

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

**STAVEBNÍ
FAKULTA**



**NOVOSTAVBA HALY
PRO GYMNASTIKU
A DALŠÍ VYUŽITÍ**

2018

**ELIŠKA
LUKEŠOVÁ**



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Lukešová Jméno: Eliška Osobní číslo: 423950

Zadávací katedra: K124

Studijní program: Budovy a prostředí

Studijní obor: Budovy a prostředí

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Novostavba haly pro gymnastiku a další využití

Název diplomové práce anglicky: New-build hall for gymnastics and other uses

Pokyny pro vypracování:

Stavebně-konstrukční řešení haly s ohledem na udržitelnou výstavbu

Stavebně-energetická koncepce s ohledem na efektivní nakládání s energiemi a využití OZE

Minimalizace energetické náročnosti objektu

Detailní řešení obvodových konstrukcí ve variantách

Seznam doporučené literatury:

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

Datum zadání diplomové práce: 5.10.2018

Termín odevzdání diplomové práce: 6.1.2019

Údaj uveďte v roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

12.10.2018

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: ELIŠKA LUKESHOVÁ

Název diplomové práce: NOVOSTAVBA HALY PRO GYMNASTIKU A DALŠÍ VYUŽITÍ

Základní část: EPS podíl: 70 %

Formulace úkolů:

STAVEBNĚ-KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ HALY
STAVEBNĚ-ENERGETICKÁ KONCEPCE, VYUŽITÍ OZE
DETAILNÍ ŘEŠENÍ OBVODOVÝCH KONSTRUKCÍ

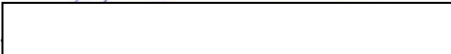
Podpis vedoucího DP:  Datum: 12/10/2018

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

2. Část: TECHNICKÉ ZAŘÍZENÍ BUDOV podíl: 15 %

Konzultant (jméno, katedra): MIROSLAV URBAŇ


Formulace úkolů: KONCEPT, SYSTÉMU TZB / OBTÁPĚNÍ, VĚTRÁNÍ, CHLAZENÍ, ZTI - PŘÍPLACHA TV, NAKLADÁNÍ S DESTILOVANOU VODOU)
- SCHÉMA ZAŘÍZENÍ ZHROZU, ZÁKLADNÍ PŮDORYS

Podpis konzultanta:  Datum: 18.12.2018

3. Část: Stoková část podíl: 15 %

Konzultant (jméno, katedra): Robert Jára

Formulace úkolů: - výpočet zvláště
- návrh hlavních nosných prvků
- schéma vybraných detailů

Podpis konzultanta:  Datum: 7.12.2018

4. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra):

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta: Datum:

Poznámka:

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

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a všechny použité prameny jsou uvedeny v seznamu zdrojů.

V Praze dne.....

.....

Eliška Lukešová

Poděkování

Ráda bych poděkovala prof. Ing. Janu Tywoniakovi, CSc. za odborné vedení a připomínky k diplomové práci. Dále bych ráda poděkovala Ing. Robertu Járovi, PhD. za odborné rady v oboru statiky staveb a Ing. Miroslavu Urbanovi, PhD. v oblasti technických zařízení budov.

Abstrakt

Cílem této diplomové práce je návrh energeticky efektivní novostavby gymnastické haly v Šestavovicích.

Práce se zabývá tvorbou dispozičního a prostorového řešení budovy včetně rešerší budov s podobnou funkcí. Součástí práce je také stavebně-konstrukční řešení, kde je navržen konstrukční systém z dřevěných ráků a obalové konstrukce s ohledem na udržitelnou výstavbu a nízkou energetickou náročnost objektu ve variantách. Stavebně-energetický koncept je řešen s ohledem na využití obnovitelných zdrojů energie. Je vypočtena potřeba energie na vytápění pomocí tepelných ztrát a zisků budovy. Dále je zpracována koncepce technických zařízení budovy, tedy vytápění, chlazení, vzduchotechnika, příprava teplé vody a hospodaření s dešťovou vodou.

Pasivní budovy jsou dnes velmi aktuálním tématem. V této diplomové práci je navržený pasivní standard aplikován na velkoprostorovou budovu. Důraz je také kladen na využitelnost obnovitelných zdrojů energií a v použití materiálů s nižším dopadem na životní prostředí.

Abstrakct

The aim of this thesis is a design of an energy-efficient new building of a gymnastic hall in Šestavovice.

This work deals with creation of layout and space solutions of the building, including searches of buildings with a similar function. One part of the work is also a constructional solution, where there are different variations of a construction system of wooden frames and covering constructions, which are designed with regards to the sustainable and low energy demand of the building. The construction and energy concept is solved with regards to the use of renewable energy sources. The heat demand is calculated by using the building's heat losses and gains. Furthermore, the concept of technical equipment of the building is elaborated, ie heating, cooling, ventilation, water heating and rainwater management.

Nowadays, passive buildings are a very ongoing topic. In this thesis, the proposed passive standart is applied to a large-scale building. The emphasis is also on the usability of renewable energy sources and the use of materials with lower environmental impact.

Obsah

ÚVOD	3
1. POPIS ÚZEMÍ	4
2. DISPOZIČNÍ POŽADAVKY NA GYMNASTICKÉ HALY	5
3. ARCHITEKTONICKO-STVEBNÍ ŘEŠENÍ.....	7
3.1. Rešerše	7
3.1.1. Pajol sports centre	7
3.1.2. Výcvikové středisko skupiny Guimarães	10
3.1.3. TNW Utrecht	12
3.2. Hmotové řešení, fasády	15
3.3. Dispoziční řešení	15
4. STAVEBNĚ-KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	18
4.1. Gymnastická hala	18
4.1.1. Nosné konstrukce	18
4.1.2. Obvodové konstrukce	21
4.1.3. Ostatní konstrukce	23
4.2. Fyzioterapie a rehabilitace + muzeum	23
4.2.1. Nosné konstrukce	23
4.2.2. Obvodové konstrukce	23
5. STAVEBNĚ-ENERGETICKÝ KONCEPT	24
5.1. Součinitel prostupu tepla a tepelné ztráty a zisky	24
5.2. Měrná potřeba energie na vytápění.....	27
5.3. Potřeba energie na přípravu teplé vody	27
5.4. OZE	28
5.5. Fotovoltaické systémy.....	28
5.6. Hospodaření s vodou.....	28
6. TZB	29
6.1. VZT.....	29
6.2. Vytápění	30
6.3. Ohřev TV	31
6.4. Chlazení	31
6.5. Návrh zdroje.....	32
7. ZÁVĚR	35
8. PŘÍLOHY.....	37
8.1. Výpočet průřezů hlavních nosných kcí	37
8.2. Výstupy ze softwaru Teplo.....	45
8.3. Výkresy	53

ÚVOD

Hlavním tématem práce je návrh sportovně rehabilitačního centra, které se skládá ze dvou hlavních částí: ze specializovaného zázemí pro výkonnostní i kondiční oddíl sportovní gymnastiky a z podpůrné části, kterou bude odborná lékařská péče včetně rehabilitace, fyzikální léčby, sportovního lékařství a dětské ortopedie.

Sportovně rehabilitační centrum má zajistit vývoj a sportovní růst sportovních gymnastů a gymnastek tak, aby tito dosahovali ve výkonnostní oblasti výsledků srovnatelných s evropským i světovým sportem. Důležitým prvkem je eliminace případných negativních zdravotních procesů souvisejících se zvýšenými nároky na jejich fyzickou zdatnost, obzvláště v době jejich fyzického růstu. Současně tato koncepce nabídne možnost kondičního cvičení pod dohledem odborníků a tím zvýší možnost zapojení většího počtu zájemců do vrcholového sportu.

Vzhledem k dnešnímu vývoji ve stavebnictví, kdy se klade důraz na energetickou efektivitu budovy, bude celý komplex navržen v pasivním standardu. Maximální snahou bude využití obnovitelných zdrojů energie, k pokrytí potřeb pro vytápění, chlazení, přípravu teplé vody, aj.

Cílem této práce je návrh sportovně rehabilitačního centra, který zajistí požadovanou kvalitu vnitřního prostředí a minimálně zatíží kvalitu vnějšího prostředí.

1. POPIS ÚZEMÍ

Obec Šestajovice se nachází v okrese Praha-východ ve Středočeském kraji. Těsně sousedí s pražskými městskými částmi Klánovice a Horní Počernice. V centru obce se nachází historická kaplička a pomník obětem světových válek.

V devadesátých letech se začala obec prudce rozšiřovat vlivem výstavby nových rodinných a bytových domů. S tím souviselo i následné rozšíření občanské vybavenosti o novou školku, školu a sportovní halu. Nyní má obec kolem tří a půl tisíc obyvatel.

Samotná hala má vzniknout v severní části obce u areálu nově vzniklého nákupního parku.



Zdroj: <https://nahlizenidokn.cuzk.cz>

2. DISPOZIČNÍ POŽADAVKY NA GYMNASTICKÉ HALY

Tělocvična pro gymnastiku má obsahovat:

dámská a pánská bradla;

hrazdy;

závodní a tréninkové kladiny;

přeskokové stoly a bedny;

kruhy;

gymnastický odpružený koberec 12x12m;

trampolínovou dráhu;

zapuštěnou cvičnou hrazdu;

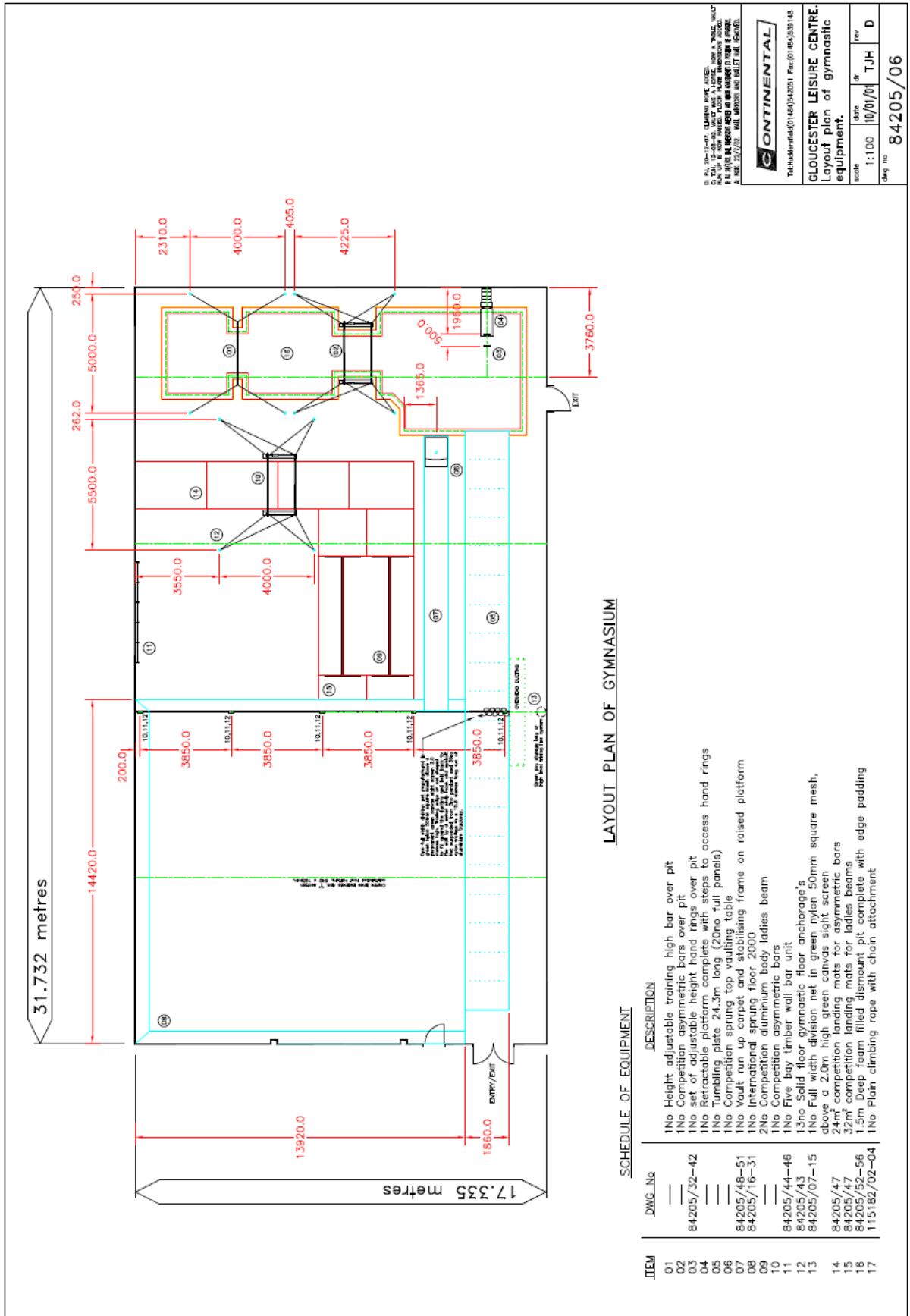
molitanovou doskokovou jámu;

závodní trampolíny;

lano pro Olympijský šplh;

dále bude součástí haly zázemí pro posilování a strečing a baletní a taneční sál pro základní baletní průpravu.

Dle <http://www.gymfed.cz/>



Zdroj: <https://www.continentalsports.co.uk>

Příklad rozložení cvičebních pomůcek v tělocvičně

3. ARCHITEKTONICKO-STVEBNÍ ŘEŠENÍ

3.1. Rešerše

3.1.1. Pajol sports centre



Architekt: Brisac Gonzalez

Místo: Paříž, Francie

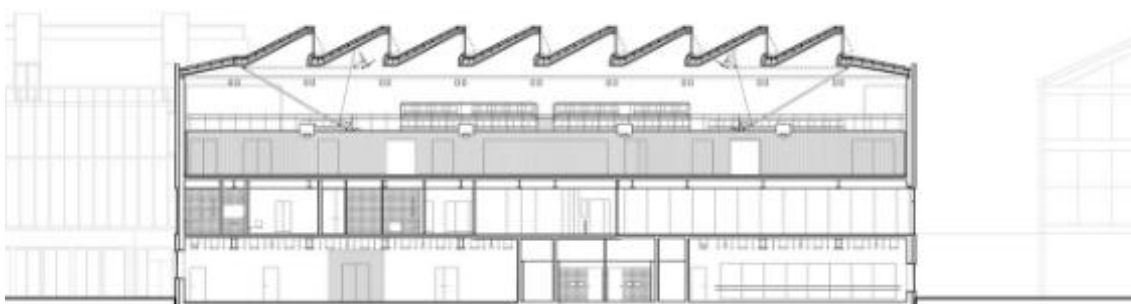
Rok výstavby: 2012

Budova Pajol sports centre se nachází v Paříži v bývalé průmyslové čtvrti a slouží pro různé sportovní aktivity. Architektonický návrh vychází z okolního prostředí, tvar budovy je tedy jednoduchý stejně jako řešení fasád.

Budova má tři nadzemní a jedno podzemní podlaží. V prvním nadzemním a podzemním podlaží jsou místnosti určené k bojovým sportům a pro fitness a přes druhé a třetí podlaží se otevírá velká tělocvična pro míčové sporty s tribunou a zázemím. V tělocvičně je pro osvětlení využito střešních světlíků, které zajišťují dostatečné množství světla bez oslnění přímým slunečním svitem. Nerovný tvar stropu zároveň zlepšuje akustickou pohodu, což bývá v tělocvičnách nepříjemný problém. Také po estetické stránce se jedná o velmi příjemný a neobvyklý prvek.

Hala má ocelovou nosnou konstrukci, střešní plášť je nesen trapézovými plechy.





Zdroje: <https://www.archdaily.com>

<https://archello.com>

<https://www.designboom.com>

3.1.2. Výcvikové středisko skupiny Guimarães

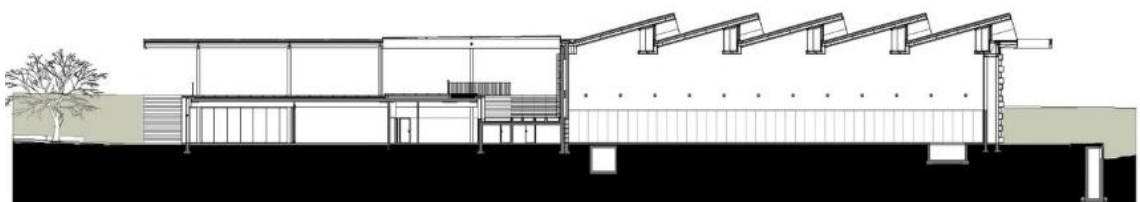
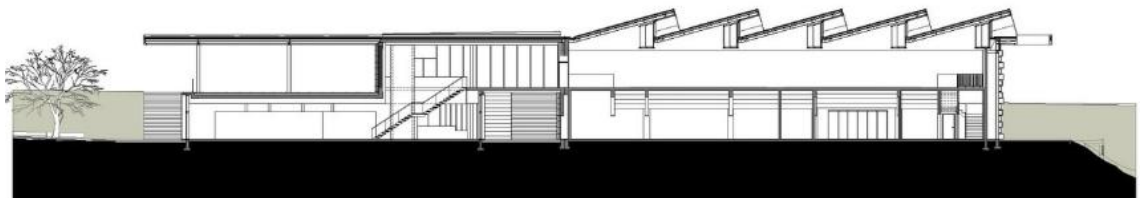


Architekt: Pitagoras Group

Místo: Guimaraes, Portugalsko

Rok výstavby: 2017

Jedná se o budovu výcvikového centra pro tréninky výkonnostní gymnastiky. Záměrem architektů bylo uplatnit technologie, které minimalizují emise CO₂ a dopad stavby na životní prostředí. Osvětlení v tělocvičně je řešeno velmi podobně jako u předešlé rešerše, tedy pomocí střešních světlíků, které eliminují riziko přímého oslnění gymnastů. Objekt je vybaven čističkou odpadních vod, fotovoltaickým systémem s bateriemi, tepelným čerpadlem a přívod vzduchu je předehříván/předchlazován pomocí zemního kolektoru.



Zdroje: <https://www.plataformaarquitectura.cl>
<https://www.disup.com>

3.1.3. TNW Utrecht



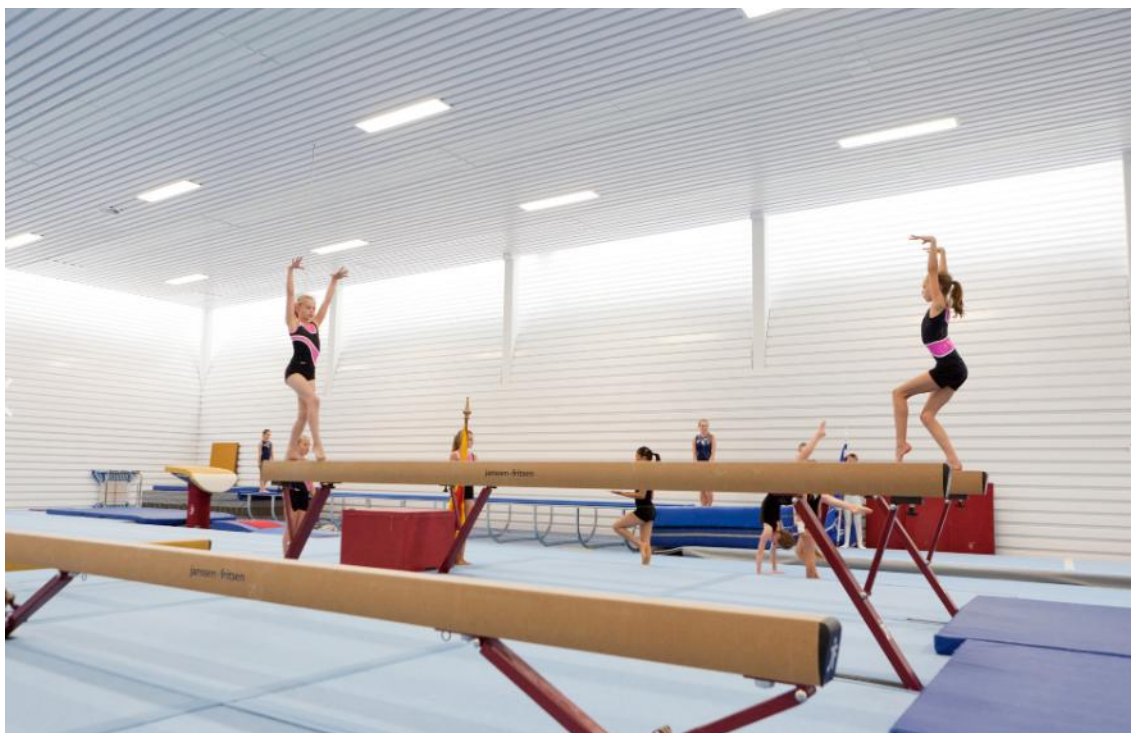
Architekt: Pieter Bannenberg, Walter van Dijk, Kamiel Klaasse

Místo: Utrecht, Nizozemsko

Rok výstavby: 2011

Jedná se o gymnastickou halu určenou k tréninku čtyř klubů. Zde bylo osvětlení také zásadním tématem projektu. Architekti vytvořili světlík po celém obvodu budovy a vysunuli ho o jeho šířku směrem ven z budovy. Tím vznikla dostatečně velká průsvitná plocha pro osvětlení tělocvičny a zároveň se eliminovalo riziko oslnění či nepříjemných kontrastů od slunečních paprsků.





Zdroje: <https://www.dutchdaylight.nl>

<https://www.e-architect.co.uk>

3.2. Hmotové řešení, fasády

Budovy gymnastické haly, fyzioterapie i muzea urbanisticky navazují na stávající nákupní park na severu obce Šestajovice. Jižně od plánované haly je stávající zástavba rodinných domů.

Gymnastická hala má půdorysné rozměry 53,75 m na 18,8 m a výšku 11,2 m. Jedná se tedy o velmi výraznou stavbu, obzvláště v prostředí obce tvořené převážně rodinnými domy. Výška je tedy eliminována alespoň při okrajích střešního pláště na 8,7 m. Toho je docíleno pomocí obloukových světlíků vyklenutých přes celou šířku haly. Světlíky jsou orientované na sever z důvodu zamezení oslnění gymnastů uvnitř haly přímým slunečním svitem. Mohutnou hmotu haly bude též opticky eliminovat řešení fasád. Ty budou rozděleny do svislých pruhů tvořených fotovoltaickými fasádními panely a fasádní zelení. Zeleň na fasádách také z části eliminuje přehřívání objektu a celkový tepelný ostrov, který komplex v této lokalitě vytvoří. Zároveň bude napomáhat k retenci dešťové vody, která je v dnešní době také problémem, případně může být využita jako vertikální čistička odpadních vod.

Budova fyzioterapie a rehabilitace a budova automobilového muzea budou oproti gymnastické hale nižší a budou tedy lépe navazovat na stávající obchodní park. Oba objekty mají plochou střechu, fasády jsou řešeny obdobně jako u gymnastické haly.

3.3. Dispoziční řešení

Gymnastická hala

Gymnastická hala má dvě nadzemní a jedno podzemní podlaží. Samotná tělocvična se otevírá přes obě nadzemní podlaží v jižní části objektu.

V prvním podlaží se také nachází vstupní hala se schodištěm, konferenční místnost pro trenéry, kancelář trenérů a baletní sál se skladem.

Ve druhém podlaží se nachází tribuna pro 166 diváků, kantýna/kavárna bez gastroprovozu, WC pro návštěvníky a strojovna VZT.

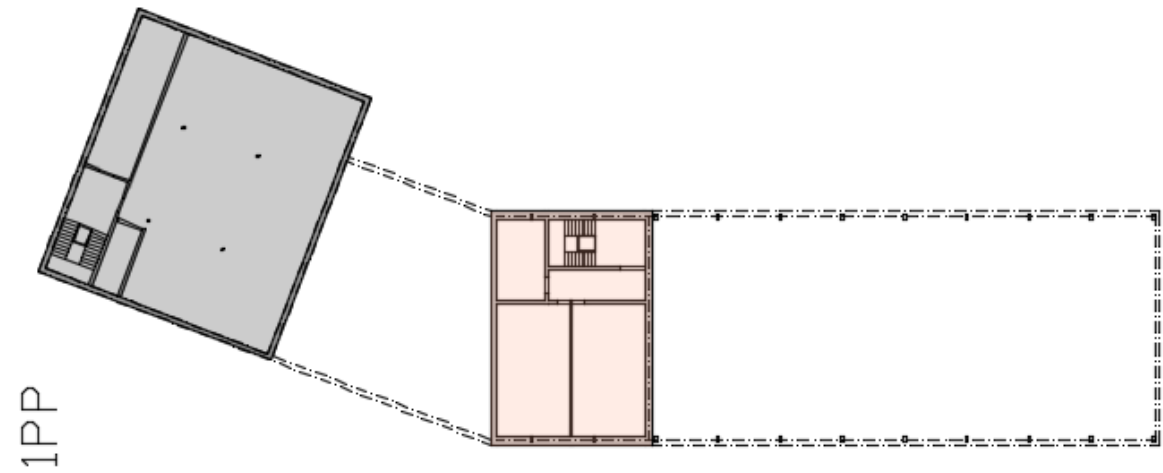
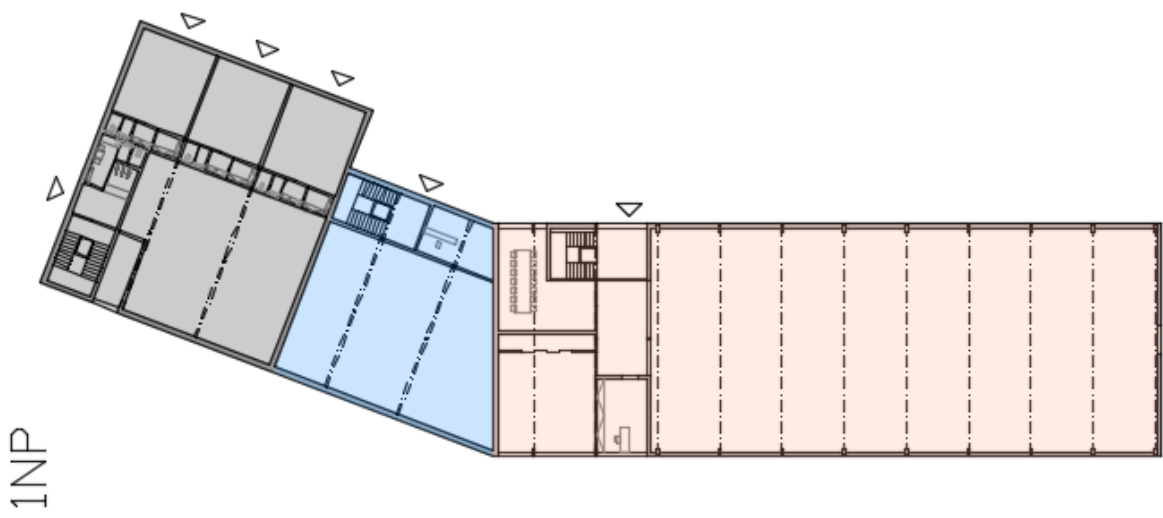
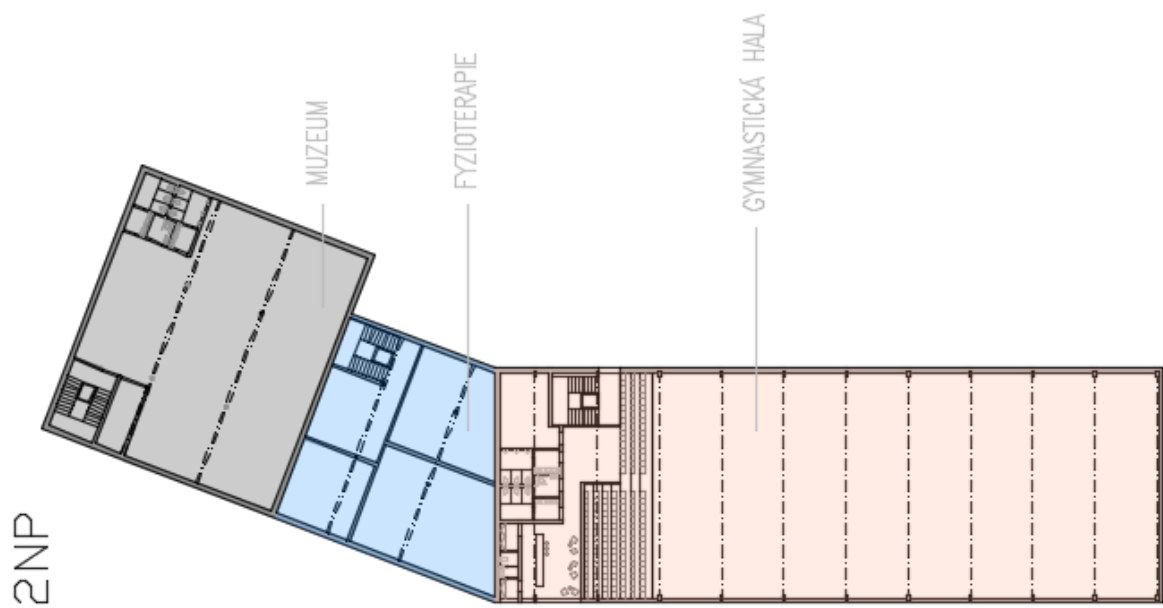
V podzemním podlaží je zázemí pro sportovce a místnost pro technické zařízení objektu.

Fyzioterapie a rehabilitace

Tato budova má dvě nadzemní podlaží. V prvním podlaží se nachází wellness pro sportovce i veřejnost, kde bude možno provozovat například saunu a masáže. Ve druhém podlaží jsou tři ordinace pro fyzioterapii nebo dětskou ortopedii a místnost pro technické zařízení objektu.

Muzeum automobilů

Poslední nejseverněji umístěná budova má dvě nadzemní a jedno podzemní podlaží. V prvním nadzemním podlaží jsou umístěny tři obchodní jednotky orientovány na východ směrem ke stávajícímu nákupnímu parku. Zbývající část prostoru vyplní zázemí a případně malá část expozice muzea automobilů. Celé druhé podlaží náleží expozicím muzea. V podzemním podlaží bude umístěno technické zázemí budovy a sklad automobilů s dílnou.



4. STAVEBNĚ-KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

4.1. Gymnastická hala

4.1.1. Nosné konstrukce

Hlavní nosná konstrukce gymnastické haly je tvořena dřevěnými lepenými rámy umístěnými v rozestupu 5 m. Průřez horního nosníku rámu je 200/600 mm a průřez sloupu ve spodní části je 200/500, v horní části pak 200/740 mm z důvodu odlehčení namáhání rámového rohu. Rám má základní obdélníkový tvar, na němž je posazen zaoblený příhradový vazník. Tyto rámy pak nesou střešní nosníky, které jsou součástí střešní skladby. Zároveň je k těmto ráům částečně kotven obvodový plášť. Prostorová tuhost bude zajištěna diagonálními táhly.

Severní dvoupodlažní část budovy bude železobetonová.

SCHÉMA

SCHÉMA

4.1.2. Obvodové konstrukce

Svislé (S01) i vodorovné (S03) obvodové konstrukce jsou řešeny jako difuzně uzavřené skladby, je tedy nutné dbát na bezchybné provedení barozábran.

Skladba svislé obvodové konstrukce je navržena z dřevěných KVH profilů v rozestupu 625 mm, jejichž meziprostory jsou vyplněny minerální tepelnou vláknitou izolací. Na vnitřní straně bude umístěna odolná parozábrana, a dále předstěna, která slouží pro vedení elektroinstalací a také jako ochrana proti poškození již zmíněné parozábrany. Z vnější strany skladby bude umístěna větrotěsná fólie, následně provětrávaná mezera a dále fasádní fotovoltaické panely, nebo fasádních košů pro zelenou fasádu.

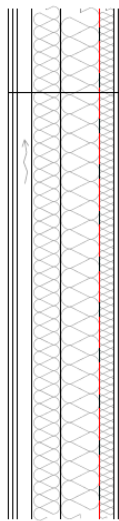
V severní části objektu bude obvodová konstrukce tvořena železobetonovou stěnou, následně tepelnou izolací Kingspan (z důvodu menšího součinitele tepelné vodivosti a lepší návaznosti tloušťky této stěny se skladbou S01) a fasádními deskami s provětrávanou mezerou.

Střešní plášť, je řešen obdobně. Jeho konstrukci tvoří střešní nosníky, uložené na nosných rámech, které jsou rozmístěny v rozestupech cca 1000 mm a v jejichž meziprostorech je umístěna minerální vláknitá tepelná izolace. Na vnitřní straně bude umístěna odolná parozábrana, a dále předstěna, která slouží pro vedení elektroinstalací a také jako ochrana proti poškození již zmíněné parozábrany. Z vnější strany bude umístěna pojistná hydroizolace, dále bednění z dřevěných fošen a plechová střešní krytina.

Variantně bylo uvažováno nad difuzně otevřenou variantou z důvodu menších požadavků na kvalitu výsledného provedení na stavbě a menšího rizika poškození konstrukcí během užívání než u difuzně uzavřené varianty (poškození parozábrany a následná kondenzace vodní páry v konstrukci, která je pro tento typ skladby zásadní). Tato varianta ale nebyla použita z důvodu obtížného řešení detailů provětrávané mezery ve střeše při napojení na světlík.

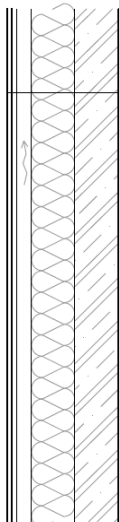
Další varianta by byla podobná skladba jako zvolená varianta s tím rozdílem, že by byly použity ocelové I profily místo dřevěných KVH profilů. Tato varianta nebyla zvolena z důvodu horšího dopadu na životní prostředí.

Skladba obvodové stěny S01



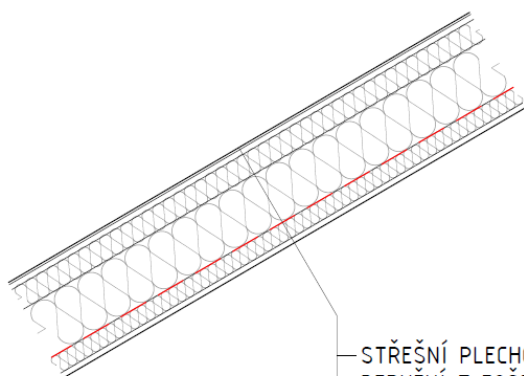
— FASÁDNÍ PANELY (FOTOVOLTAICKÉ/VEGETAČNÍ)	
— PROVĚTRÁVANÁ MEZERA	60mm
— VĚTROTĚSNÁ FOLIE	-
— KVH PROFILY + TEPELNÁ IZOLACE VLÁKNITÁ	120mm
— KVH PROFILY + TEPELNÁ IZOLACE VLÁKNITÁ	160mm
— PAROZÁBRANA	-
— ROŠT PŘEDSTĚNY + TI VLÁKNITÁ	60mm
— POHLEDOVÝ DŘEVĚNÝ OBKLAD	18mm

Skladba obvodové stěny S02



— FASÁDNÍ PANELY (FOTOVOLTAICKÉ/VEGETAČNÍ)	
— PROVĚTRÁVANÁ MEZERA	60mm
— TEPELNÁ IZOLACE KINGSPAN	180mm
— LÉPIDLO	-
— ŽELEZOBETONOVÁ STĚNA	180mm
— OMÍTKA	5mm

Skladba střechy S03



— STŘEŠNÍ PLECHOVÁ KRYTINA	-
— BEDNĚNÍ Z FOŠEN	25mm
— POJISTNÁ HI	-
— TEPELNÁ IZOLACE VLÁKNITÁ	100mm
— NOSNÉ PROFILY + TEPELNÁ IZOLACE VLÁKNITÁ	260mm
— PAROZÁBRANA	-
— ROŠT + TEPELNÁ IZOLACE VLÁKNITÁ	80mm
— POHLEDOVÝ DŘEVĚNÝ OBKLAD	18mm

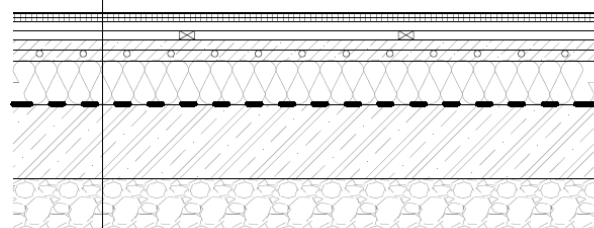
4.1.3. Ostatní konstrukce

Podlaha

Nášlapná vrstva podlahy v tělocvičně je tvořena odpruženou sportovní podlahou, která je položena na obousměrném roštu z latí. V souvrství podlahy jsou vedeny rozvody teplovodního podlahového vytápění, využívané v letním období i pro chlazení.

Skladba podlahy na terénu S04

—	VINYLOVÁ PODLAHA	7mm
—	2x OSB DESKA	36mm
—	ROŠT Z LATÍ	20mm
—	ROŠT Z LATÍ	40mm
—	VYROVNÁVACÍ KLÍNY	20mm
—	ANHYDRYTOVÁ STĚRKA	50mm
—	PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ	50mm
—	TEPELNÁ IZOLACE EPS 200S	200mm
—	ASFALTOVÁ HYDROIZOLACE	4mm
—	ŽB DESKA	250mm
—	PODSYP	250mm



4.2. Fyzioterapie a rehabilitace + muzeum

4.2.1. Nosné konstrukce

Budova fyzioterapie a rehabilitace a budova muzea automobilů bude konstrukčně řešena jako těžký dřevěný skelet s rozpony cca 5-5,5 m. Kolem schodiště bude ztužující železobetonové jádro.

Variantní řešení může být klasický železobetonový skelet.

4.2.2. Obvodové konstrukce

Svislé obvodové konstrukce budou řešeny obdobně jako u gymnastické haly, na rozdíl od ní se zde ale použijí plechové fasádní desky namísto fotovoltaiky.

Konstrukce střešního pláště bude také obdobná.

5. STAVEBNĚ-ENERGETICKÝ KONCEPT

5.1. Součinitel prostupu tepla a tepelné ztráty a zisky

Základní výpočtové údaje

Umístění: Šestajovice, okres Praha východ

Zeměpisná šířka: 50,1151° s.š.

Nadmořská výška: 254 m.n.m.

Teplota vzduchu v létě: +31,4°C

Teplota vzduchu v zimě: -13°C

SKLADBA	KONSTRUKCE	U (W/m ² K)	A (m ²)	Ht (W/K)
S01	Stěna 1	0,137	854,2	117,0
S02	Stěna 2	0,113	288,7	32,6
S03	Střecha	0,106	1102	116,8
S04	Podlaha na terénu	0,148	953	141,0
S05	Suterénní stěna	0,113	176,4	19,9
O	okna	0,83	166	137,8

Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$

Měrný tepelný tok prostupem $H_{t,celk} = 565,2 \text{ W/K}$

Tepelné ztráty větráním:

Objem vnitřního vzduchu $V_a = 11075 \text{ m}^3$
Měrný objemový tok přiváděného čerstvého vzduchu $60 \text{ m}^3/\text{os h}$
Objemový tok vzduchu při $\Delta p = 50 \text{ Pa}$ $n_{50} = 0,6 \text{ 1/h}$
Součinitel větrné expozice $e = 0,1$
Součinitel větrné expozice $f = 15$

Objemový tok přiváděného vzduchu $V_f = 1620 \text{ m}^3/\text{h}$
Účinnost rekuperace $n = 90\%$
Zmenšený objemový tok přiváděného vzduchu $V_f = 162 \text{ m}^3/\text{h}$
Přídavný objemový tok vzduchu $V_x = 664,5 \text{ m}^3/\text{h}$
Celkový objemový tok vzduchu $V = 826,5 \text{ m}^3/\text{h}$

Měrný tepelný tok větráním $H_v = 281,0 \text{ W/K}$

Vnitřní tepelné zisky:

Měrné vnitřní tepelné zisky	140	W/os
Vnitřní tepelné zisky	Q_i 3000	W

Rekapitulace celkové sběrné plochy oken A_{s_j} :

Orientace	sběrná plocha A_{s_j} (m ²)
S	49,50
J	0,00
V	9,99
Z	11,98
H	0,00
CELKEM	71,47

Využitelné solární a vnitřní tepelné zisky:

Měsíc	délka t		využitelné solární zisky pro jednotlivé orientace						využ. vnitřní tep. zisky Q_i (kWh)	celkové využ. tep. zisky Q_g (kWh)
	dny d	hodiny hod	S	J	V	Z	H	CELKEM		
1	31	744	346	0	150	240	0	736	2 232	2 968
2	28	672	643	0	260	335	0	1 239	2 016	3 255
3	31	744	1138	0	510	635	0	2 283	2 232	4 515
4	30	720	1568	0	732	853	0	3 153	2 138	5 291
5	31	744	1446	0	646	692	0	2 783	1 387	4 170
6	30	720	1080	0	482	442	0	2 004	906	2 910
7	31	744	701	0	301	336	0	1 337	672	2 010
8	31	744	705	0	329	395	0	1 429	836	2 265
9	30	720	946	0	478	610	0	2 034	1 720	3 754
10	31	744	841	0	340	574	0	1 755	2 231	3 986
11	30	720	445	0	140	216	0	801	2 160	2 961
12	31	744	297	0	110	144	0	551	2 232	2 783
								20 104	20 762	40 866

Tepelné ztráty objektu jsou zjištěny součtem tepelné ztráty prostupem a tepelné ztráty větráním. Tepelná ztráta prostupem je vypočtena pomocí měrného tepelného toku, který vychází ze součinitele prostupu tepla a ploch jednotlivých konstrukcí. Tepelná ztráta větráním závisí na množství odváděného vzduchu z objektu. Tato hodnota byla spočítána pomocí průměrné obsazenosti objektu (viz. následující tabulka) a průměrného množství čerstvého vzduchu na osobu.

Tepelné zisky se dělí na vnitřní zisky od lidí a osvětlení a využitelné solární zisky. Ty jsou spočítány pomocí ploch průsvitných ploch (okenních otvorů) a hodnot dopadu solárního záření na jejich povrch.

hodiny	Po	Út	St	Čt	Pá	So	Ne	Po	Út	St	Čt	Pá	So	Ne	Po	Út	St	Čt	Pá	So	Ne	Po	Út	St	Čt	Pá	So	Ne	Po	Út	St	Čt	Pá	So	Ne	Po	Út	St		
1	380	340	380	340	1280	1800	1200	380	340	380	340	1280	1800	1200	380	340	380	340	1280	1800	1200	380	340	380	340	1280	1800	1200	380	340	380	340	1280	1800	1200	380	340	380		
2																																								
3																																								
4																																								
5																																								
6																																								
7																																								
8	20	10	20	10	20	100	20	10	20	10	20	10	20	100	20	10	20	10	20	100	20	10	20	10	20	100	20	10	20	10	20	10	20	100	20	10	20	10	20	
9	20	10	20	10	20	100	20	10	20	10	20	10	20	100	20	10	20	10	20	100	20	10	20	10	20	100	20	10	20	10	20	10	20	100	20	10	20	10	20	
10	20	10	20	10	20	100	20	10	20	10	20	10	20	100	20	10	20	10	20	100	20	10	20	10	20	100	20	10	20	10	20	10	20	100	20	10	20	10	20	
11	20	10	20	10	20	100	20	10	20	10	20	10	20	100	20	10	20	10	20	100	20	10	20	10	20	100	20	10	20	10	20	10	20	100	20	10	20	10	20	
12						100								100																										
13						100								100																										
14	60	60	60	60	200	200	200	60	60	60	60	200	200	200	60	60	60	60	200	200	200	60	60	60	60	200	200	200	60	60	60	60	200	200	200	60	60	60	60	
15	60	60	60	60	200	200	200	60	60	60	60	200	200	200	60	60	60	60	200	200	200	60	60	60	60	200	200	200	60	60	60	60	200	200	200	60	60	60	60	
16	60	60	60	60	200	200	200	60	60	60	60	200	200	200	60	60	60	60	200	200	200	60	60	60	60	200	200	200	60	60	60	60	200	200	200	60	60	60	60	
17	60	60	60	60	200	200	200	60	60	60	60	200	200	200	60	60	60	60	200	200	200	60	60	60	60	200	200	200	60	60	60	60	200	200	200	60	60	60	60	
18	60	60	60	60	200	200	200	60	60	60	60	200	200	200	60	60	60	60	200	200	200	60	60	60	60	200	200	200	60	60	60	60	200	200	200	60	60	60	60	
19						200								200																										
20						200								200																										
21																																								
22																																								
23																																								
24																																								
celkem osob/den	380	340	380	340	1280	1800	1200	380	340	380	340	1280	1800	1200	380	340	380	340	1280	1800	1200	380	340	380	340	1280	1800	1200	380	340	380	340	1280	1800	1200	380	340	380		

23980 celkem osob/měsíc

32 průměrně osob na hodinu

5.2. Měrná potřeba energie na vytápění

Potřeba tepla budovy Q_h (kWh):

Měsíc	délka t		venkovní teplota θ_e (°C)	vnitřní teplota θ_i (°C)	tepelná ztráta Q_L (kWh)	celkové využ. tep. zisky Q_g (kWh)	potřeba tepla Q_h (kWh)
	dny d	hodiny hod					
1	31	744	-1,5	19,0	13 321	2 968	10 353
2	28	672	-0,2	19,0	11 375	3 255	8 120
3	31	744	3,8	19,0	10 248	4 515	5 733
4	30	720	8,6	19,0	7 164	5 291	1 873
5	31	744	14,0	19,0	4 179	4 170	8
6	30	720	15,9	19,0	2 910	2 910	0
7	31	744	17,5	19,0	2 010	2 010	0
8	31	744	17,0	19,0	2 265	2 265	0
9	30	720	14,1	19,0	3 833	3 754	79
10	31	744	8,6	19,0	7 219	3 986	3 234
11	30	720	3,5	19,0	9 935	2 961	6 974
12	31	744	0,0	19,0	12 383	2 783	9 601
CELKEM ZA ROK					86 842	40 866	45 975

Měrná potřeba tepla budovy:

Měrná potřeba tepla budovy vztahovaná k vytápěné ploše

E_A 15,0 kWh/(m²·a)

$$E_{A,pas} \geq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$$

=> VYHOVUJE

Měrná potřeba tepla na vytápění objektu se dle normy vztahuje k podlahové ploše budovy. V halových stavbách s velkou konstrukční výškou však nastává problém, protože podlahová plocha je malá oproti celkovému objemu a ploše obalových konstrukcí. Při výpočtu je tedy uvažováno s virtuální podlahovou plochou, která byla vložena i v místě velkoprostorové tělocvičny. Tím je dosaženo nezkreslené hodnoty, která je porovnatelná s normovými hodnotami pro pasivní standard.

5.3. Potřeba energie na přípravu teplé vody

Výkon pro ohřev teplé vody

Měrná hmotnost vody	$\rho =$	1000 kg/m ³
Měrná tepelná kapacita vody	$c =$	4,182 kJ/kgK
Celková potřeba TV pro všechny osoby	$V_p =$	3,15 m ³ /den
Teplota teplé vody	$t_{tv} =$	55 °C
Teplota studené vody v zimě	$t_{sv,i} =$	10 °C
Denní potřeba tepla na ohřev TV	$Q_{TV,d} =$	164,67 kWh
Počet dnů otopného období v roce	$d =$	225
Teplota studené vody v létě	$t_{sv,z} =$	15 °C
Počet pracovních dní soustavy	$N =$	365

Roční potřeba tepla na ohřev TV $Q_{TV,r} = 53,44 \text{ kWh/rok}$

5.4. OZE

V budově je navrženo tepelné čerpadlo země-voda jako zdroj tepla pro vytápění, ohřev teplé vody a v letním období zdroj chladu pro chlazení objektu. Tepelné čerpadlo využívá energii podloží a na svůj chod spotřebovává elektrickou energii.

Na západní a východní fasádě objektu jsou umístěny fotovoltaické panely, jejichž vyrobená elektrická energie bude využita na provoz gymnastické haly, fyzioterapie a automobilového muzea.

5.5. Fotovoltaické systémy

Na východní a západní fasádě jsou umístěny fotovoltaické panely o celkové ploše 360 m², které vyrábí elektřinu pro provoz gymnastické haly, fyzioterapie a wellness a pro muzeum automobilů.

	Množství slunečního záření		Množství slunečního záření		Využitelné sluneční záření				Celkové zisky
	Východ	Západ	Východ	Západ	Hm západ		Hm východ		za měsíc
	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh	kWh	kWh/m ²	kWh	kWh/m ²	kWh	kWh
leden	15	20	2700	3600	14,3	2574	14,5	2610	5184
únor	26	28	4680	5040	24,3	4374	24,5	4410	8784
březen	51	53	9180	9540	52,8	9504	52,8	9504	19008
duben	74	72	13320	12960	78,5	14130	78,9	14202	28332
květen	104	93	18720	16740	89,5	16110	89,5	16110	32220
červen	115	88	20700	15840	91,3	16434	91,3	16434	32868
červenec	100	93	18000	16740	92,3	16614	92,3	16614	33228
srpen	88	88	15840	15840	80,9	14562	81,1	14598	29160
září	60	64	10800	11520	57,9	10422	58,1	10458	20880
říjen	34	48	6120	8640	36,3	6534	36,6	6588	13122
listopad	14	18	2520	3240	17	3060	17,3	3114	6174
prosinec	11	12	1980	2160	12,1	2178	12,4	2232	4410
Roční průměr					53,9		51,1		19447,5

plocha (m²) 180 180

5.6. Hospodaření s vodou

Fasády objektu jsou částečně tvořeny koši pro zelené fasády, které obsahují kořenovou čističku odpadních vod.

Odpadní voda je vedena do komorového septiku, který obsahuje sedimentační komory a norné stěny, které zachytí nerozpuštěné látky z vody.

Dále přetéká do akumulační jímky, odkud je periodicky přečerpávána na vertikální fasádní kořenový filtr. Vycištěná voda je následně akumulována do další jímky, odkud bude již využívána například pro zálivku zelené fasády a okolní zeleně v areálu objektu.

6. TZB

Základní výpočtové údaje

Základní meteorologické a polohové údaje o řešeném území:

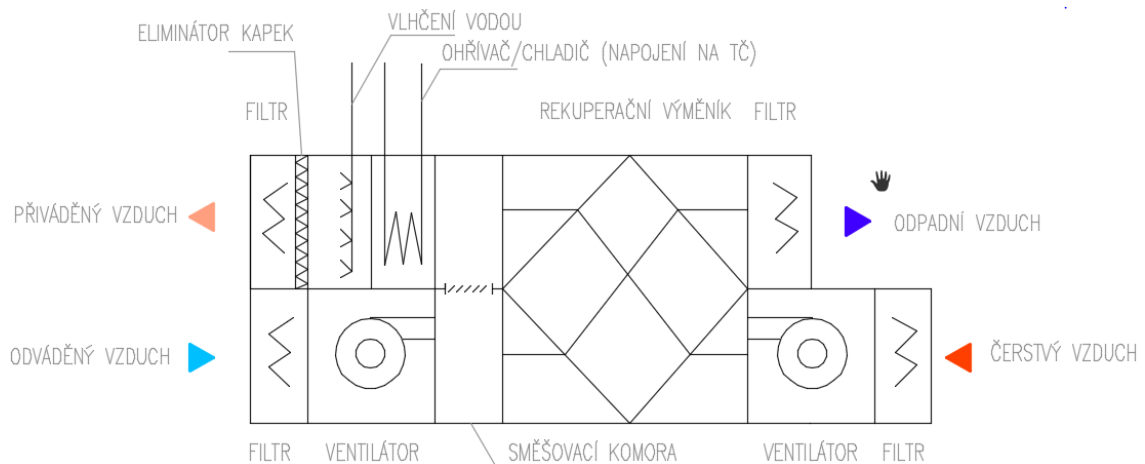
umístění:	Šestajovice, okres Praha východ
zeměpisná šířka:	50,1151° s.š.
nadmořská výška:	254 m.n.m.
teplota vzduchu v létě:	+31,4°C
teplota vzduchu v zimě:	-13°C

6.1. VZT

Výměnu vzduchu bude zajišťovat vzduchotechnická jednotka s rekuperací tepla a instalovaným ohřivačem a chladičem, které budou předeřívát a předchlazovat vzduch, ale nemusí pokrývat celou potřebu a budou napojeny na tepelné čerpadlo (viz. kapitola vytápění a chlazení).

Požadovaná výměna vzduchu:

Počet osob:	200 os
Průměrné množství čerstvého vzduchu na osobu:	60 m ³ /h
Maximální množství čerstvého vzduchu:	200*60=12 000 m ³ /h



6.2. Vytápění

V budově je navrženo tepelné čerpadlo země-voda jako zdroj tepla pro vytápění, ohřev teplé vody a v letním období zdroj chladu pro chlazení objektu. Tepelné čerpadlo typu země-voda s hloubkovými vrty patří k nejúčinnějším tepelným čerpadlům, má nízké provozní náklady a udrží stabilní výkon a vysoký topný faktor bez ohledu na venkovní teplotu vzduchu.

Výkon pro vytápění

Objem vnitřního vzduchu	$V_a =$	11075 m ³
Maximální počet osob	$n =$	200 os
Měrný objemový tok přiváděného čerstvého vzduchu		60 m ³ /os h
Objemový tok vzduchu při $\Delta p = 50$ Pa	$n_{50} =$	0,6 1/h
Součinitel větrné expozice	$e =$	0,1
Součinitel větrné expozice	$f =$	15
Objemový tok přiváděného vzduchu	$V_f =$	12000 m ³ /h
Účinnost rekuperace	$n =$	90%
Zmenšený objemový tok přiváděného vzduchu	$V =$	1200 m ³ /h
Přídavný objemový tok vzduchu	$V_x =$	664,5 m ³ /h
Celkový objemový tok vzduchu	$V =$	826,5 m ³ /h
Měrný tepelný tok větráním	$H_v =$	281,0 W/K
Měrný tepelný tok prostupem	$H_{t,celk} =$	565,2 W/K
Měrný tepelný tok celkem	$H =$	846,2 W/K
Venkovní návrhová teplota	$t_e =$	-13 °C
Vnitřní návrhová teplota	$t_i =$	19 °C
Výkon potřebný pro pokrytí ztrát	$Q =$	27,08 kW

6.3. Ohřev TV

Teplá voda bude ohřívána tepelným čerpadlem v centrálním zásobníku, umístěném v technické místnosti v suterénu objektu.

Výkon pro ohřev teplé vody

Měrná hmotnost vody	$\rho =$	1000 kg/m ³
Měrná tepelná kapacita vody	$c =$	4,182 kJ/kgK
Celková potřeba TV pro všechny osoby	$V_p =$	3,15 m ³ /den
Teplota teplé vody	$t_{TV} =$	55 °C
Teplota studené vody	$t_{sv} =$	10 °C
Denní potřeba tepla na ohřev TV	$Q_{TV,d} =$	164,67 kWh
Hodinová potřeba tepla na ohřev TV	$Q_{TV,h} =$	6,86 kW
Celkový potřebný výkon zdroje tepla	$Q =$	33,94 kW

6.4. Chlazení

Chlazení objektu bude částečně zajišťovat noční předchlazování tak, že bude objekt v noci větrán otevřenými horními světlíky na střeše. Zbylý potřebný chladicí výkon bude zajišťovat tepelné čerpadlo, od kterého vedou rozvody chladicí (v zimním období topné) kapaliny v podlahách. VZT jednotka je opatřena komorou pro částečné chlazení/ohřívání vzduchu, taktéž zásobovaná energií od TČ.

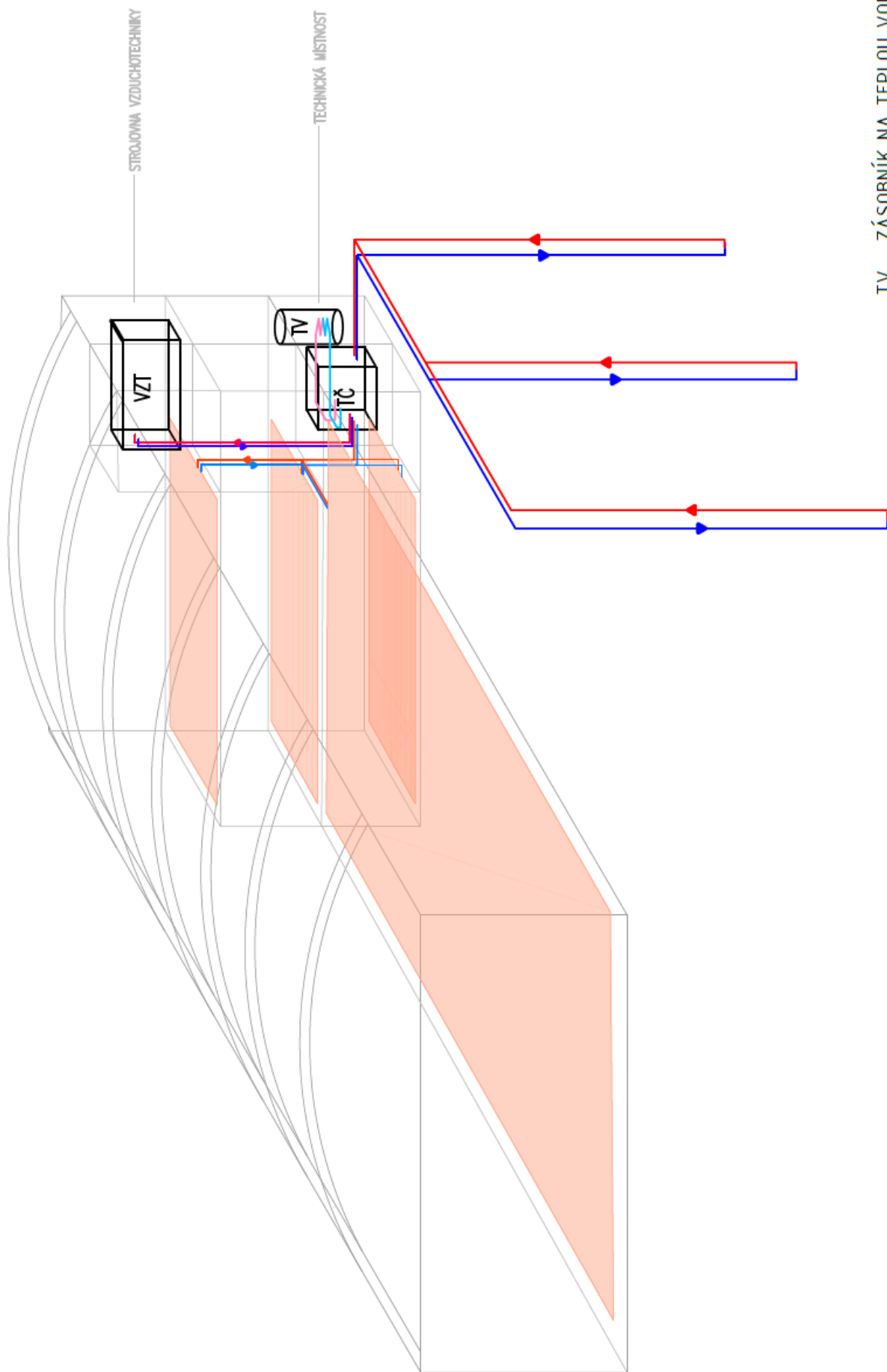
6.5. Návrh zdroje

Jako zdroj energie pro vytápění, chlazení a přípravu teplé vody bylo zvoleno tepelné čerpadlo země-voda s hlubinnými vrty. Od čerpadla pak vedou rozvody do podlahového vytápění, které v létě slouží též pro chlazení a které je uvažováno pro hlavní zdroj tepla/chladu v objektu. Dále je čerpadlo připojeno na VZT jednotku, kde bude částečně ohřívat nebo chladit přiváděný vzduch. Tepelné čerpadlo také slouží jako zdroj tepla pro přípravu teplé vody.

Celkový potřebný výkon zdroje tepla	Q =	33,94 kW
Výkon hlubinného vrtu	Qvrt =	50 W/m
Délka vrtu	d =	678,8 m
Výkon plošného kolektoru	Qkol =	20 W/m ²
Plocha plošného kolektoru	A =	1697,019 m ²

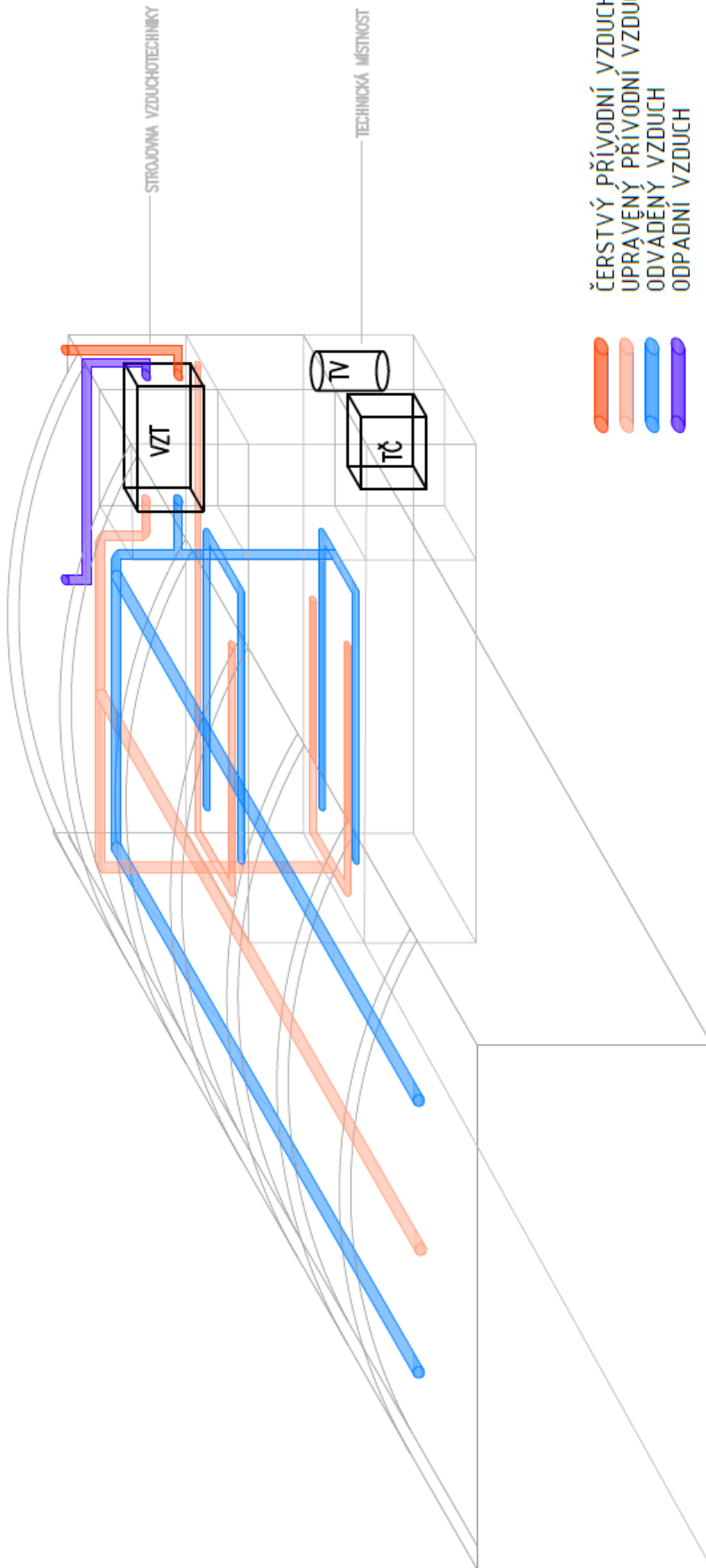
=> Zvolen hlubinný vrt z důvodu velké plochy kolektorů

Návrh: 6x vrt hloubky 115 m



TV - ZÁSOBNÍK NA TEPLOU VODU
 TČ - TEPELNÉ ČERPADLO ZEMĚ-VODA
 VZT - VZDUCHOTECHNICKÁ JEDNOTKA S OHRÍVAČEM/CHLADIČEM

SCHÉMA ZDROJE TEPLA A CHLADU



TV - ZÁSOBNÍK NA TEPLOU VODU
 TČ - TEPELNÉ ČERPADLO ZEMĚ-VODA
 VZT - VZDUCHOTECHNICKÁ JEDNOTKA S OHRIVÁČEM/CHLADICEM

SCHÉMA ROZVODU VZDUCHOTECHNIKY

7. ZÁVĚR

Předmětem práce byl návrh novostavby gymnastické haly. Bylo navrženo dispoziční a hmotové řešení objektu, dále konstrukční systém s obalovými konstrukcemi. Byly provedeny energetické výpočty a zjištěny hodnoty U_{em} - průměrného součinitele prostupu tepla a E_A - měrné potřeby tepla na vytápění na 1 m^2 za rok, které byly porovnány s normovými hodnotami pro pasivní standard.

Dále byly koncepčně navrženy systémy technického zařízení budov. Jako zdroj tepla a chladu bylo zvoleno tepelné čerpadlo.

V práci je vypracován jeden z mnoha možných způsobů řešení velkoprostorových hal v pasivním standardu.

Zdroje

ČSN EN ISO 52016-1 - Energetická náročnost budov

ČSN EN 1995-1-1 - Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí

Podmíněná územní studie území, KZK GROUP s.r.o., Zelený pruh 52/1294,
147 00 Praha 4, říjen 2017

Hmotová studie Šestajovice, majo architekti, U Garáží 6, Praha 7, březen 2018

TYWONIAK, Jan. *Nízkoenergetické domy 3: nulové, pasivní a další*. Praha:
Grada, 2012. Stavitel. ISBN 9788024738321.

<http://www.avtc.cz> - Asociace pro využití tepelných čerpadel

<http://www.zivestavby.cz/cs/zelena-fasada> - Zelené fasády

Použité softwary:

Autodesk AutoCAD 2015 - Studentská licence

Microsoft Office 2007 - Word, Excel

EduBeam verze 3.4.3

Svoboda software - Teplo verze 2014.5 EDU

SketchUp Make verze 15.3.331

8. PŘÍLOHY

8.1. Výpočet průřezů hlavních nosných kcí

Hlavní nosná konstrukce gymnastické haly je tvořena dřevěnými lepenými rámy umístěnými v rozestupu 5 m. Průřez horního nosníku rámu je 200/600 mm a průřez sloupu ve spodní části je 200/500, v horní části pak 200/740 mm z důvodu odlehčení namáhání rámového rohu. Rám má základní obdélníkový tvar, na němž je posazen zaoblený příhradový vazník. Tyto rámy pak nesou střešní nosníky, které jsou součástí střešní skladby.

Výpočet byl proveden na hlavním nosném rámu dle ČSN EN 1995-1-1 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí.

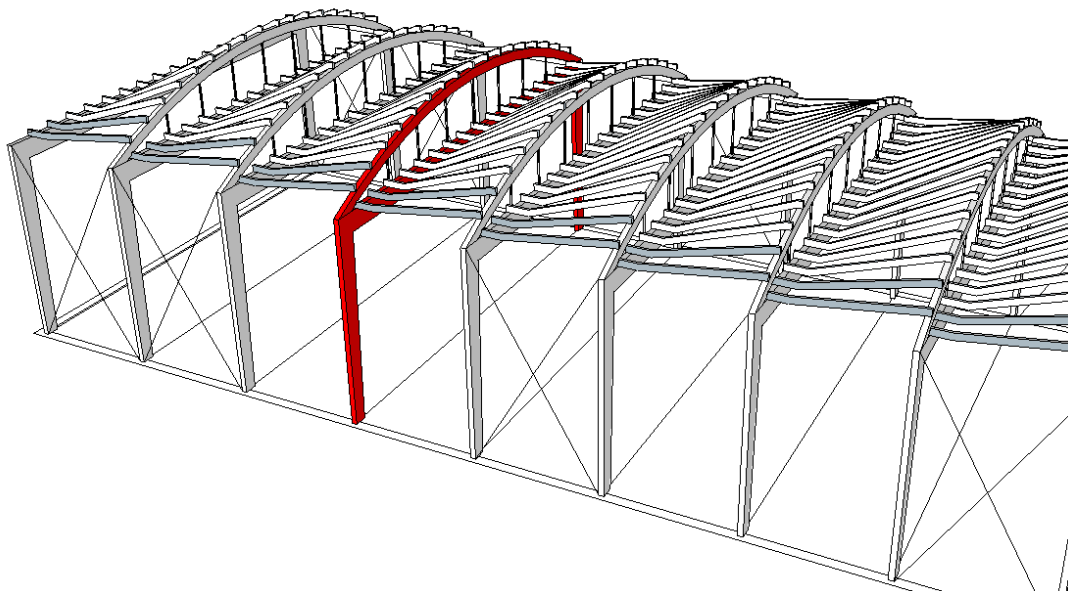
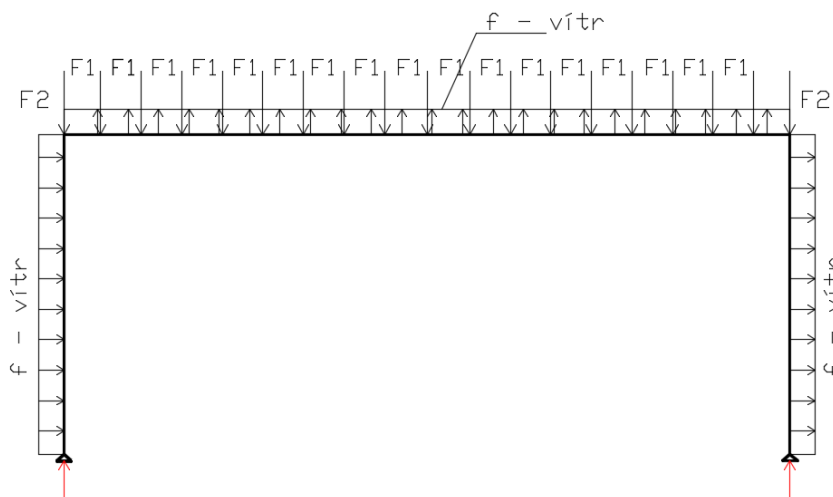


Schéma konstrukce



Statické schéma

Zatížení

Stálé zatížení

Střešní plášť

SKLADBA	tloušťka h (m)	obj. tíha (kN/m ³)	ρ g _k (kN/m ²)	char. Zatížení	součinitel γ _G (-)	návrh. zatížení g _d (kN/m ²)
Plechová krytina	0,004	78,5	0,31	1,35	0,42	
Bednění z fošen	0,025	5	0,13	1,35	0,17	
Pojistná HI	0,002	14	0,03	1,35	0,04	
Tepelná izolace vláknitá	0,1	0,5	0,05	1,35	0,07	
Nosné dřevěné profily	0,026	5	0,13	1,35	0,18	
Tepelná izolace vláknitá	0,234	0,5	0,12	1,35	0,16	
Parozábrana	0,002	14	0,03	1,35	0,04	
Dřevěný rošt předstěny	0,00512	5	0,03	1,35	0,03	
Tepelná izolace vláknitá	0,07488	0,5	0,04	1,35	0,05	
Pohledový dřevěný obklad	0,018	5	0,09	1,35	0,12	
Stálé plošné zatížení celkem (kN/m ²)				0,95	1,35	1,28 kN/m²

Zatěžovací šířka na trámký	1 m	g_d = 1,28 kN/m²
Zatěžovací šířka na rám	2,93 m	g_d = 3,73 kN

Vlastní tíha rámu

PRVEK	objem V (m ³)	obj. tíha (kN/m ³)	ρ g _k (kN)	char. Zatížení	součinitel γ _G (-)	návrh. zatížení g _d (kN)
Spodní pásnice	2,852	5	14,26	1,35	19,25	
Horní pásnice	1,48	5	7,40	1,35	9,99	
Sloup	0,75	5	3,75	1,35	5,06	
Vlastní tíha celkem (kN)				25,41	1,35	34,30 kN

Užitné zatížení

Užitné

KATEGORIE	char. Zatížení q _k (kN/m ²)	součinitel γ _G (-)	návrh. zatížení q _d (kN/m ²)
Kategorie H	q _k = 0,75	1,5	1,125 kN/m²

Zatěžovací šířka na trámký	1 m	q_d = 1,13 kN/m²
Zatěžovací šířka na rám	2,93 m	q_d = 3,29 kN

Užitné zatížení

Užitné

KATEGORIE	char. Zatížení q _k (kN/m ²)	součinitel γ _G (-)	návrh. zatížení q _d (kN/m ²)
Kategorie H	q _k = 0,75	1,5	1,125 kN/m²

Zatěžovací šířka na trámký	1 m	q_d = 1,13 kN/m²
Zatěžovací šířka na rám	2,93 m	q_d = 3,29 kN

Sníh

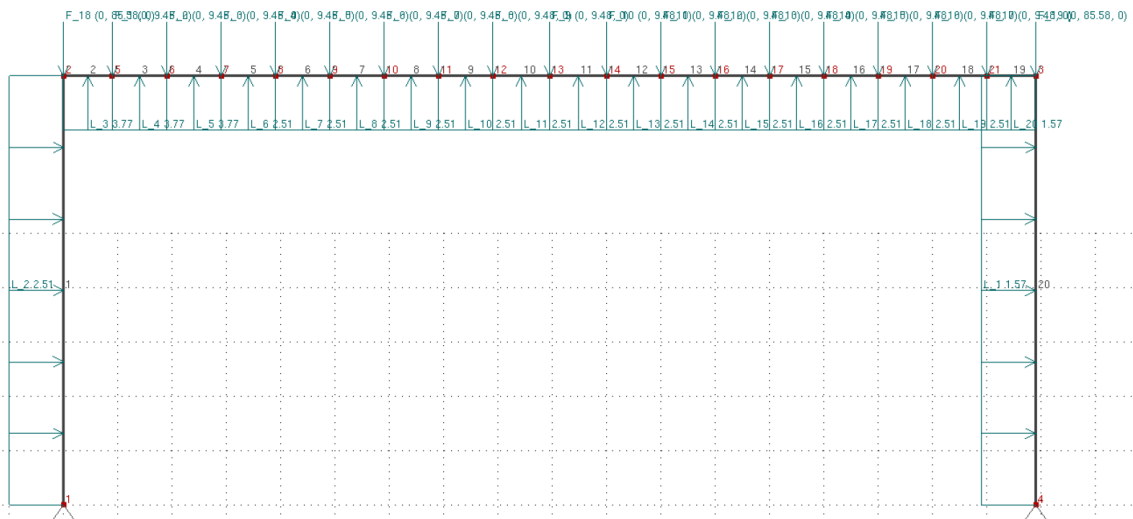
Sněhová oblast	I	
char. zatížení	s _k = 0,7 kN/m ²	
součinitel expozice	C _e = 1	
tepelný součinitel	C _t = 1	
tvarový součinitel	μ _i = 1,2	
návrh. zatížení	s = 0,84 kN/m²	
Zatěžovací šířka na rám	2,93 m	s = 2,46 kN

Zatížení od 1 trámký na rám (na horní i spodní pásnici)	F₁ = 9,48 kN
---	--------------------------------

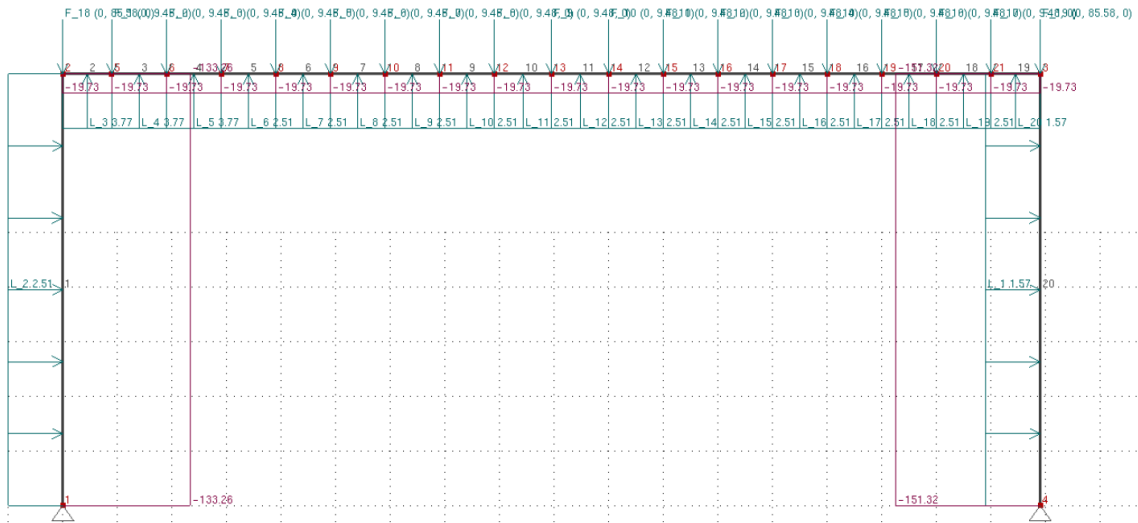
Vítr

součinitel drsnosti	cr =	0,72	kr =	0,215
součinitel ortografie	co =	1		
rychlost větru	vb =	25 m/s		
střední rychlost větru	vm =	18 m/s		
maximální dynamický tlak	qp =	627,75	lv =	0,3
			ρ =	1,25
základní dynamický tlak	qb =	202,5	ce =	1,5
západní fasáda	cpe =	0,8		
	f =	0,502 kN/m ²		
východní fasáda	cpe =	-0,5		
	f =	-0,314 kN/m ²		
střecha západ	cpe =	-1,2		
	f =	-0,753 kN/m ²	3,4 m	
střecha střed	cpe =	-0,8		
	f =	-0,502 kN/m ²	13,6 m	
střecha východ	cpe =	-0,5		
	f =	-0,314 kN/m ²	1,4 m	

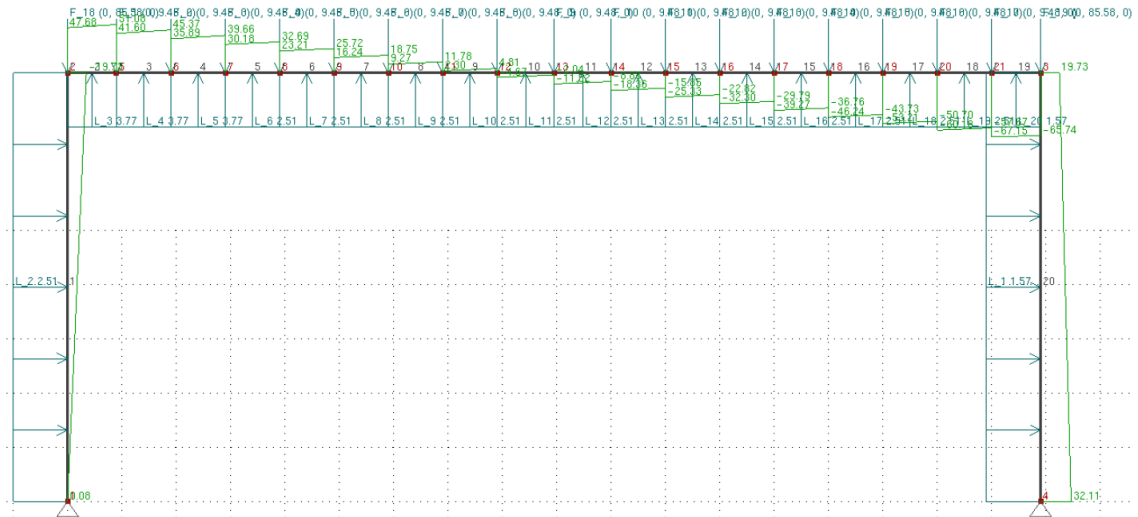
Zatížení: zatěžovací stav sněž+vítr



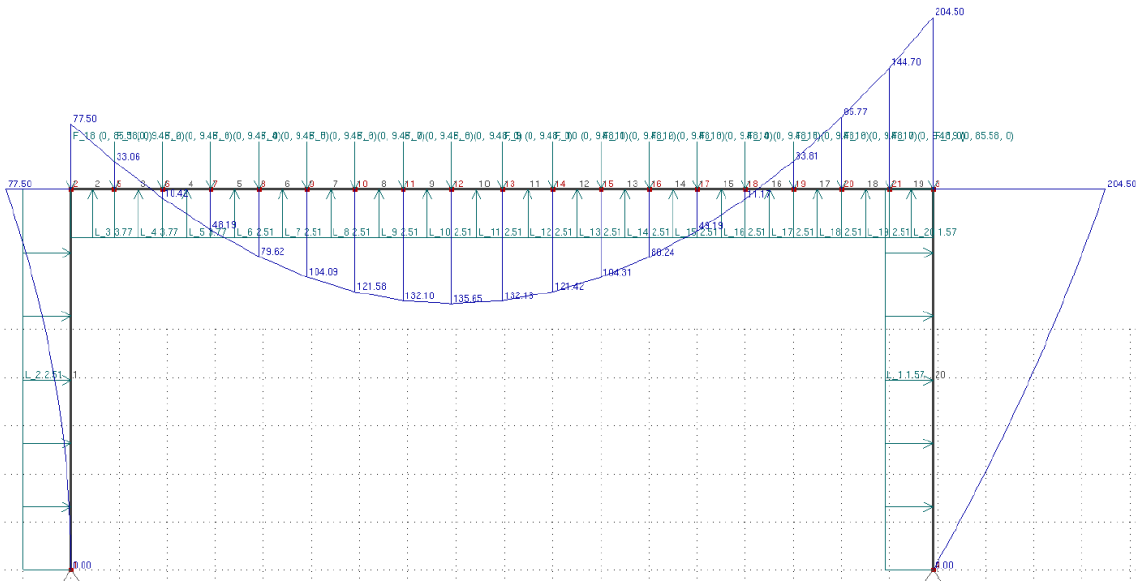
Normálové síly:



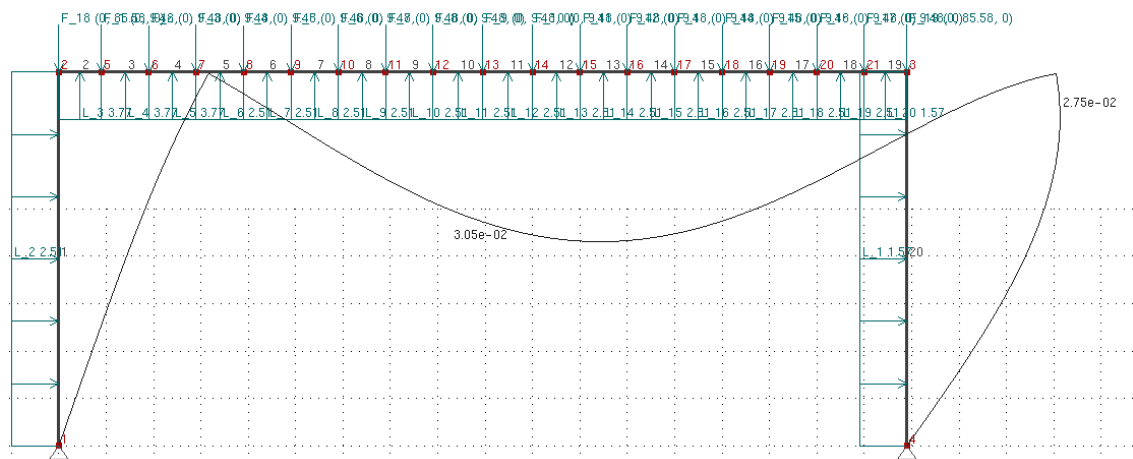
Posouvající síly:



Momenty:



Průhyb:



Vytvořeno pomocí softwaru EduBeam verze 3.4.3

Výpočet nosníku

Maximální moment na konstrukci	M _{fd} =	204,5 kNm
Maximální posouvající síla	V _{ed} =	67,15 kN
Síla od trámku na konstrukci	F ₁ =	9,48 kN
Vlastní tíha vodorovné části rámu	g _{vl.tíha} =	0,60 kN/m

b =	0,2 m
h =	0,6 m
A =	0,12 m ²
I _y =	0,0036 m ⁴
W _y =	0,012 m ³

Třída pevnosti	GL32c
Charakteristická pevnost v ohybu	f _{m,k} = 32 MPa
Charakteristická pevnost ve smyku	f _{v,k} = 3,2 MPa
5% kvantil modulu pružnosti rovnoběžně s vlákny	E _{0,05} = 11,1 Gpa
Průměrná hodnota modulu pružnosti rovnoběžně s vl.	E _{0,mean} = 13,7 GPa
Třída provozu	k _{mod} = 2
Vliv trvání zatížení a vlhkosti na pevnost	0,8
Dílčí součinitel materiálu	γ _M = 1,25
Návrhová pevnost v ohybu	f _{m,d} = 20,48 MPa
Návrhová pevnost ve smyku	f _{v,d} = 2,048 MPa

Předběžný návrh rozměrů:

$$\sigma_{m,d} = M_{Ed} / W_y < f_{m,d} \rightarrow$$

$$M_{Ed} / f_{m,d} < W_y$$

$$204,5 \times 10^{-3} / 20,48 < 1/6 \times b \times h^2$$

$$0,0599 < b \times h^2$$

volím b=200

$$0,0599 < 0,2 \times h^2$$

$$h > 0,547\text{m}$$

**NÁVRH: b = 200mm
h = 600mm**

Posouzení návrhu rozměrů na prostý ohyb:

$$\sigma_{m,d} = M_{Ed} / W_y < f_{m,d}$$

$$\sigma_{m,d} = 204,5 \times 10^{-3} / 12 \times 10^{-3} < f_{m,d}$$

$$\sigma_{m,d} = 17,04 \text{ MPa} < 20,48 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

Posouzení návrhu rozměrů na smyk za ohybu:

$$V_{Ed} = R_A =$$

$$0,00 \text{ kN}$$

$$b_{ef} = b \times k_{cr} = 0,2 \times 0,67 =$$

$$0,134 \text{ m}$$

$$A_{ef} = b_{ef} \times h = 0,134 \times 0,6 =$$

$$0,080 \text{ m}^2$$

$$\tau_{v,d} = 3/2 \times V_{Ed} / A_{ef} < f_{v,d}$$

$$\tau_{v,d} = 3/2 \times (67,15 \times 10^{-3}) / 0,08 < f_{v,d}$$

$$\tau_{v,d} = 1,26 \text{ MPa} < 2,05 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

Posouzení trámu na okamžitý průhyb:

$$k_{def} = 0,8$$

$$g_d = 3,73 \text{ kN}$$

$$q_d = 2,46 \text{ kN}$$

$$w_q = (11/144) \times (q_d \times L^3) / E_{0,mean} \times I_y$$

$$w_q = (11/144) \times (2,46 \times 10^{-3} \times 17,9^3) / 13,7 \times 10^{-3} \times 0,0036$$

$$w_q = 0,022 \text{ m}$$

$$w_g = 0,0305 \text{ m} \quad (\text{EduBeam software})$$

$$w_{inst} = w_q + w_g$$

$$w_{inst} = 0,022 + 0,0305$$

$$w_{inst} = 0,067 < l/200 = 0,095 \text{ m}$$

VYHOVUJE

$$w_{fin} = w_g \times (1 + k_{def}) + w_q \times (1 + \psi_{0,2} \times k_{def})$$

$$w_{fin} = 0,0305 \times (1 + 0,8) + 0,022 \times (1 + 0 \times 0,8)$$

$$w_{fin} = 0,075 < l/250 = 0,076 \text{ m}$$

VYHOVUJE

Výpočet sloupu

Třída pevnosti		GL32c
Charakteristická pevnost v ohybu	$f_{m,k} =$	32 MPa
Charakteristická pevnost ve smyku	$f_{v,k} =$	3,2 MPa
5% kvantil modulu pružnosti rovnoběžně s vlákny	$E_{0,05} =$	11,1 GPa
Průměrná hodnota modulu pružnosti rovnoběžně s vl.	$E_{0,mean} =$	13,7 GPa
Třída provozu	$k_{mod} =$	2
Vliv trvání zatížení a vlhkosti na pevnost		0,8
Dílčí součinitel materiálu	$\gamma_M =$	1,25
Návrhová pevnost v ohybu	$f_{m,d} =$	20,48 MPa
Návrhová pevnost ve smyku	$f_{v,d} =$	2,048 MPa
	$f_{c,0,k} =$	26,5 MPa
	$f_{c,0,d} =$	16,96 MPa
	$N_1 =$	133 kN
	$l =$	7,8 m
	$b =$	0,2 m
	$h =$	0,5 m
	$\beta =$	0,7
	$l_{crit} =$	5,46 m
	$i_y =$	0,14
	$i_z =$	0,06
Štíhlostní poměr (geometrická štíhlost)	$\lambda_{crit,y} =$	37,83
	$\lambda_{crit,z} =$	94,57
Relativní štíhlostní poměr	$\lambda_{rel,y} =$	0,59
	$\lambda_{rel,z} =$	1,47
Pomocný součinitel	$k_y =$	0,69
	$k_z =$	1,64
Součinitel vzpěrnosti	$k_{c,y} =$	0,958573
	$k_{c,z} =$	0,422237

Posouzení na vzpěrný tlak:

$$N_{Rd} = k_c \times A \times f_{c,0,d}$$

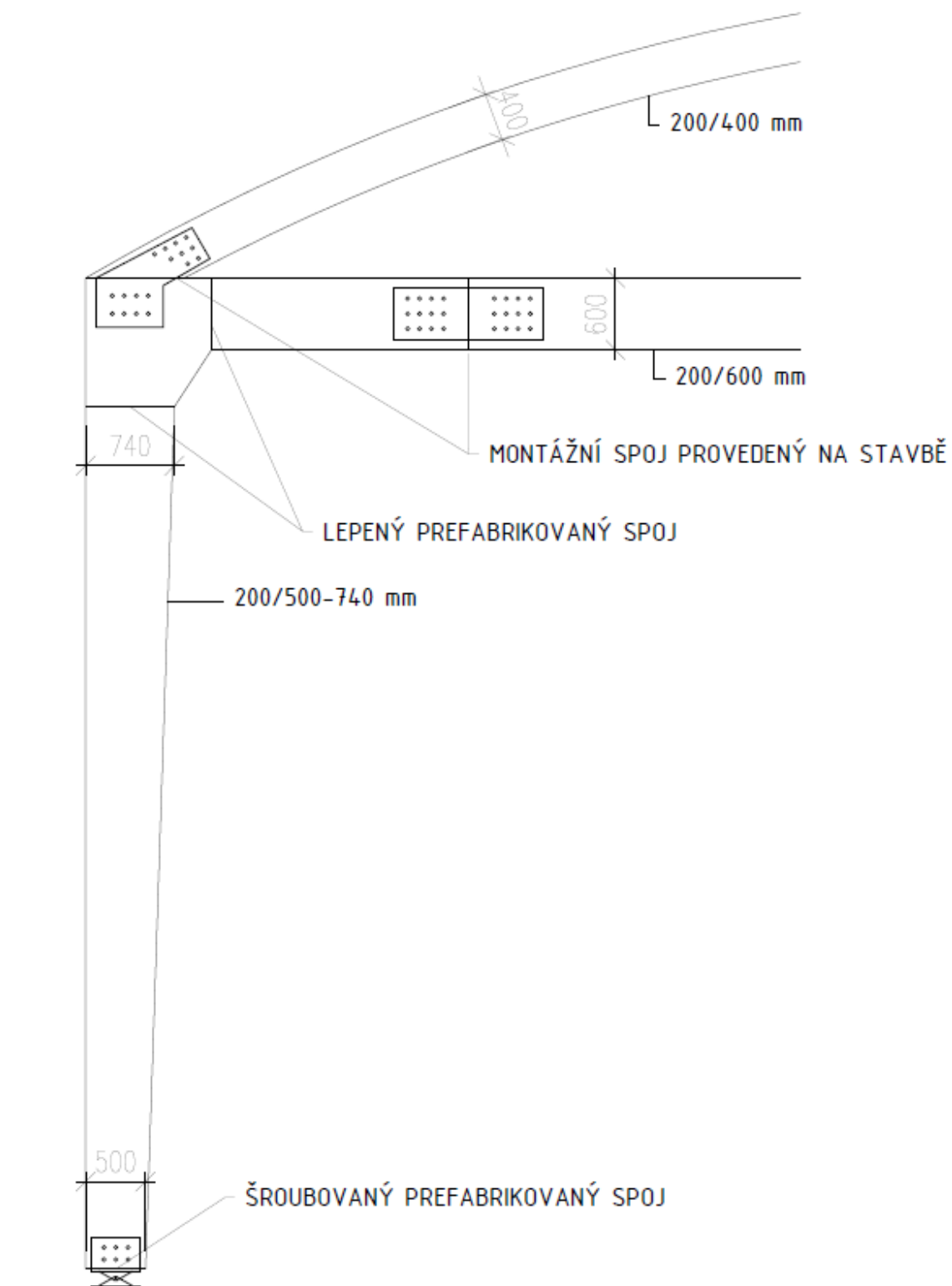
$$N_{Rd} = 0,42 \times 0,2 \times 0,7 \times 16,96 \times 10^3$$

$$N_{Rd} = 712,32 \text{ kN}$$

>

$$N_{ed} = 133 \text{ kN}$$

VYHOVUJE



LEPENÉ LAMELOVÉ DŘEVO GL32c
 SCHÉMA SPOJŮ RÁMOVÉ KONSTRUKCE

8.2. Výstupy ze softwaru Teplo

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

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

Teplo 2014 EDU

Název úlohy : Stěna S01

Zpracovatel :

Zakázka :

Datum :

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

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

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Dřevěný obklad	0,0180	0,0900	1600,0	300,0	150,0	0.0000
2	Minerální vlák	0,0600	0,0470*	1003,0	95,8	1,5	0.0000
3	Jutafol N 140	0,0003	0,3900	1700,0	560,0	148275,0	0.0000
4	Minerální vlák	0,1600	0,0520*	1054,6	106,2	1,5	0.0000
5	Minerální vlák	0,1200	0,0470*	1003,0	95,8	1,5	0.0000
6	Jutadach 115	0,0002	0,3900	1700,0	575,0	100,0	0.0000

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

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

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Dřevěný obklad	---
2	Minerální vlákna	vliv běžných tep. mostů dle EN ISO 6946
3	Jutafol N 140 Special	---
4	Minerální vlákna	vliv běžných tep. mostů dle EN ISO 6946
5	Minerální vlákna 2	vliv běžných tep. mostů dle EN ISO 6946
6	Jutadach 115	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m²K/W

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

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	21.0	53.9	1339.7	-2.4	81.2	406.1
2	28	21.0	56.0	1391.9	-0.9	80.8	457.9
3	31	21.0	57.5	1429.2	3.0	79.5	602.1
4	30	21.0	59.3	1473.9	7.7	77.5	814.1
5	31	21.0	63.4	1575.9	12.7	74.5	1093.5
6	30	21.0	67.2	1670.3	15.9	72.0	1300.1

7	31	21.0	69.2	1720.0	17.5	70.4	1407.2
8	31	21.0	68.5	1702.6	17.0	70.9	1373.1
9	30	21.0	64.1	1593.3	13.3	74.1	1131.2
10	31	21.0	59.7	1483.9	8.3	77.1	843.7
11	30	21.0	57.5	1429.2	2.9	79.5	597.9
12	31	21.0	56.5	1404.4	-0.6	80.7	468.9

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

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

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

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Teplný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplý odpor konstrukce R : 7.108 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.137 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{k,c} : 0.16 / 0.19 / 0.24 / 0.34 W/m²K

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

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 2.1E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 155.5

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 9.5 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 19.85 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.966

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}				
1	14.7	0.732	11.3	0.586	20.2	0.966	56.6
2	15.3	0.741	11.9	0.584	20.3	0.966	58.6
3	15.7	0.707	12.3	0.516	20.4	0.966	59.7
4	16.2	0.640	12.8	0.381	20.6	0.966	61.0
5	17.3	0.550	13.8	0.131	20.7	0.966	64.5
6	18.2	0.449	14.7	-----	20.8	0.966	67.9
7	18.7	0.331	15.1	-----	20.9	0.966	69.7
8	18.5	0.374	15.0	-----	20.9	0.966	69.1
9	17.4	0.538	14.0	0.085	20.7	0.966	65.1
10	16.3	0.632	12.9	0.360	20.6	0.966	61.3
11	15.7	0.709	12.3	0.519	20.4	0.966	59.7
12	15.5	0.743	12.0	0.585	20.3	0.966	59.1

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

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

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

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
theta [C]:	20.4	19.5	13.5	13.5	-0.9	-12.8	-12.8
p [Pa]:	1367	1287	1284	179	172	167	166
p,sat [Pa]:	2394	2260	1546	1546	568	201	201

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

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

Množství difundující vodní páry G_d : 5.960E-0009 kg/(m².s)

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

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

STOP, Teplo 2014 EDU

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

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

Teplo 2014 EDU

Název úlohy : Stěna S02

Zpracovatel :

Zakázka :

Datum :

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Omítka	0,0050	0,5400	790,0	1800,0	25,0	0.0000
2	Železobeton 1	0,1800	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
3	Lepicí hmota	0,0050	0,8000	900,0	1700,0	140,0	0.0000
4	Kingspan fasád	0,1800	0,0210	900,0	35,0	35,0	0.0000

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

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka	---
2	Železobeton 1	---
3	Lepicí hmota	---
4	Kingspan fasádní desky	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m²K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/W

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m²K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	21.0	53.9	1339.7	-2.4	81.2	406.1
2	28	21.0	56.0	1391.9	-0.9	80.8	457.9
3	31	21.0	57.5	1429.2	3.0	79.5	602.1
4	30	21.0	59.3	1473.9	7.7	77.5	814.1
5	31	21.0	63.4	1575.9	12.7	74.5	1093.5
6	30	21.0	67.2	1670.3	15.9	72.0	1300.1
7	31	21.0	69.2	1720.0	17.5	70.4	1407.2
8	31	21.0	68.5	1702.6	17.0	70.9	1373.1
9	30	21.0	64.1	1593.3	13.3	74.1	1131.2
10	31	21.0	59.7	1483.9	8.3	77.1	843.7
11	30	21.0	57.5	1429.2	2.9	79.5	597.9
12	31	21.0	56.5	1404.4	-0.6	80.7	468.9

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

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

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.
Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Teplný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplný odpor konstrukce R : 8.713 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.113 W/m²K

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

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 6.0E+0010 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 451.6
Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 9.9 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 20.06 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.972

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
	T _{si} ,m[C]	f _{Rsi} ,m	T _{si} ,m[C]	f _{Rsi} ,m	T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
1	14.7	0.732	11.3	0.586	20.4	0.972	56.1
2	15.3	0.741	11.9	0.584	20.4	0.972	58.1
3	15.7	0.707	12.3	0.516	20.5	0.972	59.3
4	16.2	0.640	12.8	0.381	20.6	0.972	60.7
5	17.3	0.550	13.8	0.131	20.8	0.972	64.3
6	18.2	0.449	14.7	-----	20.9	0.972	67.8
7	18.7	0.331	15.1	-----	20.9	0.972	69.6
8	18.5	0.374	15.0	-----	20.9	0.972	69.0
9	17.4	0.538	14.0	0.085	20.8	0.972	64.9
10	16.3	0.632	12.9	0.360	20.6	0.972	61.0
11	15.7	0.709	12.3	0.519	20.5	0.972	59.3
12	15.5	0.743	12.0	0.585	20.4	0.972	58.6

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

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

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

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	e
theta [C]:	20.5	20.5	20.0	20.0	-12.8
p [Pa]:	1367	1354	912	838	166
p,sat [Pa]:	2411	2405	2335	2331	201

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

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

Množství difundující vodní páry G_d : 2.132E-0008 kg/(m².s)

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

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

STOP, Teplo 2014 EDU

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

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

Teplu 2014 EDU

Název úlohy : Střecha S03

Zpracovatel :

Zakázka :

Datum :

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Dřevěný obklad	0,0180	0,1800	2510,0	400,0	157,0	0.0000
2	Minerální vlák	0,0800	0,0470*	996,6	94,5	1,5	0.0000
3	Jutafol N AL 1	0,0002	0,3900	1700,0	850,0	938600,0	0.0000
4	Minerální vlák	0,2600	0,0500*	1028,8	101,0	1,5	0.0000
5	Minerální vlák	0,1000	0,0470*	996,6	94,5	1,5	0.0000
6	Jutadach 150	0,0004	0,3900	1700,0	375,0	100,0	0.0000
7	Dřevo měkké (t	0,0250	0,1800	2510,0	400,0	157,0	0.0000

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

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

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Dřevěný obklad	---
2	Minerální vlákna 2 (po roce 2003)	vliv běžných tep. mostů dle EN ISO 6946
3	Jutafol N AL 170 Special	---
4	Minerální vlákna 2 (po roce 2003)	vliv běžných tep. mostů dle EN ISO 6946
5	Minerální vlákna 2 (po roce 2003)	vliv běžných tep. mostů dle EN ISO 6946
6	Jutadach 150	---
7	Dřevo měkké (tok kolmo k vláknům)	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m²K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/W

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m²K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	21.0	53.9	1339.7	-4.4	81.2	342.9
2	28	21.0	56.0	1391.9	-2.9	80.8	387.4
3	31	21.0	57.5	1429.2	1.0	79.5	521.8
4	30	21.0	59.3	1473.9	5.7	77.5	709.4
5	31	21.0	63.4	1575.9	10.7	74.5	958.1
6	30	21.0	67.2	1670.3	13.9	72.0	1142.9

7	31	21.0	69.2	1720.0	15.5	70.4	1239.1
8	31	21.0	68.5	1702.6	15.0	70.9	1208.4
9	30	21.0	64.1	1593.3	11.3	74.1	991.8
10	31	21.0	59.7	1483.9	6.3	77.1	735.7
11	30	21.0	57.5	1429.2	0.9	79.5	518.1
12	31	21.0	56.5	1404.4	-2.6	80.7	396.8

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

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

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

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

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Teplotný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplotný odpor konstrukce R : 9.270 m²K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.106 W/m²K**

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

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 1.0E+0012 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 484.7
 Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 13.6 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 20.11 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : **0.974**

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}			
1	14.7	0.753	11.3	0.619	20.3	0.974	56.2
2	15.3	0.762	11.9	0.619	20.4	0.974	58.2
3	15.7	0.737	12.3	0.565	20.5	0.974	59.4
4	16.2	0.687	12.8	0.462	20.6	0.974	60.8
5	17.3	0.638	13.8	0.300	20.7	0.974	64.5
6	18.2	0.605	14.7	0.111	20.8	0.974	68.0
7	18.7	0.575	15.1	-----	20.9	0.974	69.8
8	18.5	0.583	15.0	-----	20.8	0.974	69.2
9	17.4	0.633	14.0	0.274	20.7	0.974	65.1
10	16.3	0.682	12.9	0.447	20.6	0.974	61.1
11	15.7	0.738	12.3	0.567	20.5	0.974	59.4
12	15.5	0.765	12.0	0.620	20.4	0.974	58.7

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

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

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

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	20.6	20.3	14.1	14.1	-4.7	-12.3	-12.4	-12.9
p [Pa]:	1367	1350	1349	194	192	191	190	166
p _{sat} [Pa]:	2431	2377	1611	1611	413	210	210	201

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

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

Množství difundující vodní páry G_d : 1.230E-0009 kg/(m².s)

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

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

STOP, Teplo 2014 EDU

8.3. Výkresy

PŮDORYS 1PP

PŮDORYS 1NP

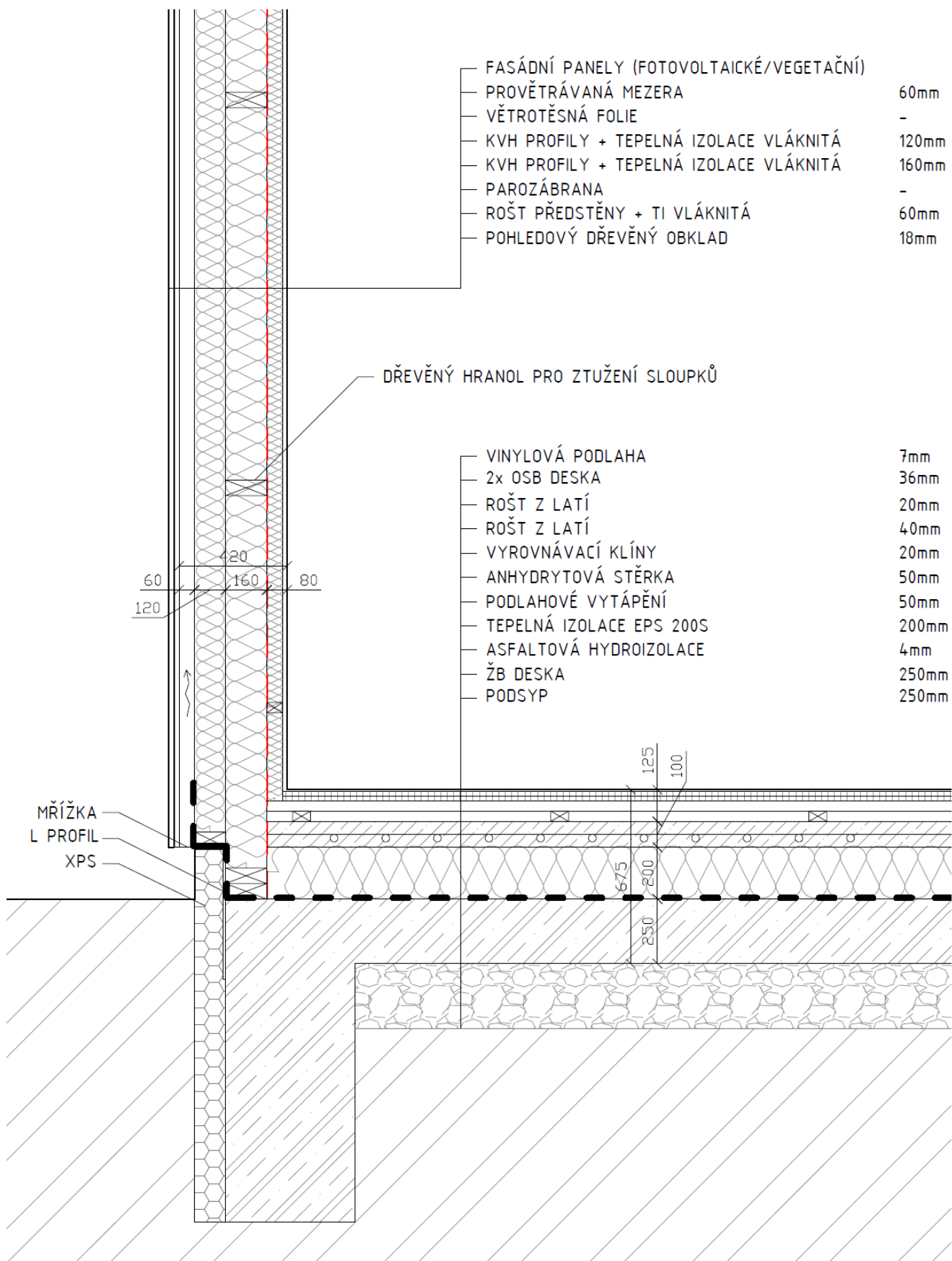
PŮDORYS 2.NP

ŘEZY

DETAIL NAPOJENÍ PODLAHY A STĚN

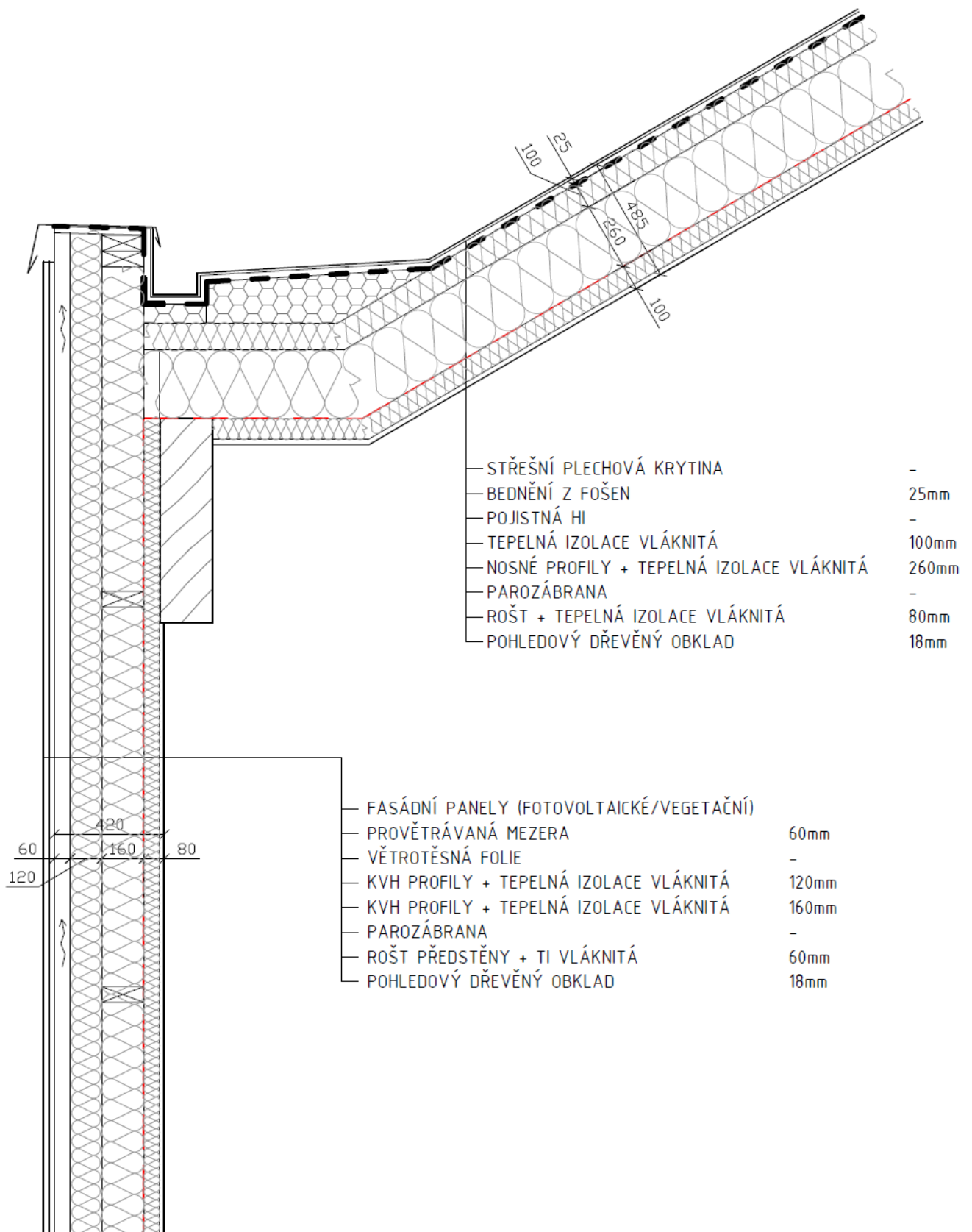
DETAIL NAPOJENÍ STĚNY A STŘECHY

DETAIL NAPOJENÍ STŘECHY A SVĚTLÍKU



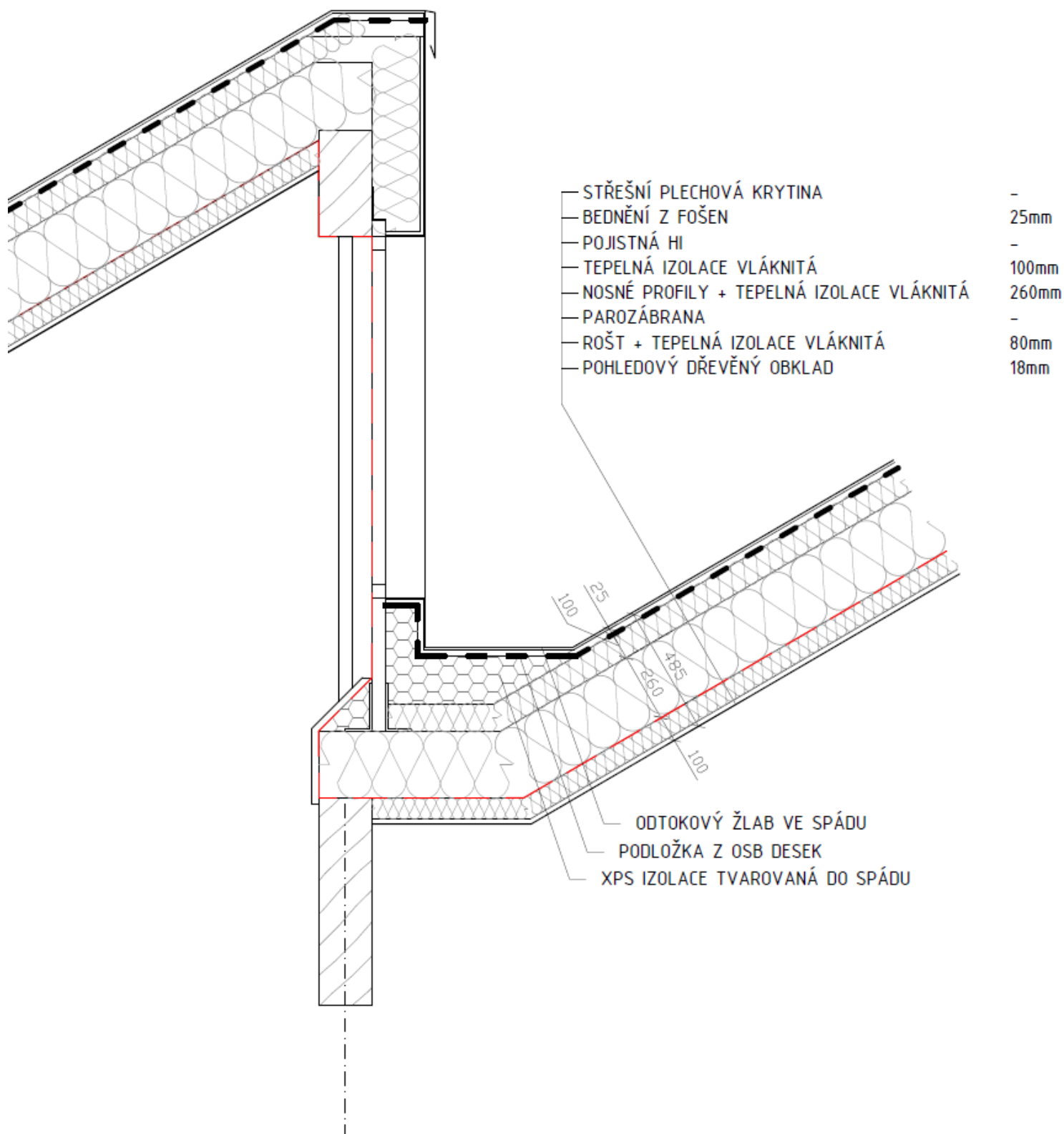
M 1:20

DETAIL NAPOJENÍ PODLAHY A STĚNY



M 1:20

DETAIL NAPOJENÍ STĚNY A STŘECHY



M 1:20
 DETAIL NAPOJENÍ STŘECHY A SVĚTLÍKU