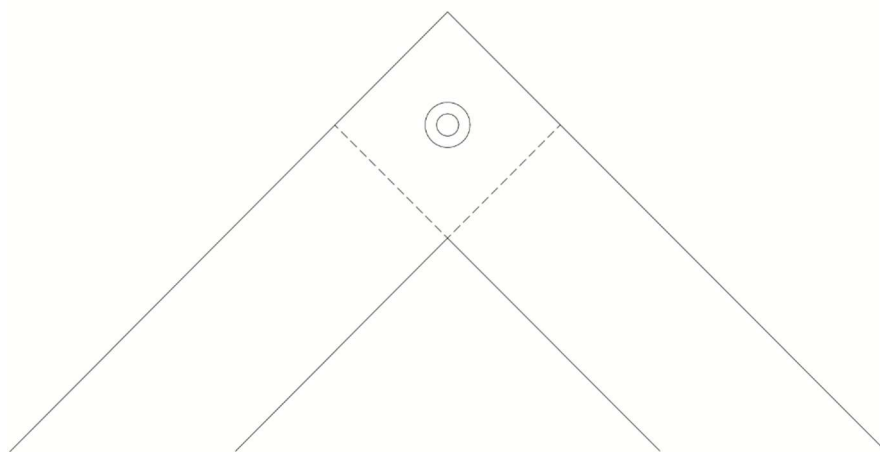
Charakteristická hustota dřeva $\rho_k = 440 \text{ kg/ m}^3$

Charakteristická pevnost materiálu v tahu $f_{uk} = 400 \text{ N/ mm}^2$

Návrhová síla ve spoji $N_d = 1,75 \text{ kN}$

Modifikační součinitel pevnosti $k_{mod} = 0,9$

Součinitel spolehlivosti materiálu $\gamma_m = 1,3$



Obrázek 33: Náčrtek napojení krokví

Návrh spoje:

Počet svorníků ve spoji = 1 ks

Průměr zvoleného svorníku = 28 mm

Úhel zatížení vůči vláknům = 90 °

Tloušťka spojovaného prvku $t_1 = 50 \text{ mm}$ (Polovina krokve)

Tloušťka spojovaného prvku $t_2 = 50 \text{ mm}$ (Polovina krokve)

Posouzení na stříh

Charakteristická pevnost materiálu na stříh $\tau = f_{u,k} * 0,8 = 400 * 0,8 = 320 \text{ N/ mm}^2$

Plocha průřezu svorníku $S = \frac{\pi * d^2}{4} = \frac{\pi * 28^2}{4} = 616,0 \text{ mm}^2$

Charakteristická pevnost svorníku na stříh $R_{v,k} = \tau \cdot S = 320 \cdot 616,0 = 197,12 \text{ kN}$

Návrhová pevnost kolík. spoje na stříh $R_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot R_{v,k}}{Y_m} = \frac{0,9 \cdot 16,09}{1,3} = 136,47 \text{ kN}$

Posudek $R_{v,d} > N_d$
 $136,47 > 11,51$

Vyhovuje

Posouzení na otláčení krokví vůči svorníkům

Charak. plastický moment $M_{y,Rk} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 400 \cdot 28^{2,6} = 694691 \text{ N/mm}$

Koeficient otláčení kolmo na vlákna $k_{90} = 1,35 + 0,015 \cdot d = 1,35 + 0,015 \cdot 28 = 1,77$

Charakteristická pevnost v otláčení rovnoběžně s vlákny $f_{h,0,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k =$
 $= 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 28) \cdot 440 =$
 $= 25,98 \text{ Mpa}$

Charakteristická pevnost v otláčení pod daným úhlem mezi silou a vlákny $f_{h,a,k} =$
 $= \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \cdot \sin^2 \beta + \cos^2 \beta} =$
 $= \frac{25,98}{1,77 \cdot (1+0)} = 14,68 \text{ Mpa}$

Poměr pevností dřeva v obou prvcích $\beta = \frac{f_{h,0,k}}{f_{h,a,k}} = \frac{25,98}{14,68} = 1,77$

Johansonovy vzorce pro charak. únosnost jednoho svorníku na jednu stříhovou rovinu

$G = f_{h,a,k} \cdot t_1 \cdot d = 14,68 \cdot 50 \cdot 28 = 20,55 \text{ kN}$

$H = 0,5 \cdot f_{h,0,k} \cdot t_2 \cdot d = 0,5 \cdot 25,98 \cdot 50 \cdot 28 = 18,18 \text{ kN}$

$J = 1,05 \cdot \frac{f_{h,a,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \cdot \left[\sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,a,k} \cdot t_1^2 \cdot d}} - \beta \right] = 20,07 \text{ kN}$

$K = 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,a,k} \cdot d} = 31,06 \text{ kN}$

$F_{v,Rk,1} = \min(G, H, J, K) = 18,18 \text{ kN}$

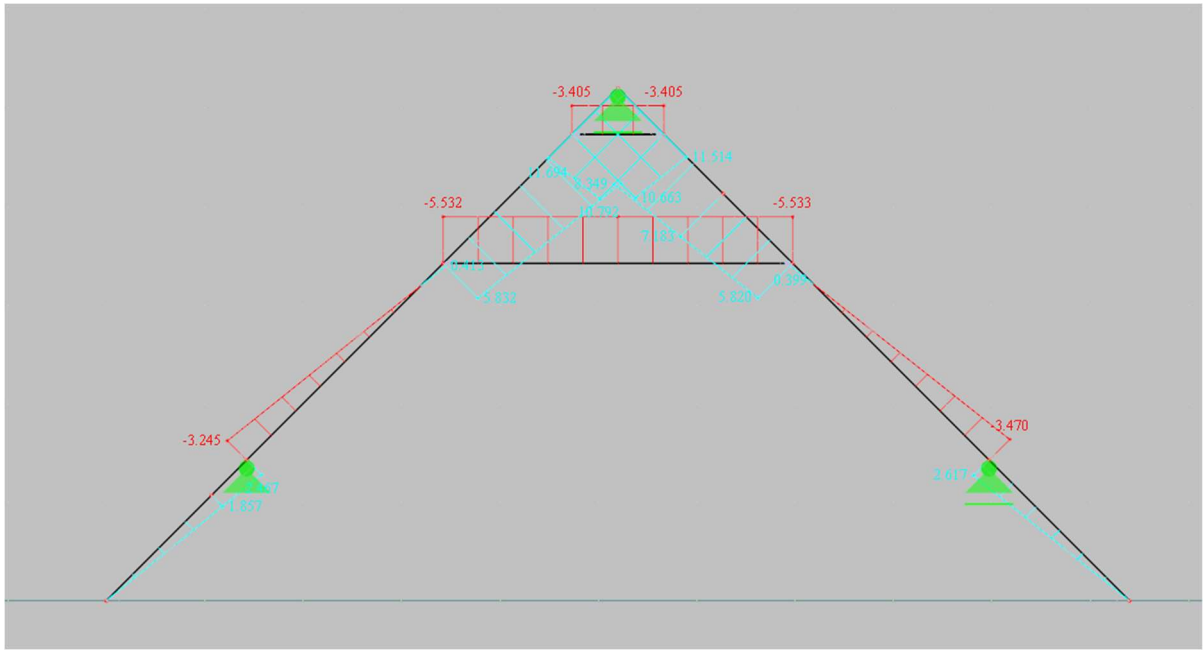
$F_{v,Rd,1} = \frac{F_{v,Rk,1} \cdot k_{mod}}{Y_m} = \frac{18,18 \cdot 0,9}{1,3} = 12,59 \text{ kN}$

Posudek

$$F_{v,Rd,1} > N_d$$

$$12,59 > 11,51$$

Vyhovuje



Obrázek 34: KZ – 61, Průběh normálových sil

Spojení krokve s pozednicí

Třída provozu = 2

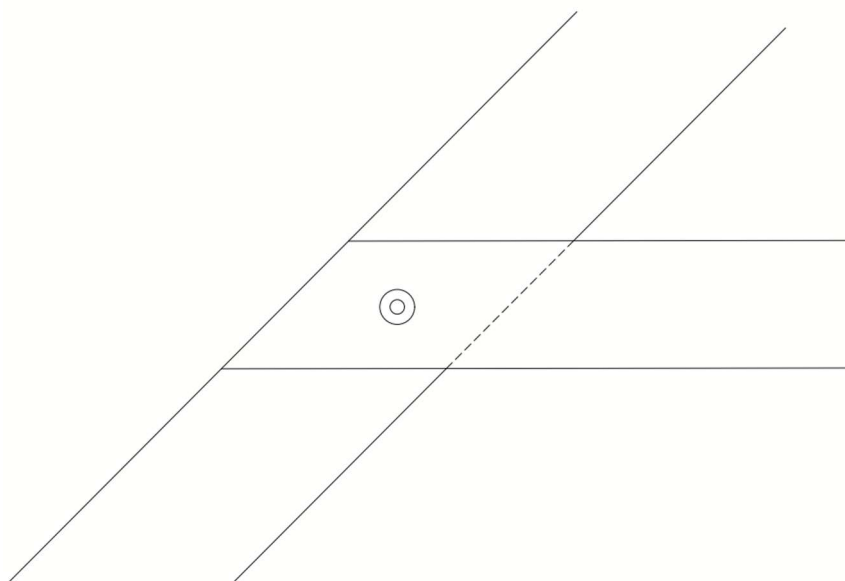
Charakteristická hustota dřeva $\rho_k = 440 \text{ kg/ m}^3$

Charakteristická pevnost materiálu v tahu $f_{uk} = 400 \text{ N/ mm}^2$

Návrhová síla ve spoji $N_d = 3,788 \text{ kN}$

Modifikační součinitel pevnosti $k_{mod} = 0,9$

Součinitel spolehlivosti materiálu $\gamma_m = 1,3$



Obrázek 35: Náčrtek napojení krokve a kleštiny

Návrh spoje:

Prvek BOVA 05-08

Rozměr prvku 80x100x100

Spojování pomocí hřebíků Anker o průměru 4 mm a délky 60 mm.

Charakteristická únosnost spoje při namáhání deklarovaná výrobcem:

- ve směru 2
- způsob kotvení: trimer connection

Výpočet únosnosti prvku BOVA

Charakteristická pevnost prvku $N_{k,p} = 6,3 \text{ kN}$

Návrhová síla ve spoji $N_{d,s} = 3,788 \text{ kN}$

Návrhová pevnost prvku

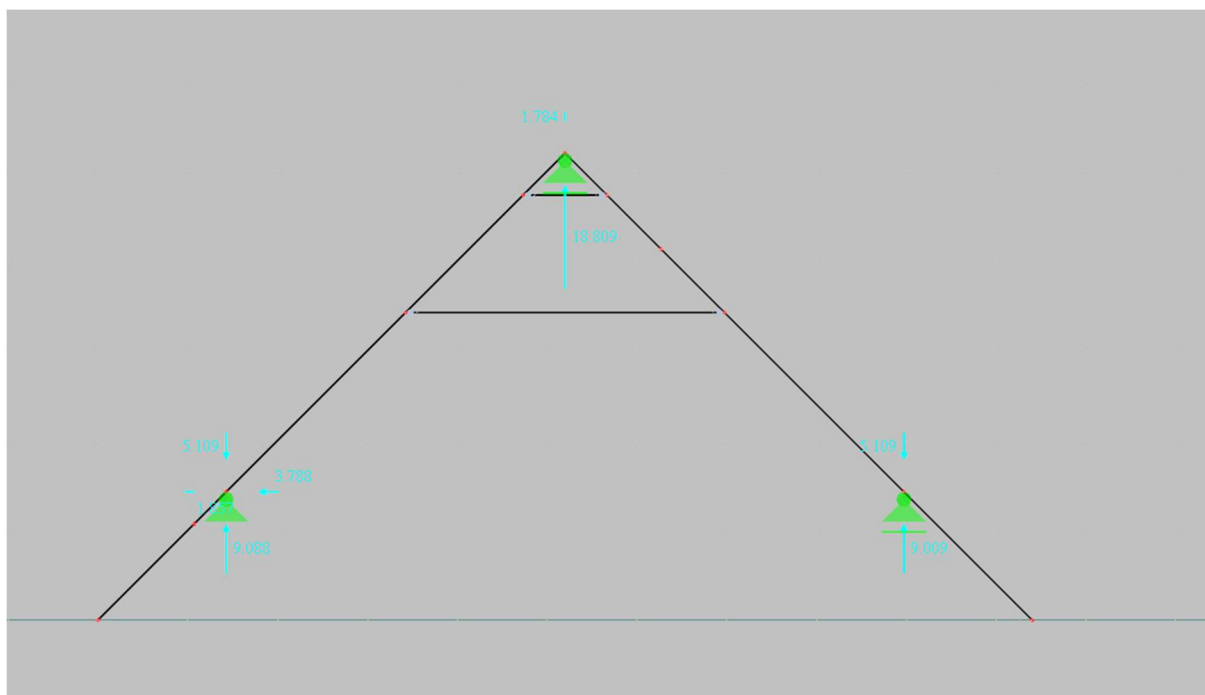
$$N_{d,p} = \frac{N_k * K_{mod}}{Y_m} = \frac{6,3 * 0,9}{1,3} = 4,36 \text{ kN}$$

Posudek

$$N_{d,p} > N_{d,s}$$

$$4,36 > 3,78$$

Vyhovuje



Obrázek 36: KV1 – Podporové reakce

Spojení krokve a kleštiny

Třída provozu = 2

Charakteristická hustota dřeva $\rho_k = 440 \text{ kg/ m}^3$

Charakteristická pevnost materiálu v tahu $f_{uk} = 400 \text{ N/ mm}^2$

Návrhová síla ve spoji $N_d = 3,88 \text{ kN}$

Modifikační součinitel pevnosti $k_{mod} = 0,9$

Součinitel spolehlivosti materiálu $\gamma_m = 1,3$

Návrh spoje:

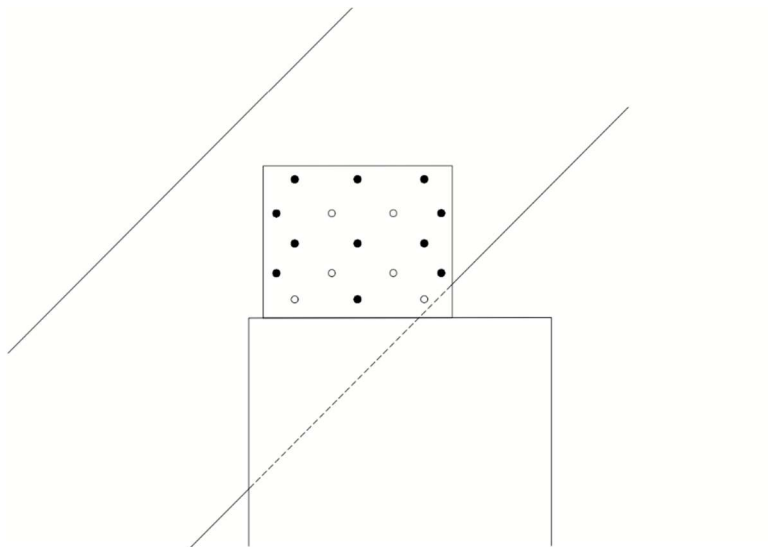
Počet svorníků ve spoji = 1 ks

Průměr zvoleného svorníku = 10 mm

Úhel zatížení vůči vláknům = 45°

Tloušťka spojovaného prvku $t_1 = 50 \text{ mm}$ (Polovina krokve)

Tloušťka spojovaného prvku $t_2 = 60 \text{ mm}$



Obrázek 37: Náčrtek napojení krokve a pozednice

Posouzení na stříh

Charakteristická pevnost materiálu na stříh $\tau = f_{u,k} * 0,8 = 400 * 0,8 = 320 \text{ N/mm}^2$

Plocha průřezu svorníku $S = \frac{\pi * d^2}{4} = \frac{\pi * 10^2}{4} = 78,57 \text{ mm}^2$

Charakteristická pevnost svorníku na stříh $R_{v,k} = \tau * S = 320 * 78,57 = 25,14 \text{ kN}$

Návrhová pevnost kolík. spoje na stříh $R_{v,d} = \frac{k_{mod} * R_{v,k}}{Y_m} = \frac{0,9 * 25,14}{1,3} = 17,41 \text{ kN}$

Posudek $R_{v,d} > N_d$
 $17,41 > 3,88$

Vyhovuje

Posouzení na otláčení krokví vůči svorníkům

Charak. plastický moment $M_{y,Rk} = 0,3 * f_{u,k} * d^{2,6} = 0,3 * 400 * 10^{2,6} = 47772 \text{ N/mm}$

Koeficient otláčení kolmo na vlákna $k_{90} = 1,35 + 0,015 * d = 1,35 + 0,015 * 10 = 1,5$

Charakteristická pevnost v otláčení rovnoběžně s vlákny $f_{h,0,k} = 0,082 * (1 - 0,01 * d) * \rho_k =$
 $= 0,082 * (1 - 0,01 * 10) * 440 =$
 $= 31,0 \text{ Mpa}$

Charakteristická pevnost v otláčení pod daným úhlem mezi silou a vlákny $f_{h,a,k} =$
 $= \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} * \sin^2 \beta + \cos^2 \beta} =$
 $= \frac{31,0}{1,5 * (0,5 + 0,5)} = 10,83 \text{ Mpa}$

Poměr pevností dřeva v obou prvcích $\beta = \frac{f_{h,0,k}}{f_{h,a,k}} = \frac{31,0}{10,83} = 2,86$

Johansonovy vzorce pro charak. únosnost jednoho svorníku na jednu stříhovou rovinu

$G = f_{h,a,k} * t_1 * d = 10,83 * 50 * 10 = 5,42 \text{ kN}$

$H = 0,5 * f_{h,0,k} * t_2 * d = 0,5 * 25,98 * 50 * 28 = 18,18 \text{ kN}$

$J = 1,05 * \frac{f_{h,a,k} * t_1 * d}{2 + \beta} * \left[\sqrt{2 * \beta * (1 + \beta) + \frac{4 * \beta * (2 + \beta) * M_{y,Rk}}{f_{h,a,k} * t_1^2 * d}} - \beta \right] = 3,26 \text{ kN}$

$K = 1,15 * \sqrt{\frac{2 * \beta}{1 + \beta}} * \sqrt{2 * M_{y,Rk} * f_{h,a,k} * d} = 4,5 \text{ kN}$

$$F_{v,Rk,1} = \min (G,H,J,K) = 3,26 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rk} = F_{v,Rk,1} * 2 = 3,26 * 2 = 6,52 \text{ kN}$$

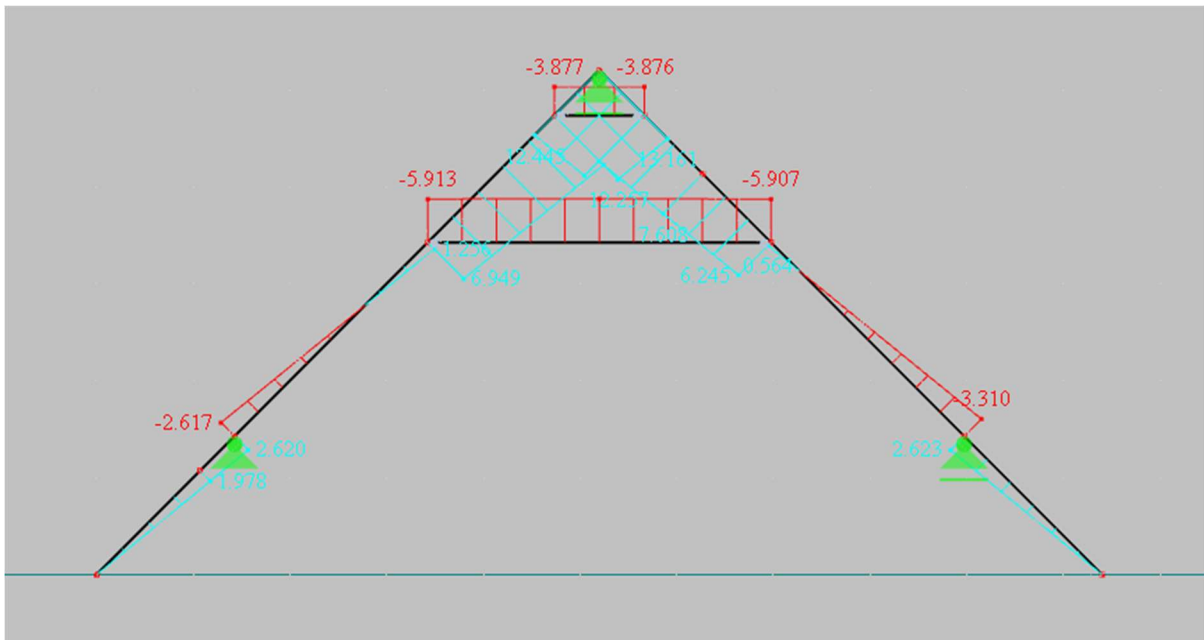
$$F_{v,Rd} = \frac{F_{v,Rk,1} * k_{mo}}{Y_m} = \frac{6,52 * 0,9}{1,3} = 4,52 \text{ kN}$$

Posudek

$$F_{v,Rd} > N_d$$

$$4,52 > 3,88$$

Vyhovuje



Obrázek 38: KZ - 50, Průběh normálových sil

Seznam obrázků

Obrázek 1: Aplikace stálého zatížení.....	3
Obrázek 2: Aplikace užitečného zatížení na krokev	4
Obrázek 3: Aplikace užitečného zatížení na hambalek.....	5
Obrázek 4: Sněhové oblasti pro ČR.....	6
Obrázek 5: Části střechy pro příčný vítr	8
Obrázek 6: Části střechy pro podélný vítr	10
Obrázek 7:Aplikace zatížení větrem – $c_{pi} + 0,2$ (F-, H-, J-, I-).....	11
Obrázek 8:Aplikace zatížení větrem – $c_{pi} + 0,2$ (F+, H+, J+, I+).....	11
Obrázek 9:Aplikace zatížení větrem – $c_{pi} + 0,2$ (F+, H+, J-, I-).....	12
Obrázek 10: Aplikace zatížení větrem – $c_{pi} + 0,2$ (F-, H-, J+, I+).....	12
Obrázek 11: Aplikace zatížení větrem – $c_{pi} - 0,3$ (F-, H-, J-, I-).....	13
Obrázek 12: Aplikace zatížení větrem – $c_{pi} - 0,3$ (F+, H+, J+, I+).....	13
Obrázek 13: Aplikace zatížení větrem – $c_{pi} - 0,3$ (F+, H+, J-, I-).....	14
Obrázek 14: Aplikace zatížení větrem – $c_{pi} - 0,3$ (F-, H-, J+, I+).....	14
Obrázek 15: Aplikace zatížení větrem – $c_{pi} + 0,2$ (H)	15
Obrázek 16: Sněhové oblasti pro ČR.....	16
Obrázek 17:Aplikace zatížení sněhem na celou střechu.....	17
Obrázek 18: Aplikace zatížení sněhem na levou část střechy	17
Obrázek 19: Aplikace zatížení sněhem na pravou část střechy	18
Obrázek 20: KZ – 311, Průhyb ohybových momentů	20
Obrázek 21: KZ – 311, Průběh normálových sil	20
Obrázek 22: KZ – 69, Průhyb ohybových momentů	22
Obrázek 23: KZ – 69, Průběh normálových sil	22
Obrázek 24: KZ – 69, Průběh posouvajících sil	23
Obrázek 25: KZ – 345, Průhyb ohybových momentů	24
Obrázek 26: KZ – 345, Průběh normálových sil	24
Obrázek 27: KZ – 51, Průhyb ohybových momentů	25
Obrázek 28: KZ – 51, Průběh normálových sil	26
Obrázek 29: KZ – 51, Průběh posouvajících sil	26
Obrázek 30: KZ – 69, Průběh posouvajících sil	27
Obrázek 31: KZ – 50 Průběh normálových sil:	29
Obrázek 32: KZ – 50 Průběh normálových sil	30

Obrázek 33: Náčrtek napojení krokví	31
Obrázek 34: KZ – 61, Průběh normálových sil	33
Obrázek 35: Náčrtek napojení krokve a kleštiny	34
Obrázek 36: KV1 – Podporové reakce	35
Obrázek 37: Náčrtek napojení krokve a pozednice	36
Obrázek 38: KZ - 50, Průběh normálových sil	38

Seznam tabulek

Tabulka 1: Skladba střešního pláště.....	2
Tabulka 2: Výpočet zatížení na střední část krokve	2
Tabulka 3: Výpočet zatížení na okapovou část krokve	3
Tabulka 4: rychlosti větru na větrné oblasti.....	7
Tabulka 5: Kategorie terénu vůči větrné oblasti	7
Tabulka 6: Součinitel na typu krajiny	16

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra zpracování dřeva a biomateriálů



**Fakulta lesnická
a dřevařská**

Pasivní dům s přístavbou modulárního typu

Příloha D – Výstup z programu Kros 4

Autor: Bc. Jindřich Grafek
Vedoucí práce: doc. Ing. Roman Fojtík, Ph.D.

2023

Položkový rozpočet

Místo:	Skomelno 1
Oblast:	Rokycansko
Datum:	15.03.2023

Číslo položky	Popis položky	MJ m ²	Množství celkem	Cena jednotková	Cena celkem
---------------	---------------	-------------------	-----------------	-----------------	-------------

Obvodová stěna z I profilů

1	Montáž profilovaných I nosníků z dřevěných hranolů a OSB	m ²	226	720 Kč	162 720 Kč
2	Dřevěný I nosník + hranoly	m ²	238	600 Kč	142 800 Kč
3	Montáž Difúzní folie - Jutafol N 220 Special	m ²	216	130 Kč	28 080 Kč
4	Difúzní folie - Jutafol N 220 Special	m ²	226	39 Kč	8 814 Kč
5	Spojovací prostředy pro montáž nosných I profilů a přilehlých konstrukcí	kpl	1	37 520 Kč	37 521 Kč
6	Lepenka Hasoft na prolepení difúzní folie	ks	8	475 Kč	3 800 Kč
7	Montáž tepelné izolace Isover EVO mezi I nosníky	m ²	226	230 Kč	51 980 Kč
8	Tepelná izolace Isover EVO tl. 200 mm a 80 mm	m ²	241	548 Kč	132 068 Kč
9	Zhotovení záklopu z desek Fermacell	m ²	231	280 Kč	64 680 Kč
10	Stavební desky Fermacell	m ²	238	388 Kč	92 344 Kč
11	Montáž instalační předstěny ze stavebních latí 60 x 40 mm	m ²	204	380 Kč	77 520 Kč
12	Stavební latě z rostlého dřeva 60 x 40 mm	bm	411	28 Kč	11 508 Kč

13	Montáž tepelné izolace Isover EVO do prosotoru předstěny	m ²	198	120 Kč	23 760 Kč
14	Tepelná izolace Isover EVO tl. 60 mm	m ²	208	242 Kč	50 336 Kč
15	Montáž zaklopení stěny z desek Rigips	m ²	216	370 Kč	79 920 Kč
16	Dvouvrstvé tmelení a páskování spojů desek Rigips	kpl	1	14 500 Kč	14 500 Kč
17	Stavební desky Rigips	m ²	235	89 Kč	20 915 Kč
18	Malování interiéru obvodové stěny malířskou barvou Jupol C.	m ²	214	49 Kč	10 486 Kč
19	Malířské potřeby - Jupol Classic barva, lepenka krycí apod.	ks	1	1 700 Kč	1 700 Kč
20	Montáž soklu z extrudovaného polystyrénu Austro VAFL	m ²	44	275 Kč	12 100 Kč
21	Izolace - extrudovaný polystyén Austro VAFL	m ²	48	204 Kč	9 792 Kč
22	Akrylování koutů tmelem Knauf Renokitt (včetně materiálu)	bm	108	79 Kč	8 532 Kč
23	Zhovení venkovní fasádní barva - Cemix AZ - Akrylátová zatíraná	m ²	251	280 Kč	70 280 Kč
24	Venkovní fasádní barva - Cemix AZ	m ²	269	99 Kč	26 631 Kč
25	Montáž základ. prahu z modřínu	bm	56	290 Kč	16 240 Kč
26	Stavební modřínové prahy	bm	60	180 Kč	10 800 Kč

Rozměry jednotlivých stavebních materiálů vychází z projektové dokumentace Skomelna 1
 Veškeré práce jsou podle ceníkových cen firmy Proposito s.r.o.
 Cenové údaje započítávají konkrétní stavební část bez dopravy a manipulace

Celková cena (Kč):

1 169 827 Kč

Tesařina krovu - hambalková soustava

1	Montáž vaznic a pozednic 160 x 120 mm	bm	62	620 Kč	38 440 Kč
2	Smrkové řezivo 160 x 120 mm	bm	66	289 Kč	19 074 Kč
3	Montáž krokevní soustavy 160 x 100 mm	bm	345	290 Kč	100 050 Kč
4	Sestavení hambalkové vazby 160 x 100 mm	bm	82	250 Kč	20 500 Kč
5	Smrkové řezivo 160 x 100 mm	bm	469	257 Kč	120 533 Kč
6	Vyztužení pomocí Ondřejových křížů 35/165 mm	bm	46	180 Kč	8 280 Kč
7	Smrkové řezivo 165 x 35 mm	bm	53	170 Kč	9 010 Kč
8	Montáž oboustraných kleštín 2 x 60 x 160 mm	bm	27	850 Kč	22 950 Kč
9	Smrkové řezivo 60 x 160 mm	bm	59	195 Kč	11 505 Kč
10	Přípevnění pozednic do svislé stěny pomocí vrtů	kpl	1	8 500 Kč	8 500 Kč
11	Kompletní kotevní prvky - hřebíkové, vrtové apod.	kpl	1	12 500 Kč	12 500 Kč
12	Natření kompetních dřevěných prvků bochemitem	kpl	1	38 250 Kč	38 250 Kč
13	Nátěr bochemit	bal	5	790 Kč	3 950 Kč
14	Montáž sloupků 120 x 100 mm	bm	19	740 Kč	14 060 Kč
15	Smrkové řezivo 120 x 100 mm	bm	22	340 Kč	7 480 Kč

Rozměry jednotlivých stavebních materiálu vychází z projektové dokumentace Skomelna 1

Veškeré práce jsou podle ceníkových cen firmy Proposito s.r.o.

Cenové údaje započítávají konkrétní stavební část bez dopravy a manipulace

Řezivo použité ze zbourané stodoly bude odečteno od aktuálního nakupovaného řeziva

Celková cena (Kč):

435 082 Kč