ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Budovy a prostředí

Katedra konstrukcí pozemních staveb

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Možnosti energetické soběstačnosti rodinného domu

Vyhotovil: Bc. David Reichl

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

Praha 2020

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta stavební
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Reichl Jméno: David Osobní číslo: 423785

Zadávající katedra: Katedra konstrukcí pozemních staveb

Studijní program: Budovy a prostředí

Studijní obor: Budovy a prostředí

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Možnosti energetické soběstačnosti rodinného domu

Název diplomové práce anglicky: Possibilities of energetical self-sufficiency of a detached house

Pokyny pro vypracování:
Varianty stavebního řešení s důrazem na obvodové konstrukce
Stavebně-energetická koncepce ve variantách
Integrace obnovitelných energetických zdrojů
Projektová dokumentace

Seznam doporučené literatury:

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

Datum zadání diplomové práce: 21.02.2020 Termín odevzdání diplomové práce: 17.05.2020
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

[redacted]
Podpis vedoucího práce

[redacted]
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".

21.02.2020
Datum převzetí zadání

[redacted]
Podpis studenta(ky)

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne 24.5.2020

……..

David Reichl

Poděkování

Rád bych poděkoval panu prof. Ing. Janu Tywoniakovi, CSc., za jeho odborné vedení, vstřícný přístup a užitečné rady při zpracování diplomové práce. Dále děkuji ČVUT v Praze za poskytnutí ideálních podmínek ke studiu a práci. Děkuji také firmě starý moos architekti za zapůjčení studie, která posloužila jako zadání této práce. V neposlední řadě děkuji své rodině za bezmeznou podporu ve studiu.

MOŽNOSTI ENERGETICKÉ SOBĚSTAČNOSTI RODINNÉHO DOMU

POSSIBILITIES OF ENERGETICAL SELF-SUFFICIENCY OF A DETACHED HOUSE

Abstrakt

Tato práce se zabývá koncepčním návrhem energetické nezávislosti rodinného domu z hlediska vytápění, při integraci obnovitelných zdrojů energie. Výchozím bodem je architektonická studie, na základě níž jsou navrženy tři konstrukčně materiálové varianty, s důrazem kladeným na obvodové konstrukce. Obálky jednotlivých variant jsou zadány do energetického modelu, ve kterém je provedena bilance tepelných ztrát a zisků a z toho vypočtena roční potřeba tepla na vytápění a průměrný součinitel prostupu tepla.

Současně s tím jsou navrženy dvě varianty energetického schématu, jež zjednodušeně znázorňují hlavní systémy, použité pro vytápění a přípravu teplé vody. Na základě energetický výpočtů je vybrána jedna konstrukční varianta v kombinaci s jednou variantou technických zařízení.

V závěru jsou popsány faktory, které mohou navržený stav pozitivně, respektive negativně ovlivnit. Výstupem je výkresová dokumentace stavebně technického řešení a vytápění.

Klíčová slova

Energetická soběstačnost, Rodinný dům, Pasivní standard, Obnovitelné zdroje energie, Dřevostavba, Tepelné čerpadlo, Fotovoltaická elektrárna

Abstract

This thesis explores the conceptual design of the energetical self-sufficiency of a detached house with a focus on space heating, while integrating renewable sources of energy. The starting point of this project is three proposed construction alternatives based off an architectural study. Attention is especially paid to exterior constructions. The first two alternatives use different timber elements, while the last one is uses calcium silicate masonry as a loadbearing structure. Construction parameters are processed in a heat balance simulation by using energetical models. The outputs of these models are the values of the average thermal transmittance coefficient and the annual energy required for space heating.

Two variants of an energetical scheme are designed. The first variant uses a heat pump powered by a photovoltaic powerplant as the main source of space heating. The other variant simultaneously uses a wood boiler as the primary source of space heating and a solar collector as the secondary source of space heating.

Values of the average thermal transmittance coefficient, the required annual energy for heating and hot water preparation, the annual production of electrical energy by the photovoltaic powerplant, the annual consumption of electrical energy by the heat pump, and the primary energy consumption are obtained using energetical calculations. Based off the results, the combination of one constructional alternative and one energetical variant is chosen. All alternatives are compared in terms of primary energy consumption.

In the discussion, factors that can affect the final design are explored. The charts display the dependence of space heating requirements on the details of the construction process and interior air temperature. The discussion also shows the change of energy requirements when solar shading is considered.

Key words:

Energetical self-sufficiency, Detached house, Passive standard, Renewable energy sources, Timber structure, Heat pump, Photovoltaic powerplant

Obsah

1. Úvod 5

2. Výchozí podklad 5

3. Popis objektu 5

4. Metodika návrhu a hodnocení 7

5. Popis konstrukčně materiálových variant 9

5.1. Varianta A 9
5.2. Varianta B 9
5.3. Varianta C 10

6. Popis variant technických zařízení 10

6.1. Varianta 1 10
6.2. Varianta 2 10

7. Výpočetní postupy 10

7.1. Průměrný součinitel prostupu tepla 10
7.2. Potřeba tepla na vytápění 11
7.3. Potřeba tepla na přípravu teplé vody 12
7.4. Spotřeba primární energie 12
7.5. Návrh fotovoltaické elektrárny 12
7.6. Návrh tepelného čerpadla 13

8. Výsledky 13

9. Vyhodnocení 14

10. Diskuse 15

11. Závěr 18

12. Podklady 19

13. přílohy 20

1. Úvod

Cílem této práce je vytvořit stavebně-energetický koncept rodinného domu, který splňuje doporučené hodnoty pasivního standardu na průměrný součinitel prostupu tepla a přibližuje se požadovaným hodnotám potřeby tepla na vytápění dle [2]. Snahou je zajistit tepelný komfort v otopném období za využití obnovitelných zdrojů energie v maximální možné míře a dosáhnout tak nezávislosti objektu na okolních sítích.

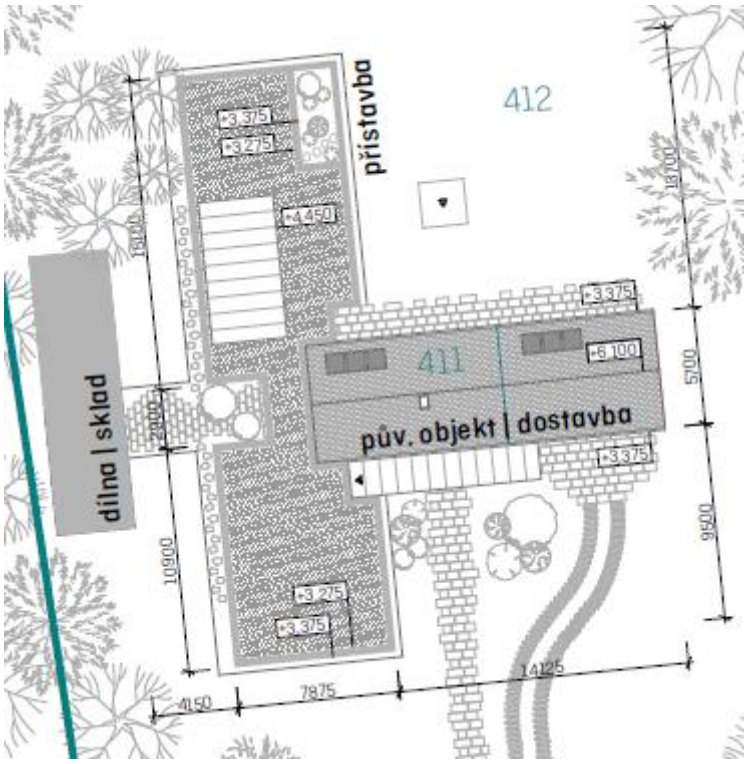
2. Výchozí podklad

Architektonická studie stavby rodinného domu v Kersku [1], která byla zpracována firmou starý moos architekti, je výchozím podkladem pro tuto diplomovou práci. Ze studie je přejata především geometrie a dispoziční řešení budovy.

3. Popis objektu

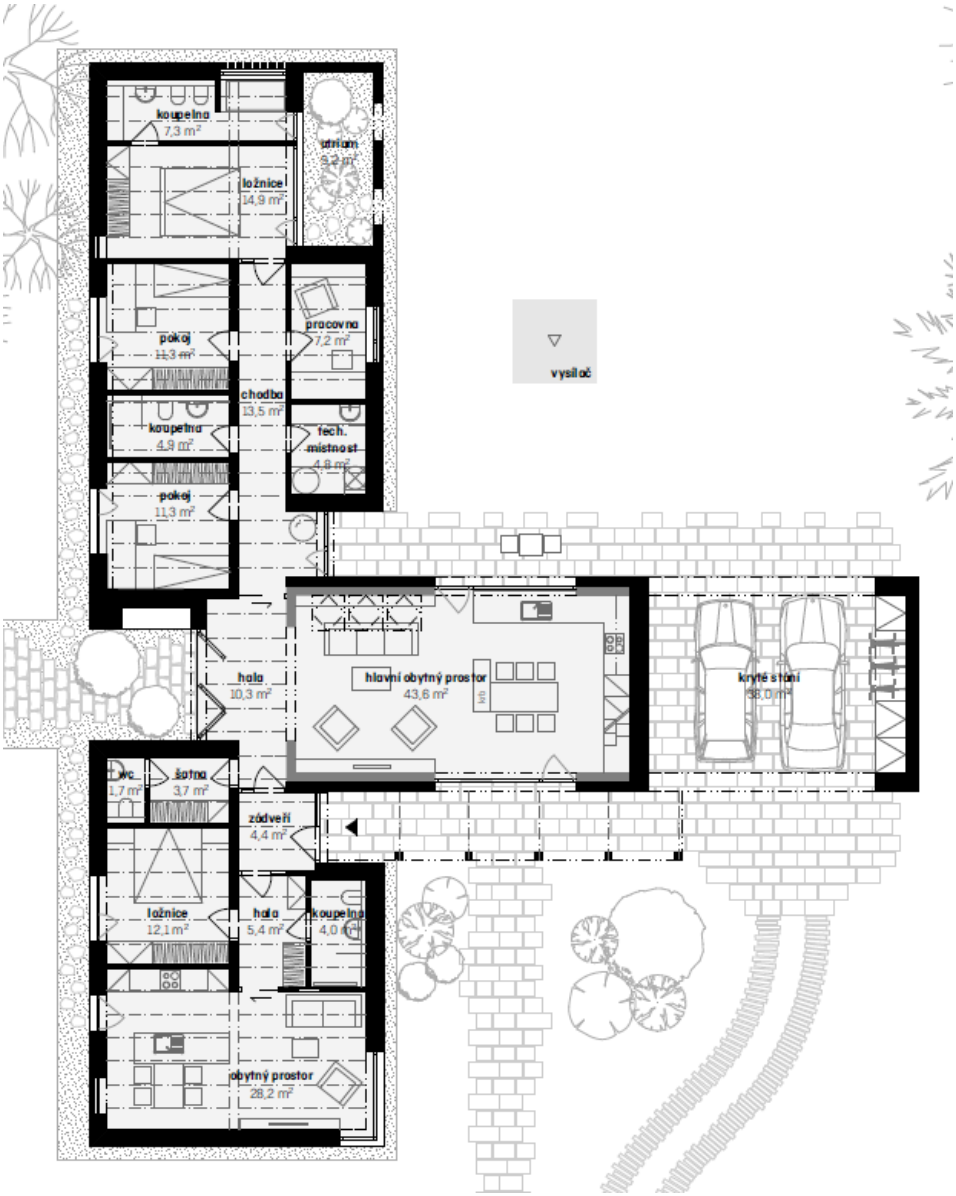
Původní studie se zabývá přístavbou rodinného domu s plochou střechou k stávajícímu objektu s klasickou šikmou střechou.

Jedná se o jednopodlažní budovu s osmi obytnými místnostmi, dvěma kuchyněmi, pěti koupelnami a vyvýšenou galerií. Objekt je umístěn v oblasti Kersko ve středních Čechách. Stejná lokalita je uvažována i pro účely této práce.

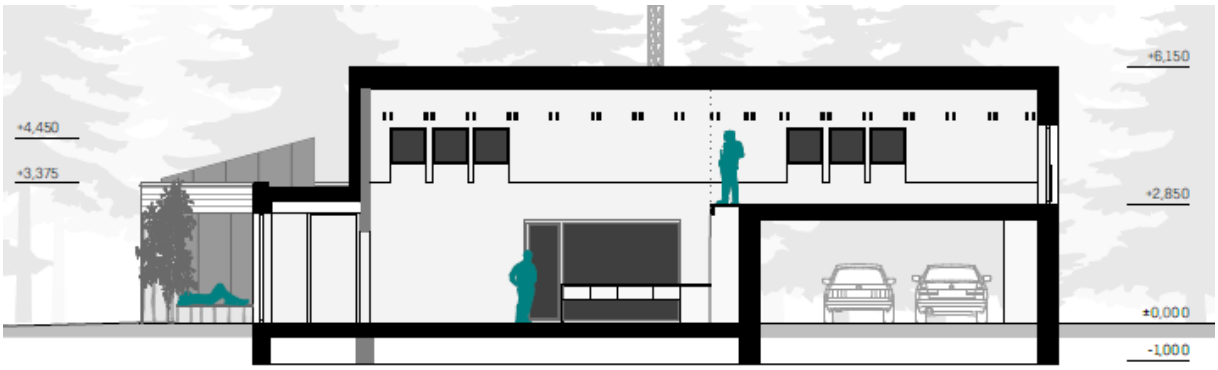


Obrázek 1: Půdorysné schéma objektu

Z důvodu zjednodušení návrhu je zde celý objekt uvažován jako novostavba a není respektováno původní stavební řešení. Zároveň je pozměněna dispozice tak, že původní parkovací stání pod vyvýšenou galerií je nově uvažováno jako uzavřený nevytápěný prostor. Důvodem je snížení tepelných ztrát objektu.



Obrázek 2: Dispoziční uspořádání přízemí



Obrázek 3: Řez původním objektem

Podrobnější dokumentace studie viz. Příloha A - Architektonická studie – Vybrané části.

4. Metodika návrhu a hodnocení

Zprvu jsou navrženy tři konstrukčně materiálové varianty, přičemž je kladen důraz na tepelně technické vlastnosti obvodových konstrukcí. Účelem je vytvořit obálku budovy, jež splňuje následující parametr

- Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} \leq 0{,}2$ W/(m^2·K)
- Součinitel prostupu tepla pro dílčí konstrukce:

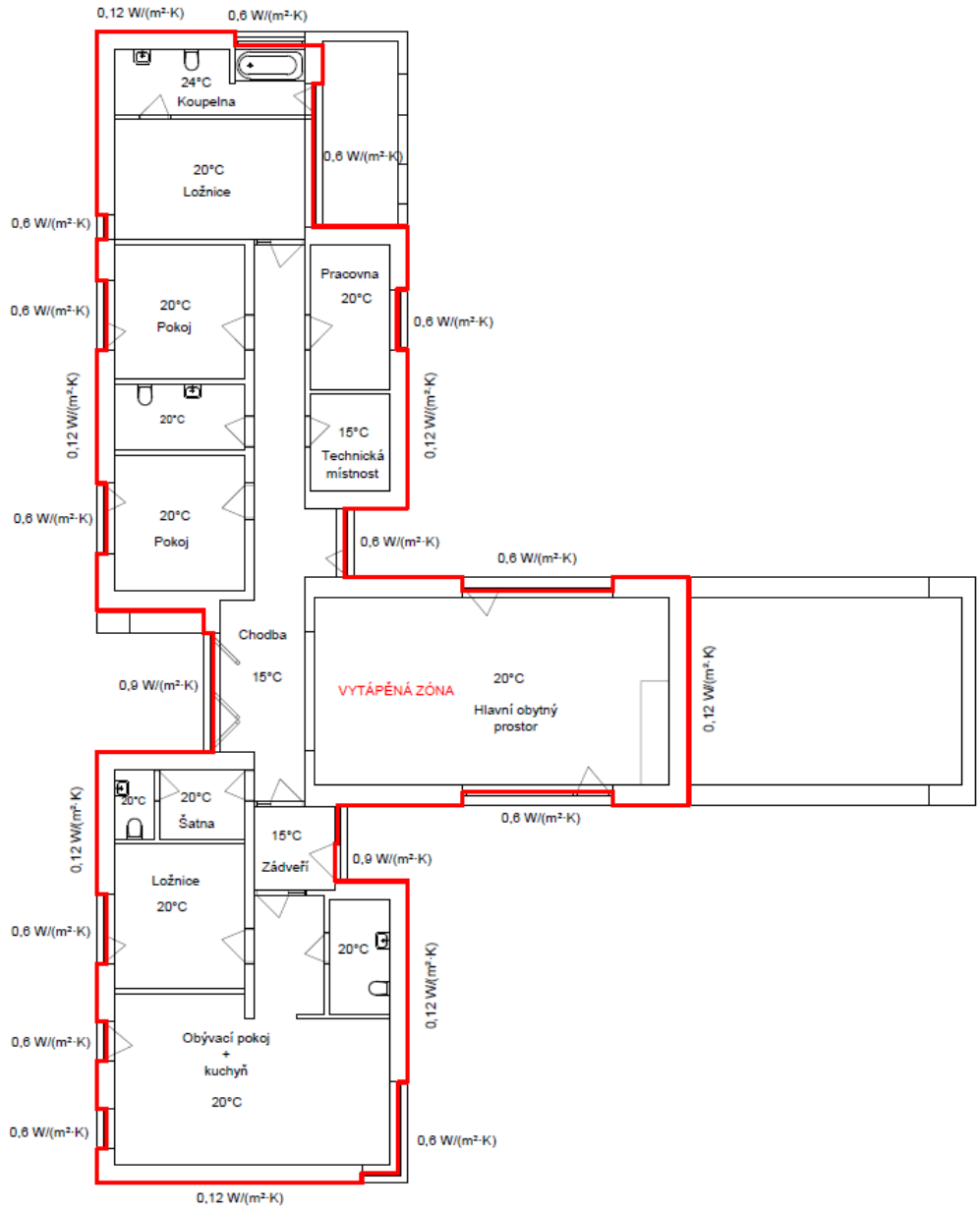
Konstrukce	U W/(m^2·K)
Obvodová stěna	0,12
Střecha se sklonem do 45°	0,1
Podlaha na zemině	0,2
Okno	0,8 ~ 0,6

- Roční potřeba tepla na vytápění $E_A \leq 20$ kWh/(m^2·a)

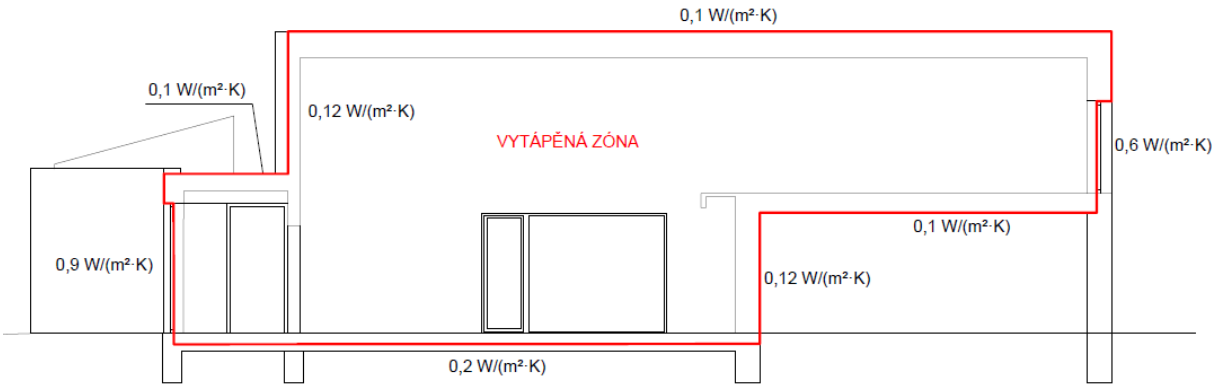
Hodnoty jsou určeny dle [2].

Uvažované okrajové podmínky:

- Vnitřní návrhová teplota $\Theta_i = 20$ °C
- Počet osob n = 5
- Přítomnost osob (procento času) p = 70%
- Účinnost rekuperace η = 85%
- Přirážka na tepelné vazby a mosty $\Delta U_{tb} = 0{,}02$
- Korekční činitelé stínění zohledňující stínění okolními překážkami, markýzami, bočními žebry a žaluziemi $F_h = F_o = F_f = F_C = 1$



Obrázek 4: Schématické zobrazení vytápěné zóny v přízemí s vyznačením vnitřních teplot a cílených dílčích součinitelů prostupu tepla obalových konstrukcí



Obrázek 5: Schématické zobrazení vytápěné zóny v řezu

Z hlediska technických zařízení jsou navrženy dvě alternativy zdroje tepla pro vytápění a přípravu teplé vody a sdílení tepla do místností. Cílem je v obou případech použít systémy, které využívají obnovitelné zdroje energie. Energetická schémata v Příloze E znázorňují jednotlivá zapojená zařízení.
Vyhodnocení jednotlivých variant je následně provedeno na základě bilance tepelných ztrát a zisků. Zároveň je provedeno porovnání dle spotřeby primární energie při použití zvolených materiálů.

5. Popis konstrukčně materiálových variant

5.1. Varianta A

Objekt je řešen jako dřevostavba stěnovým systémem Steico. Vodorovné a svislé nosné konstrukce jsou tvořeny sloupky a trámky Steico wall SW 60, respektive Steico joist SW 60, rozmístěnými s osovou vzdáleností 625 mm, mezi nimiž je vložena tepelná izolace tvořená minerální vatou Isover Multimax tloušťky 300 mm, respektive 400 mm. Jejich vzájemné spolupůsobení je zajištěno OSB deskami Egger 3 o tloušťce 18 mm na vnitřní straně a dřevovláknitými deskami Steico Protect tloušťky 80 mm na vnější straně. Nosnou konstrukci ploché střechy tvoří trámky Steico LVL R 57 rozmístěné s osovou vzdáleností 500 mm zaklopené OSB deskami Egger 3 o tloušťce 18 mm na vnějším líci. Tepelnou izolaci tvoří polystyrenové desky EPS 200 o tloušťce 350 až 400 mm Fasáda je uvažována jako dvouplášťová s provětrávanou mezerou. Vnější plášť je tvořen dřevěným obkladem uchyceným na dřevěné latě. Fasáda je chráněna proti vnější vlhkosti difuzně propustnou pojistnou hydroizolací Isover Tyvek Soft. Na vnitřním líci je v některých místnostech namontována sádrokartonová předstěna s uzavřenou vzduchovou dutinou pro vedení instalací, nebo je provedeno zaklopení sádrokartonovými deskami přímo na OSB desky.
Nosné konstrukce byly navrženy tabulkovým způsobem dle [10] a [11].

5.2. Varianta B

Stěnový systém, kde svislé nosné konstrukce tvoří stěny zděné z vápenopískových cihel Sendwix 16DF-L tloušťky 240 mm. Obvodové stěny jsou zatepleny minerální vatou Isover Multimax tloušťky 300 mm. Vodorovná nosná konstrukce ploché střechy je monolitická železobetonová stropní deska tloušťky 200 mm. Plochá střecha je řešena jako jednoplášťová s klasickým pořadím vrstev, kde teplená izolace je tvořena polystyrenovými deskami EPS 200. Šikmá střecha je řešena stejně jako v první variantě.

5.3. Varianta C

Svislé a vodorovné nosné konstrukce jsou zde tvořeny dřevěným CLT panely tloušťky 120 a 140 mm, které byly navrženy tabulkovým způsobem dle [13]. Na zateplení stěn je použita minerální vata Isover Multimax tloušťky 300 mm. Skladba ploché střechy se od předchozích variant liší pouze nosnou konstrukcí. Šikmá střecha je řešena jako v předchozích variantách.

6. Popis variant technických zařízení

6.1. Varianta 1

Jedná se o uživatelsky komfortnější variantu. Hlavním zdrojem tepla pro vytápění a ohřev teplé vody je tepelné čerpadlo země – voda, využívající hloubkový vrt. Distribuce tepla do místností je řešena kombinací podlahového vytápění a otopného tělesa ve vyvýšené galerii a otopnými žebříky v koupelnách. Vedlejšími zdroji tepla jsou pasivní solární zisky a vzduchotechnická jednotka se zpětným získáváním tepla.

Napájení tepelného čerpadla elektrickou energií je celoročně pokryto fotovoltaickou elektrárnou umístěnou na jižní straně šikmé střechy viz. Příloha F. Přebytky elektrické energie jsou využity na umělé osvětlení, domácí spotřebiče, pohon ventilátoru VZT jednotky, nebo akumulovány do virtuálních baterií. Celý systém je regulován řídící jednotkou na základě venkovní teploty.

6.2. Varianta 2

Hlavním rozdílem je zde zdroj tepla, který je řešen spalovacím kotlem na dřevo. Pomocnými zdroji tepla pro ohřev otopné vody jsou solární kolektor a elektrická topná patrona. Sdílení tepla do místností je zprostředkováno otopnými tělesy.

Energetická schémata obou alternativ jsou v Příloze E.

7. Výpočetní postupy

7.1. Průměrný součinitel prostupu tepla

Součinitel prostupu tepla neprůsvitných konstrukcí U_i byl vypočten dle [6] s pomocí programu TEPLO verze 2014.5 EDU. Původní hodnota součinitele tepelné vodivosti minerální vaty Isover Multimax byla zhoršena z 0,034 na 0,04 W/(m·K), s přihlédnutím na systematické tepelné mosty v podobě Steico nosníků a talířových hmoždinek. Výpočet součinitele prostupu tepla pro jednotlivé skladby konstrukcí viz. protokoly vygenerované programem TEPLO v Příloze G.

Výpočet **součinitele prostupu tepla oken** byl proveden dle [3] ze vzorce:

$$U_W = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \psi_g}{A_g + A_f}$$

kde

A_g je plocha zasklení [m^2]

A_f je plocha rámu [m^2]

U_g je součinitel prostupu tepla zasklení [W/(m^2·K)]

U_f je součinitel prostupu tepla rámu [W/(m^2·K)]

I_g je obvod zasklení [m]

ψ_g je lineární činitel prostupu tepla zasklívací spáry[W/(m·K)], uvažovaná hodnota je 0,06

Hodnoty součinitelů prostupu tepla zasklení a rámu byly převzaty z technického listu zvolených oken [12].

Průměrný součinitel prostupu tepla byl vypočten dle [3] ze vztahu:

$$U_{em} = \frac{H_T}{A}$$

kde

H_T je měrný tepelný tok prostupem tepla [W/K]

A je plocha obálky budovy [m^2]

Měrný tepelný tok byl vypočten zjednodušeným vztahem:

$$H_T = \sum (A_i \cdot U_i \cdot b_i) + A \cdot \Delta U_{tb}$$

kde

A_i je plocha i-té konstrukce [m^2]

U_i je součinitel prostupu tepla i-té konstrukce [W/(m^2·K)]

b_i je činitel teplotní redukce [W/(m^2·K)], pro podlahu na zemině je uvažovaná hodnota 0,74

ΔU_{tb} je přirážka zohledňující vliv tepelných vazeb [W/(m^2·K)], uvažovaná hodnota je 0,02

7.2. Potřeba tepla na vytápění

Potřeba tepla na vytápění byla vypočtena na základě bilance tepelných ztrát a zisků dle [4]. Výpočty potřeby tepla na vytápění a průměrného součinitele prostupu tepla byly provedeny v aplikaci vytvořené v prostředí programu Microsoft Excel 2010, která byla poskytnuta studentům v rámci předmětu Specializovaný projekt 1. Při výpočtu tepelných zisků průsvitnými konstrukcemi jsou zohledněny plochy rámů a zasklení oken. Korekčními činiteli stínění je tedy vynásobena již čistá plocha zasklení a stínění rámy v nich není zahrnuto. Hodnota korekčních činitelů je uvažována 1, tedy je zanedbáno stínění okolními objekty, ostěním a konstrukčními stínícími prvky, kterými jsou markýzy, žaluzie nebo speciální stínící prvky. Energetická propustnost zasklení byla uvažována hodnotou g_{normal} = 0,58.

Výstupy z aplikace viz. Příloha H.

7.3. Potřeba tepla na přípravu teplé vody

Potřeba tepla na přípravu teplé vody byla vypočtena následujícím postupem dle [5]:

$$Q_W = 4{,}182 \cdot V_{W,day} \cdot (\theta_{W,del} - \theta_{W,0})$$

kde
Q_W je potřeba tepla na ohřev vody [MJ/den]
$V_{W,day}$ je denní potřeba (objem) teplé vody [m^3/den]

$\theta_{W,del}$ je teplota teplé vody (55°C) [°C]

$\theta_{W,0}$ je teplota studené vody přiváděné do ohřívače (10°C) [°C]

Energetický požadavek na zdroj pro přípravu teplé vody:

$$Q_{gen,out} = Q_W \cdot (1 + z)$$

Kde

z je přirážka na tepelné ztráty v rozvodech a zásobníku [-], uvažovaná hodnota je 0,5

7.4. Spotřeba primární energie

Pro každou variantu je vytvořen zjednodušený výkaz použitých materiálů. Jejich množství je následně vynásobeno hodnotou svázané energie PEI [MJ/kg] pro příslušný materiál.
Hodnoty roční svázané spotřeby primární energie všech materiálů jsou následně sečteny pro každou variantu.
Hodnoty svázané energie jsou získány z online databáze Envimat [8].

7.5. Návrh fotovoltaické elektrárny

Zprvu je vybrán konkrétní typ panelu Q.PEAK DUO-G8+ o výkonu 350 Wp. Z jeho konkrétních rozměrů je určeno rozložení panelů na střeše viz. Příloha F. Panely jsou odsazeny 60 cm od stran střechy.
Celková roční produkce energie byla vypočtena pro oblast Kersko pomocí online aplikace PVGIS [9]. Vstupy pro výpočet:
Celkový výkon elektrárny P = 5,25 kWp
Sklon střechy 44°
Systémová ztráta 14%
Výstup z PVGIS viz. Příloha J.

7.6. Návrh tepelného čerpadla

Tepelné čerpadlo bylo navrženo dle [7] pomocí softwaru NTC verze 1.0.

Vstupy:

Výpočtová venkovní teplota	$t_{e,N}$	-12	[°C]
Mezní teplota otopného období	$t_{e,m}$	13	[°C]
Průměrná teplota vzduchu v interiéru	t_i	20	[°C]
Teplota připravované teplé vody	t_{TV}	55	[°C]
Teplota topné vody v soustavě	$t_{w1,N}$	30	[°C]
Teplota vratné voda v soustavě	$t_{w2,N}$	20	[°C]
Roční potřeba tepla na přípravu teplé vody	$Q_{p,tv,rok}$	5 729	[kWh]
Roční potřeba tepla na vytápění	$Q_{p,vyt,rok}$	5 157	[kWh]
Elektrický příkon pomocných zařízení pracujících na přípravě teplé vody	$P_{pom,tv}$	0	[kW]
Elektrický příkon pomocných zařízení pracujících na vytápění	$P_{pom,vyt}$	0	[kW]
Teplotní exponent podle převažujících otopných ploch	n	1,1	[-]

Tabulka 1: Vstupní hodnoty do programu NTC

8. Výsledky

Varianta A

Průměrný součinitel prostupu tepla: $U_{em} = 0,17$ W/(m^2·K)

Potřeba tepla na vytápění: $Q_h = 5149$ kWh/a

Měrná potřeba tepla na vytápění vztažená k vytápěné ploše: $E_A = 22,0$ kWh/(m^2·a)

Roční svázaná spotřeba energie: PEI = 6141 MJ/a

Varianta B

Průměrný součinitel prostupu tepla: $U_{em} = 0,18$ W/(m^2·K)

Potřeba tepla na vytápění: $Q_h = 5671$ kWh/a

Potřeba tepla na vytápění vztažená k vytápěné ploše: $E_A = 24,2$ kWh/(m^2·a)

Roční svázaná spotřeba energie: PEI = 6851 MJ/a

Varianta C

Průměrný součinitel prostupu tepla: $U_{em} = 0,17$ W/(m^2·K)

Potřeba tepla na vytápění: $Q_h = 5220$ kWh/a

Potřeba tepla na vytápění vztažená k vytápěné ploše: E_A = 22,3 kWh/(m^2·a)

Roční svázaná spotřeba energie: PEI = 6350 MJ/a

Potřeba tepla na přípravu teplé vody

Energetický požadavek na zdroj tepla pro přípravu TUV: $Q_{W,gen,out}$ = 5729 kWh/a

Roční produkce energie fotovoltaickou elektrárnou

Roční produkce energie: E = 5578 kWh/a

Tepelné čerpadlo

Roční potřeba elektrické energie $E_{TČ,rok}$ = 3142 kWh

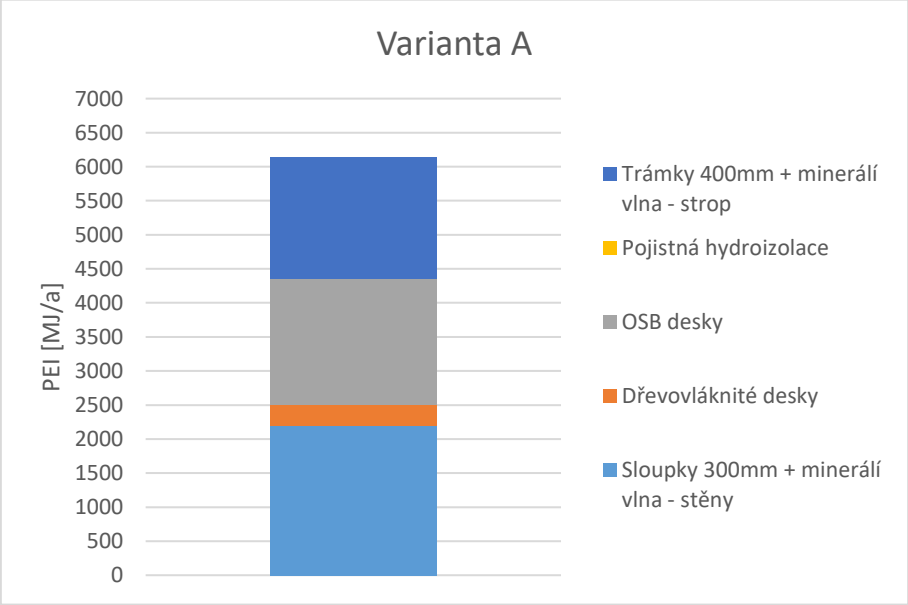
Navržené čerpadlo Stiebel Eltron WPF 16 země – voda.

Výstup z programu viz. Příloha I.

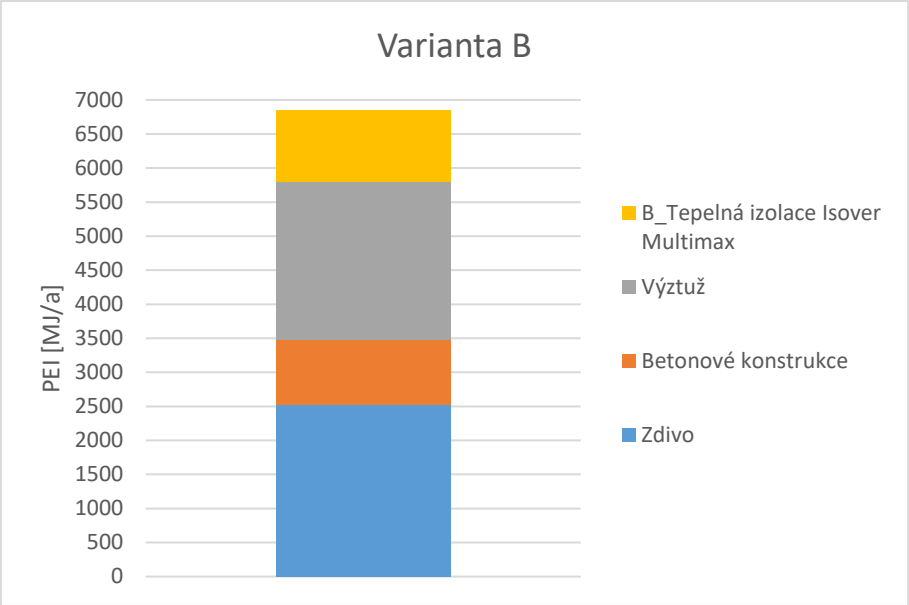
9. Vyhodnocení

Na základě výsledků je vybrána konstrukční varianta A v kombinaci s energetickou variantou 1. Do výpočtu spotřeby primární energie byly zahrnuty pouze konstrukce obvodových stěn a nosné konstrukce ploché střechy. Z hlediska ostatních konstrukcích jsou všechny varianty stejné. Podrobný výpočet viz. Příloha O.

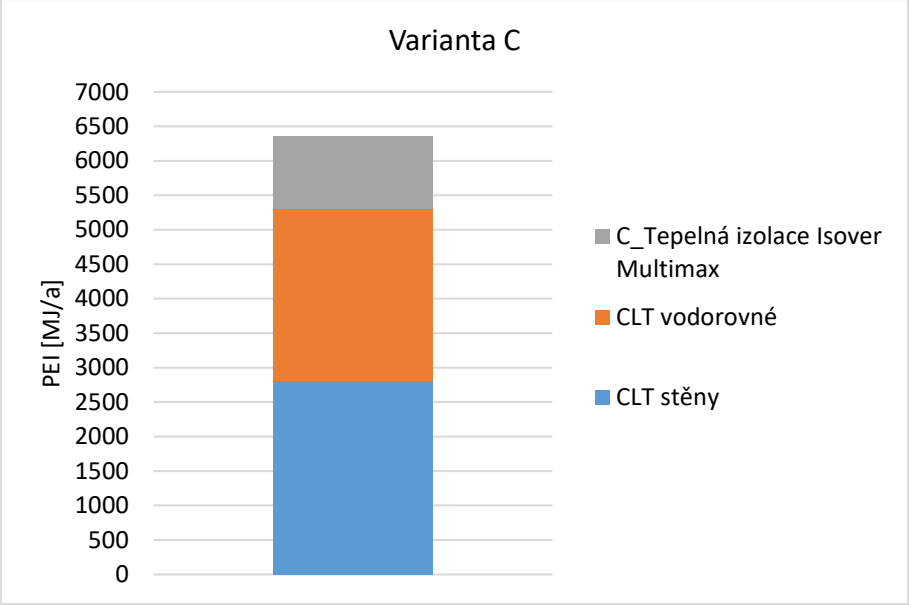
Porovnání konstrukčních variant dle spotřeby primární energie:



Graf 1: Podíl jednotlivých konstrukčních prvků na celkové roční spotřebě primární energie pro variantu A



Graf 2: Podíl jednotlivých konstrukčních prvků na celkové roční spotřebě primární energie pro variantu B



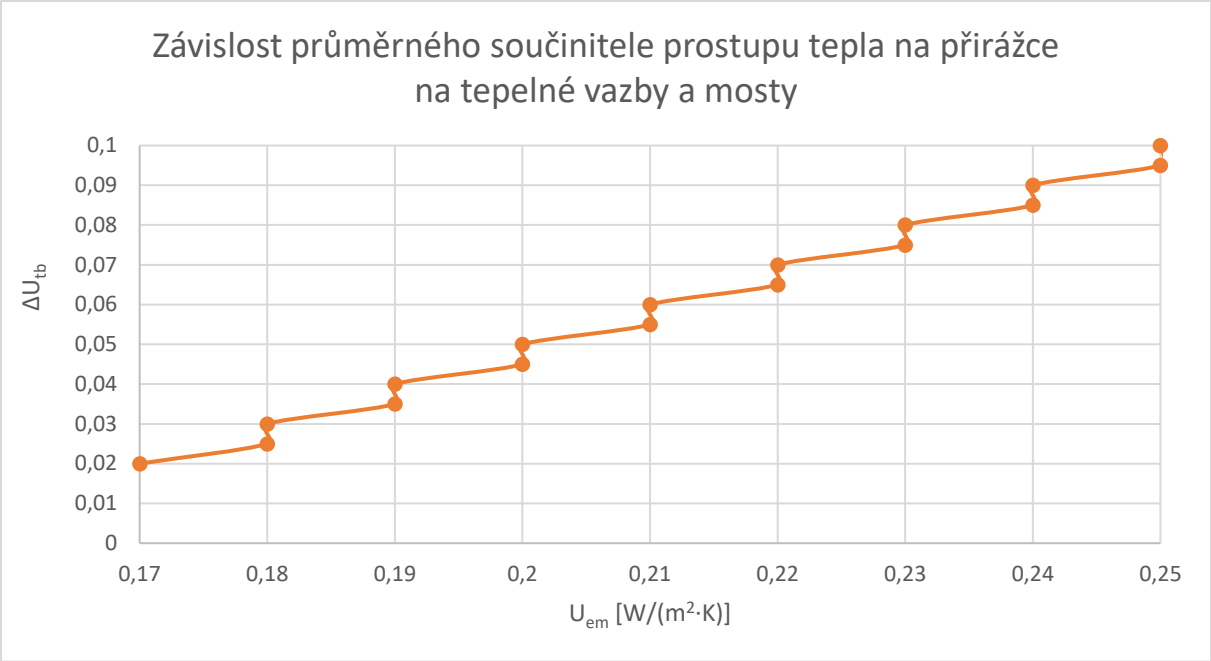
Graf 3:Podíl jednotlivých konstrukčních prvků na celkové roční spotřebě primární energie pro variantu C

10. Diskuse

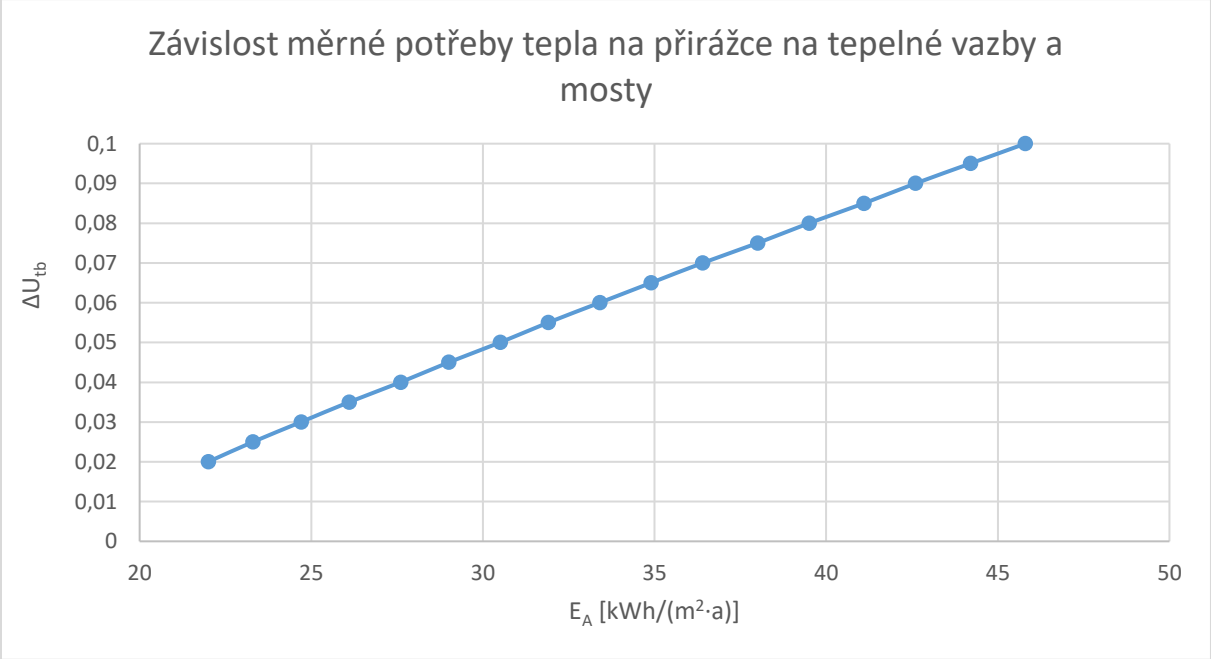
Provádění detailů

Při výpočtu je předpokládána vysoká důslednost při provádění všech stavebních detailů. Ta se projevuje například v přirážce ΔU_{tb} zohledňující vliv tepelných vazeb. Za předpokladu, že by při realizaci nebyl kladen dostatečný důraz na správné provedení stavby, by se tato hodnota uvažovala vyšší. Následující grafy zobrazují změnu průměrného součinitele prostupu tepla a

měrné potřeby tepla na vytápění v závislosti na přirážce $\Delta U_{tb.}$ Všechny ostatní parametry výpočtu zůstávají stejné.



Graf 4: Křivka znázorňující změnu průměrného součinitele tepla v závislosti na přirážce na tepelné vazby a mosty



Graf 5: Křivka znázorňující nárůst měrné potřeby tepla na vytápění v závislosti na přirážce na tepelné vazby a mosty

Průměrný součinitel prostupu překročí limitní hodnotu pro pasivní standard 0,22 W/(m^2·K) při hodnotě přirážky 0,075.

Užívání

Vnitřní návrhová teplota je ve výpočtech uvažována 20°C. Pokud by uživatel dlouhodobě vytápěl na vyšší teplotu, spotřeba energie by se výrazně zvýšila, jak dokazují následující výpočty. Z okrajových podmínek výpočtu se mění pouze vnitřní návrhová teplota, ostatní zůstávají stejné.

θ_i	E_A	Q_h
°C	kWh/(m^2·a)	kWh/a
20	22	5149
21	24	5629
22	26,1	6125
23	28,3	6645
24	30,6	7180

Tabulka 2: Změna potřeby tepla na vytápění v závislosti na vnitřní výpočtové teplotě

Stínění

Ve výpočtu je zanedbané stínění oken vnějšími překážkami a stínícími prvky. Stínění je v modelu vyjádřeno korekčními činiteli. Při uvažovaném stínění by skutečné hodnoty solárních zisků nebyly tak optimistické. V tomto výpočtu je uvažováno stínění okolními objekty, kterými může být např. sousední zástavba nebo stromy. Jedná se o nejhorší možný případ stínění okolím, který nelze konstrukčně ovlivnit. Vlastní stínění konstrukčními prvky není uvažováno a jejich hodnoty korekčních činitelů jsou uvažovány 1. Ostatní okrajové podmínky zůstávají stejné jako při návrhu.

Uvažovaný úhel stínění horizontem: α = 60°

Korekční činitel stínění horizontem se liší pro jednotlivé světové strany:

- Sever F_h = 0,85
- Jih F_h = 0,13
- Východ, Západ F_h = 0,35

Potřeba tepla na vytápění: Q_h = 8802 kWh/a

Potřeba tepla na vytápění vztažená k vytápěné ploše: E_A = 37,6 kWh/(m^2·a)

Tvar objektu

Ve výpočtu je uvažován prostor garáže jako nevytápěný. Následující výpočet ukazuje, jak by se potřeba tepla na vytápění změnila v závislosti na objemovém faktoru budovy, pokud by byl prostor uvažovaný jako vytápěný. Mění se pouze plocha obalových konstrukcí a objem vytápěného prostoru. Ostatní okrajové podmínky zůstávají stejné jako při návrhu.

Původní stav – garáž je nevytápěna:

- Plocha obalových konstrukcí A = 974 m^2

- Objem vytápěné zóny V = 989,8 m^3
- Objemový faktor A/V = 0,98
- Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} = 0,17 W/(m^2·K)
- Potřeba tepla na vytápěn: Q_h = 5149 kWh/a
- Měrná potřeba tepla na vytápění vztažená k vytápěné ploše E_A = 22,0 kWh/(m^2·a)

Nový stav – garáž je vytápěna:

- Plocha obalových konstrukcí A = 1016,5 m^2
- Objem vytápěné zóny V = 1174,9 m^3
- Objemový faktor A/V = 0,87
- Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} = 0,17 W/(m^2·K)
- Potřeba tepla na vytápění Q_h = 5141 kWh/a
- Měrná potřeba tepla na vytápění vztažená k vytápěné ploše: E_A = 21,9 kWh/(m^2·a)

Z tohoto výpočtu je zřejmé, že převedení garáže z nevytápěného prostoru na vytápěný vede jen k nepatrné úspoře energie. Průměrný součinitel prostupu tepla zůstává stejný z důvodu malé změny celkové plochy obalových konstrukcí.

11. Závěr

Doporučená hodnota roční potřeby tepla na vytápění pro rodinný dům v pasivním standardu je dle [2] menší nebo rovna 15 kWh/ (m^2.a). Ačkoliv bylo úspěšně dosaženo spodní hranice doporučených hodnot průměrného součinitele prostupu tepla, vypočtená měrná potřeba tepla na vytápění byla 22 kWh/ (m^2.a). Je to způsobeno geometrií budovy. Pro snížení této hodnoty by bylo třeba vrátit se k samotnému architektonickému návrhu a zvolit úspornější tvar.

Z výpočtů vyplynulo, že chod tepelného čerpadla by byl celoročně pokryt produkcí elektrické energie fotovoltaickou elektrárnou. Výpočty byly provedeny zjednodušenou metodou a nejsou tudíž tak přesné. Pro přesnější bilanci spotřeby elektrické energie a produkci tepla tepelným čerpadlem by bylo třeba provést simulaci s kratším časovým krokem a podrobnějšími daty o klimatu a spotřebě.

Energetické výpočty mohou být silně ovlivněny skutečným provedením, užíváním a údržbou stavby. Nesprávná realizace detailů a tepelných vazeb by se negativně projevila na průměrném součiniteli prostupu tepla a na celkové energetické náročnosti budovy. Stejně tak by se spotřeba energie zvýšila při častém větrání okny nebo zvýšením vnitřní návrhové teploty v otopném období.

Při výpočtu pasivních solárních zisků a návrhu fotovoltaické elektrárny bylo zanedbáno stínění okolními překážkami, jako například stromy nebo sousedními objekty. Skutečné hodnoty solárních zisků by tak mohly být nižší.

12. Podklady

[1] Starý, D., Moos, J., Architektonická studie stavby rodinného domu v Kersku. Vybrané části. Praha, 2018

Normy:

[2] ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky

[3] ČSN 73 0540-4 Tepelná ochrana budov - Část 4: Výpočtové metody

[4] ČSN EN ISO 13790 Energetická náročnost budov - Výpočet potřeby energie na vytápění a chlazení

[5] ČSN EN 15316-3-1 Tepelné soustavy v budovách - Výpočtová metoda pro stanovení potřeb energie a účinností soustavy - Část 3-1: Soustavy teplé vody, charakteristiky potřeb (požadavky na odběr vody)

[6] ČSN EN ISO 6946 Stavební prvky a stavební konstrukce - Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla - Výpočtová metoda

[7] ČSN EN 15316-4-2 Energetická náročnost budov - Výpočtová metoda pro stanovení potřeb energie a účinností soustavy - Část 4-2: Výroba tepla pro vytápění, Tepelná čerpadla, Modul M3-8-2, M8-8-2

Web:

[8] Interaktivní katalog stavebních materiálů a konstrukcí, sloužící k posuzování a porovnávání jejich dopadů na životní prostředí: http://www.envimat.cz/materialy/

[9] Webová aplikace pro získávání dat o slunečním záření a návrh fotovoltaických systémů: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#PVP

[10] Konstrukční katalog pro lepené vrstvené dřevo Steico LVL: https://www.steico.com/fileadmin/steico/content/pdf/Marketing/Czech/Konstruktionshefte/Konstrukcni_system_STEICO_LVL_i.pdf

[11] Technická příručka Steico: https://www.steico.com/fileadmin/steico/content/pdf/Marketing/Czech/Konstruktionshefte/STEICO_Technicka_prirucka_Nosniky_cz_i.pdf

[12] Prohlášení o certifikátu výrobku od Passive House Institute: https://database.passivehouse.com/Media/certified_components_v2/techdoc/document/primus_ws.flx.pdf

Literatura:

[13] Pavlas, M., Dřevostavby z vrstvených masivních panelů: Technologie CLT. Praha, 2016. s. 41 – 42. Tabulka 3.

13. přílohy

Příloha A – Architektonická studie - Vybrané části

Příloha B – Vytápěná zóna

Příloha C - Skladby konstrukcí

Příloha D - Konstrukční schémata

Příloha E - Energetická schémata

Příloha F - Schéma fotovoltaické elektrárny

Příloha G - Protokoly z programu TEPLO

Příloha H - Výstupy z energetického modelu

Příloha I - Výstup z programu NTC

Příloha J - Výstup z aplikace PVGIS

Příloha K – Schémata vytápění

Příloha L - Výkresová dokumentace

Příloha M – Výpočet spotřeby primární energie

Příloha N – Prohlášení autora studie

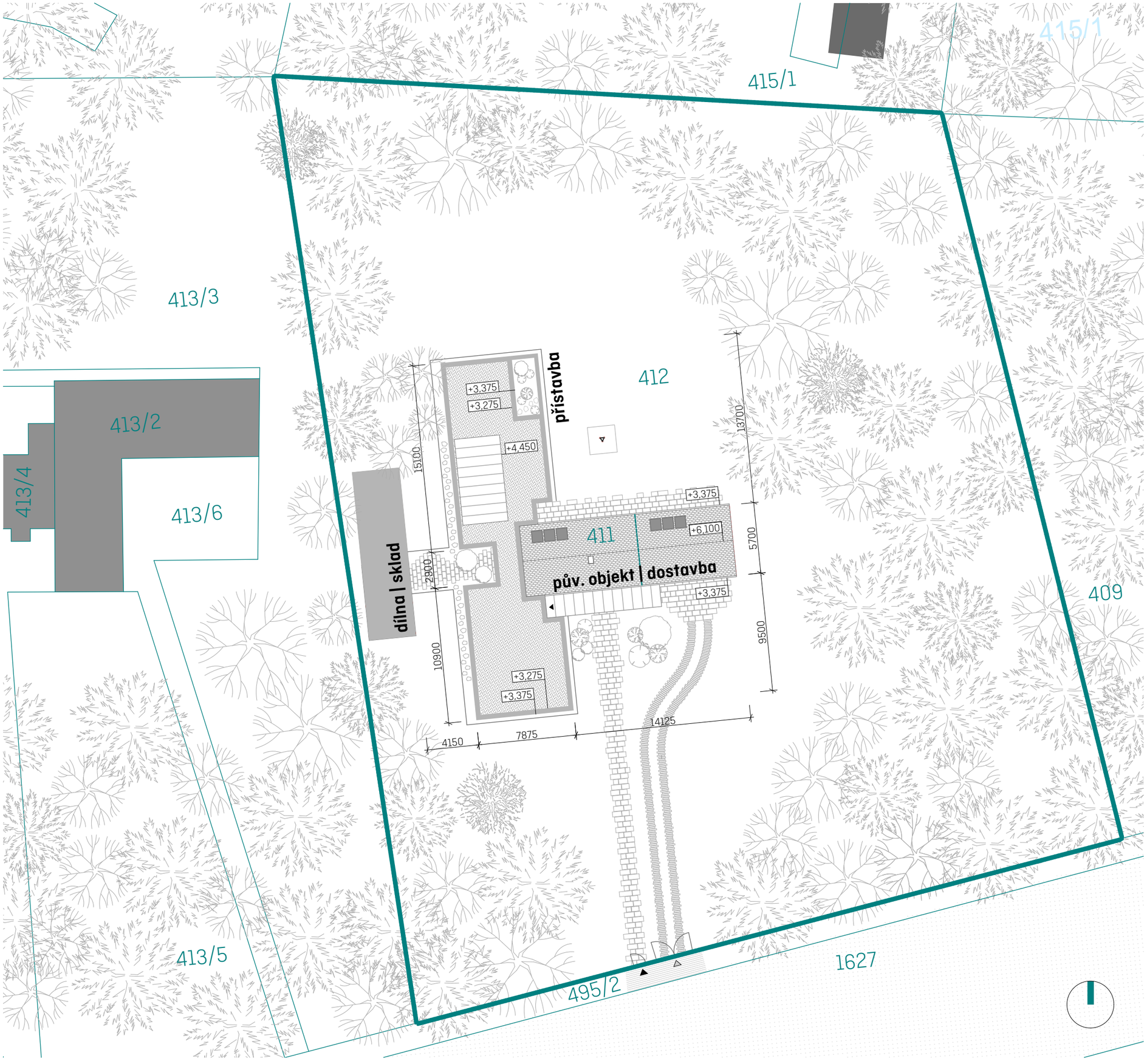
ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Budovy a prostředí

Katedra konstrukcí pozemních staveb

Příloha A – Architektonická studie - Vybrané části



studie stavby

starý | moos _architekti

název_

rodinný dům v kersku

parc. č. 411 a 412, kat. ú. hradištko u sadské

obsah_

architektonická situace

měřítko_

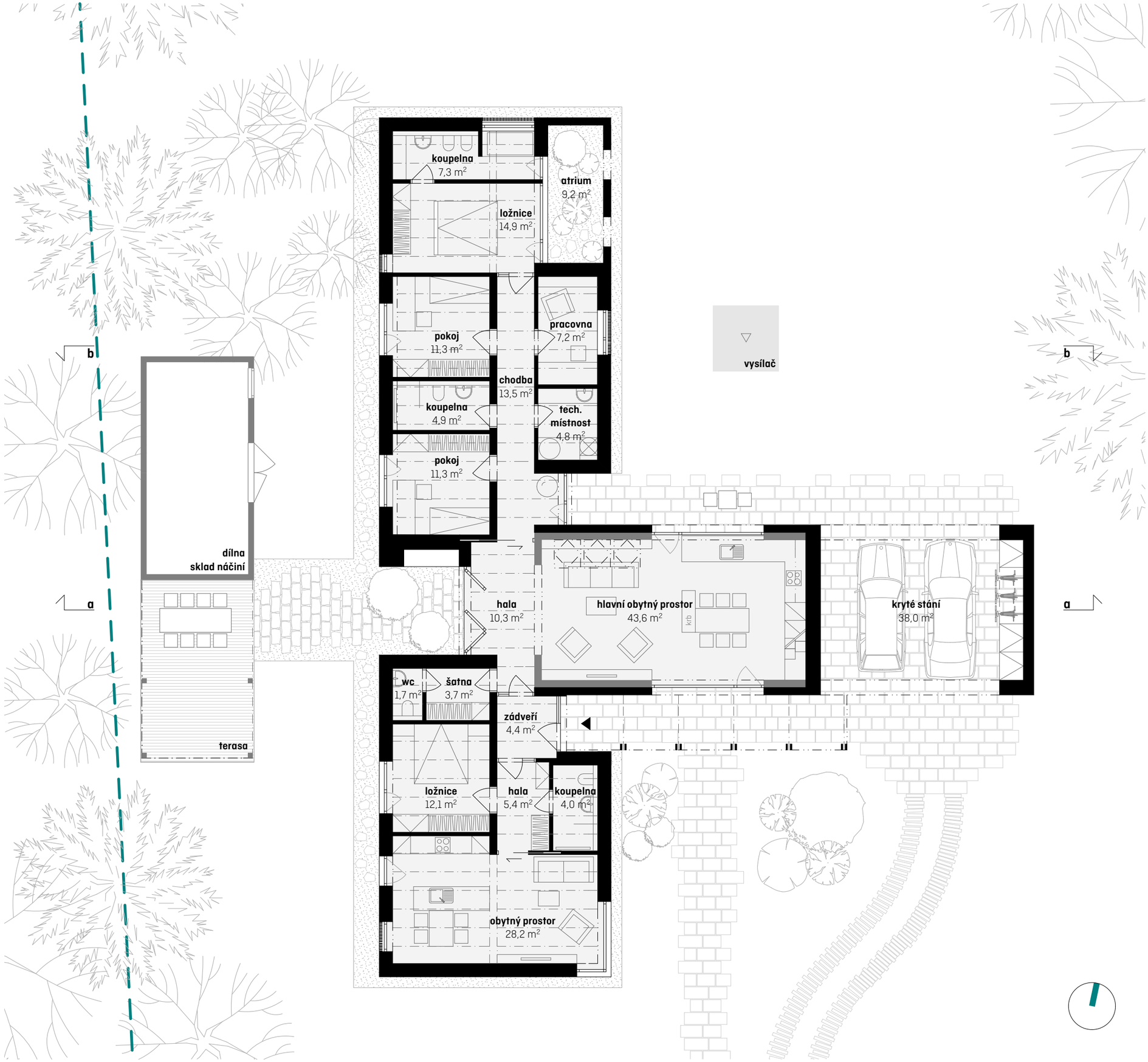
1:300

číslo přílohy | formát_

05 | A3

datum_

prosinec 2018



studie stavby

starý | moos _architekti

název_

rodinný dům v kersku

parc. č. 411 a 412, kat. ú. hradištko u sadské

obsah_

půdorys nadzemního podlaží

měřítko_

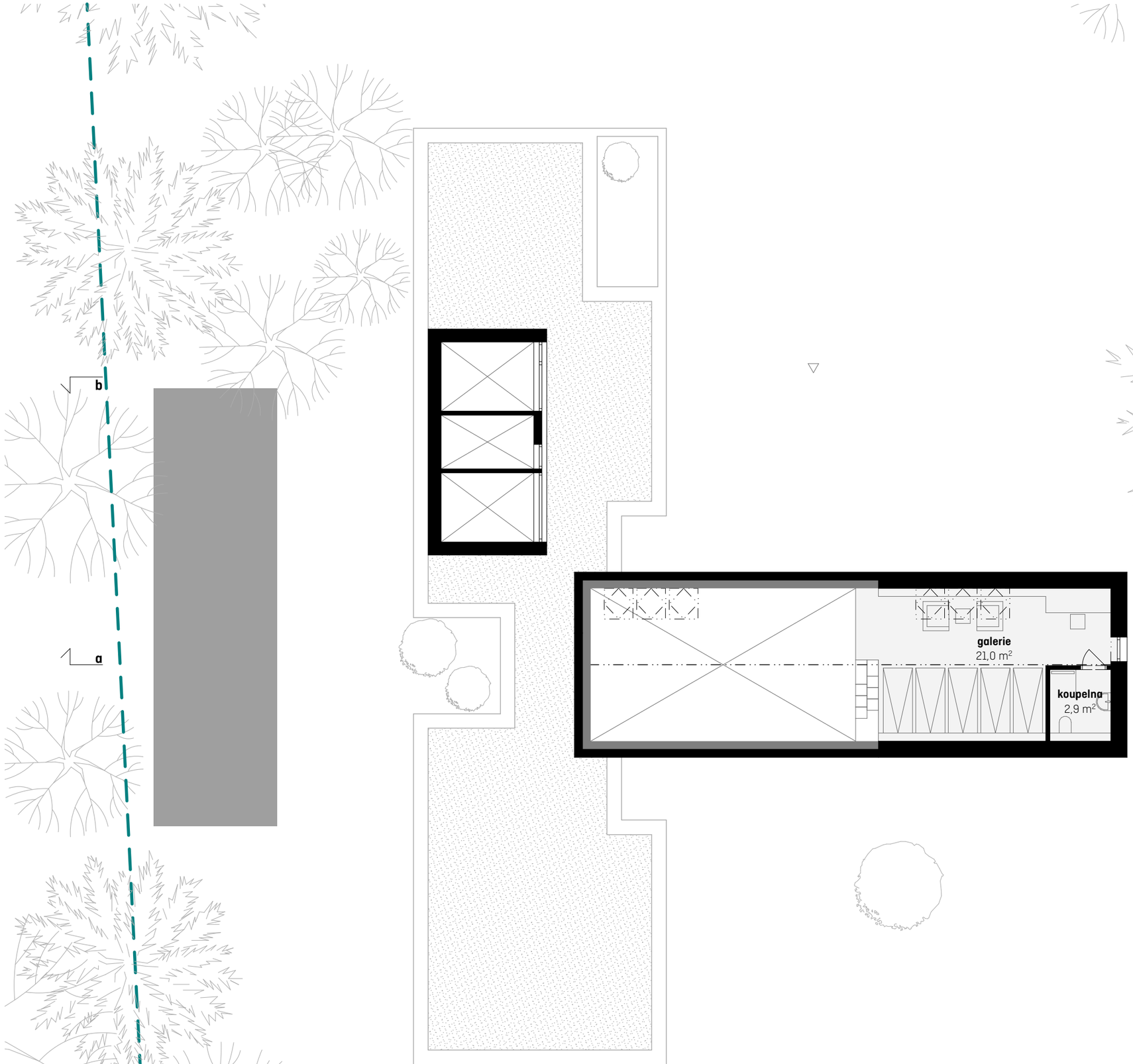
1:125

číslo přílohy | formát_

06 | A3

datum_

prosinec 2018



studie stavby

starý | moos _architekti

název_

rodinný dům v kersku

parc. č. 411 a 412, kat. ú. hradištko u sadské

obsah_

půdorys galerie

měřítko_

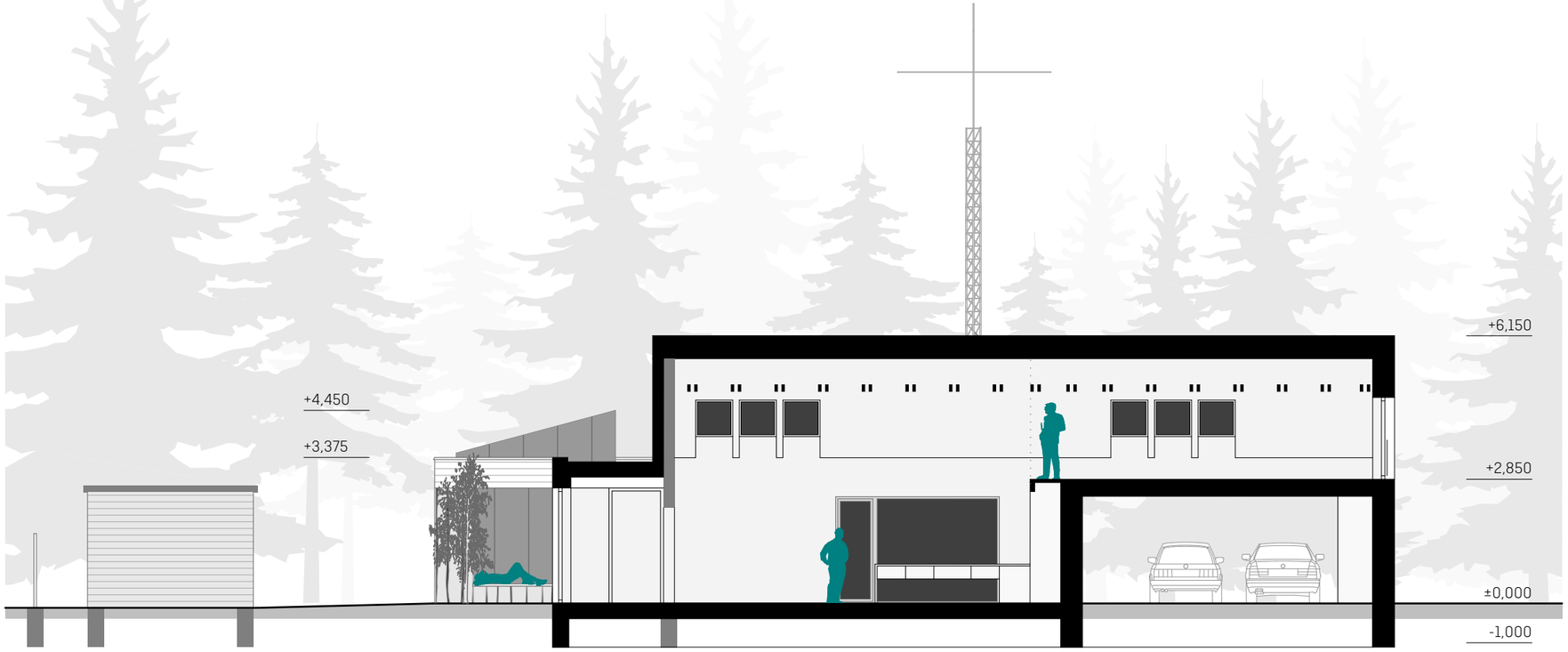
1:125

číslo přílohy | formát_

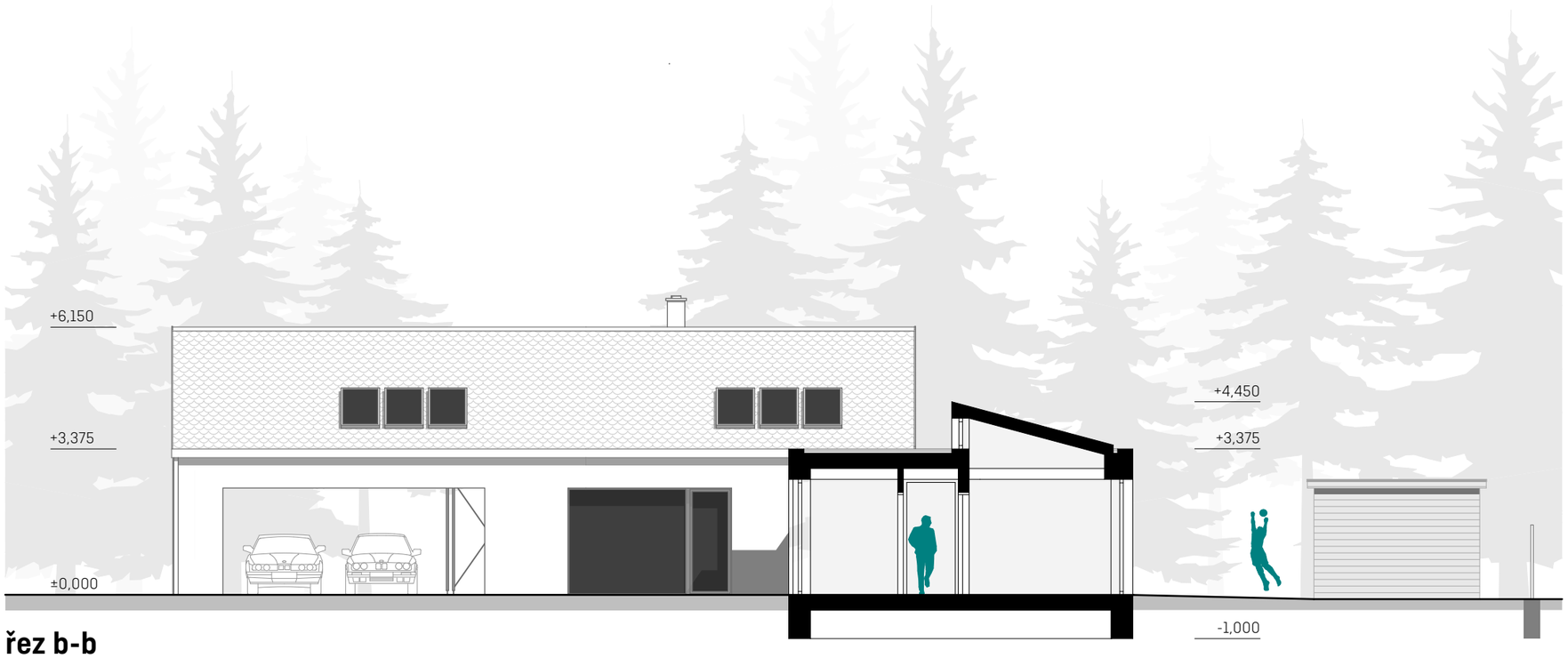
07 | A3

datum_

prosinec 2018



řez a-a



řez b-b

studie stavby

starý | moos _architekti

název_

rodinný dům v kersku

parc. č. 411 a 412, kat. ú. hradištko u sadské

obsah_

řez a-a | řez b-b

měřítko_

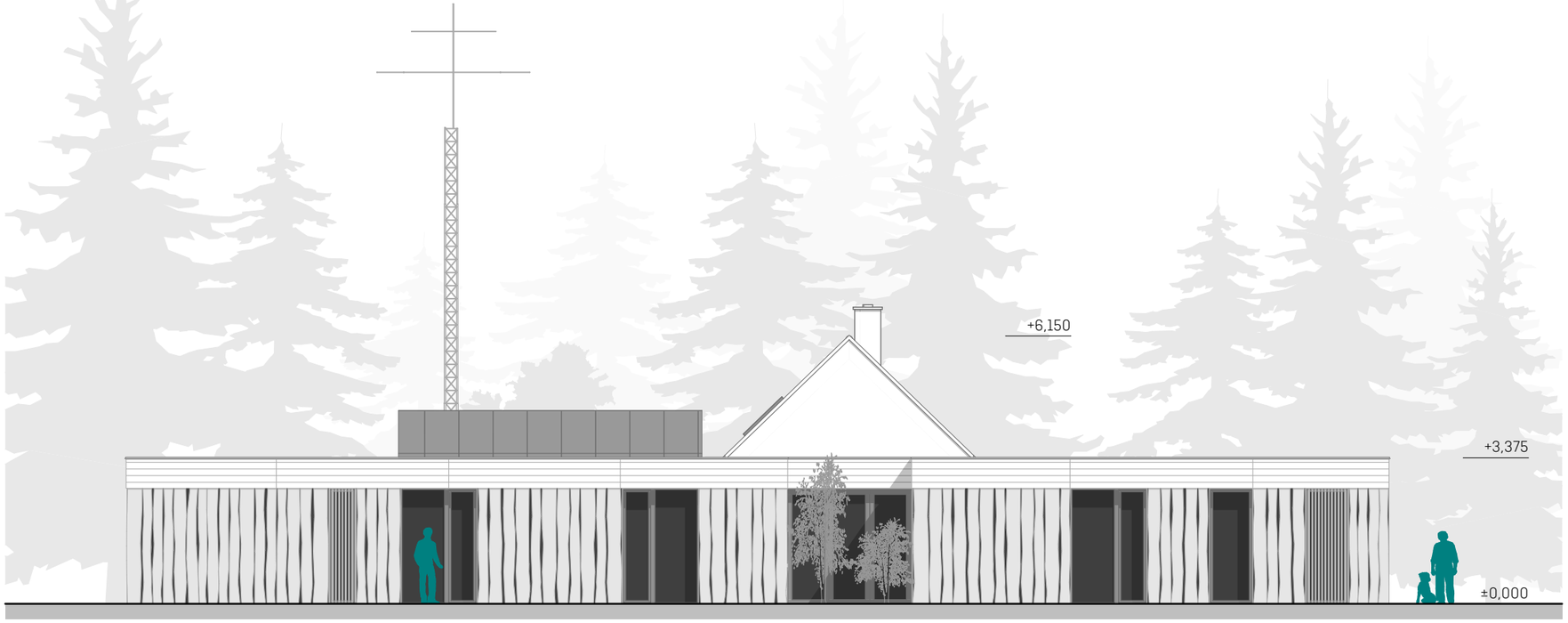
1:125

číslo přílohy | formát_

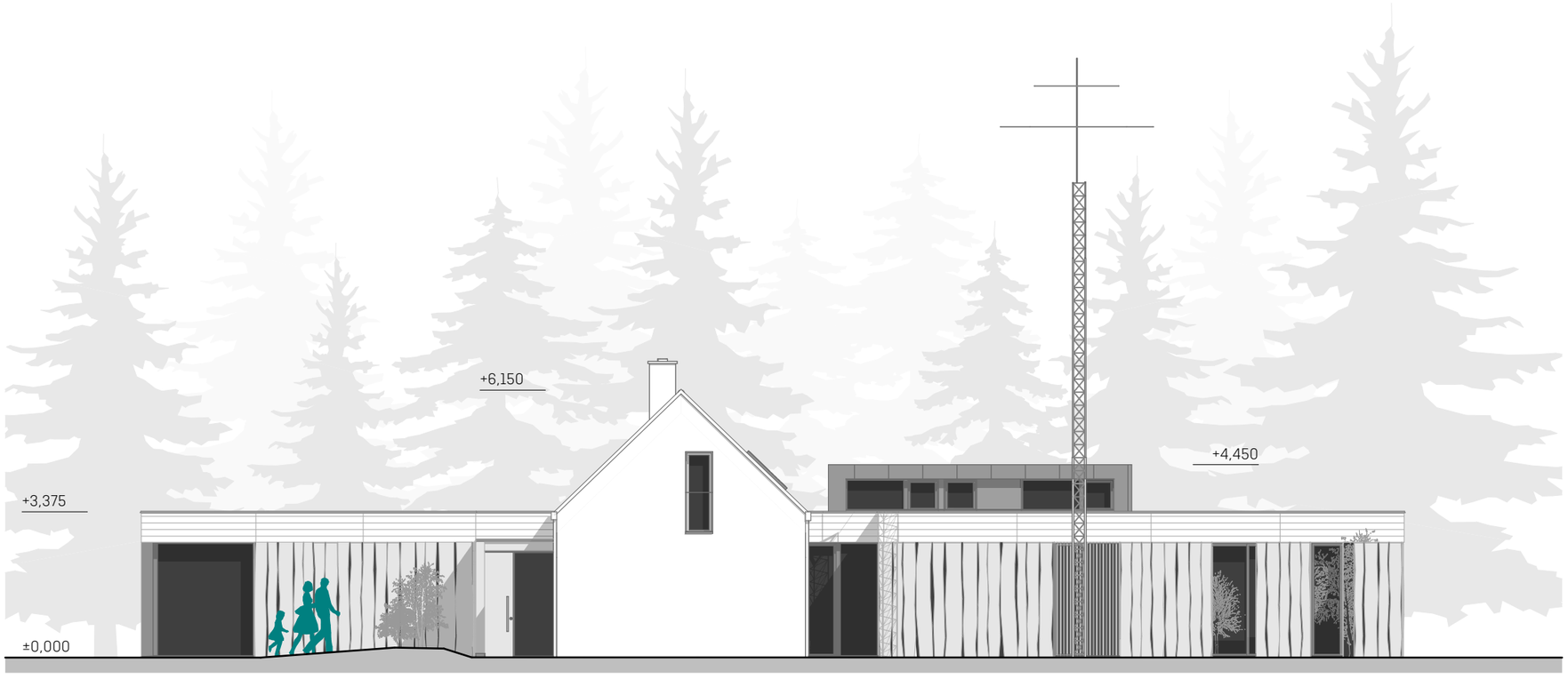
08 | A3

datum_

prosinec 2018



pohled západní



pohled východní

studie stavby

starý | moos _architekti

název_

rodinný dům v kersku

parc. č. 411 a 412, kat. ú. hradištko u sadské

obsah_

pohled západní | východní

měřítko_

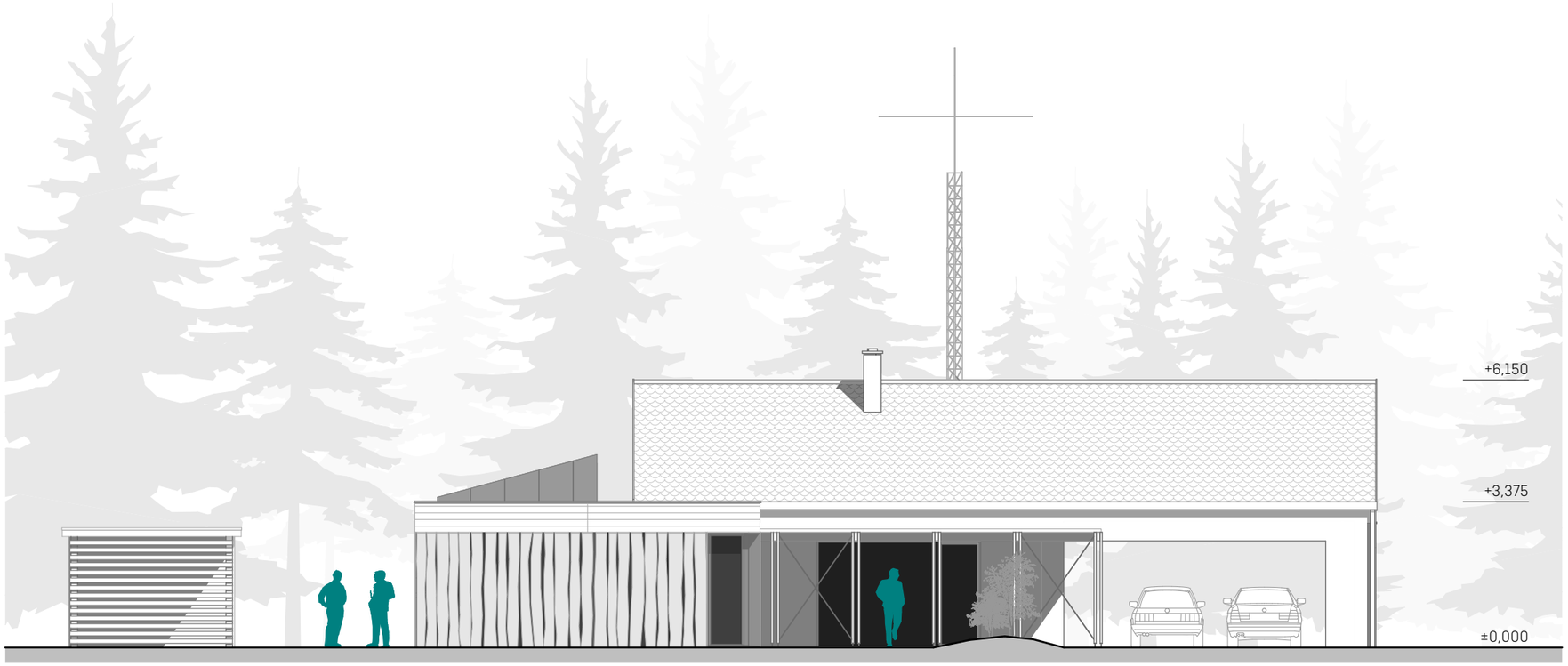
1:125

číslo přílohy | formát_

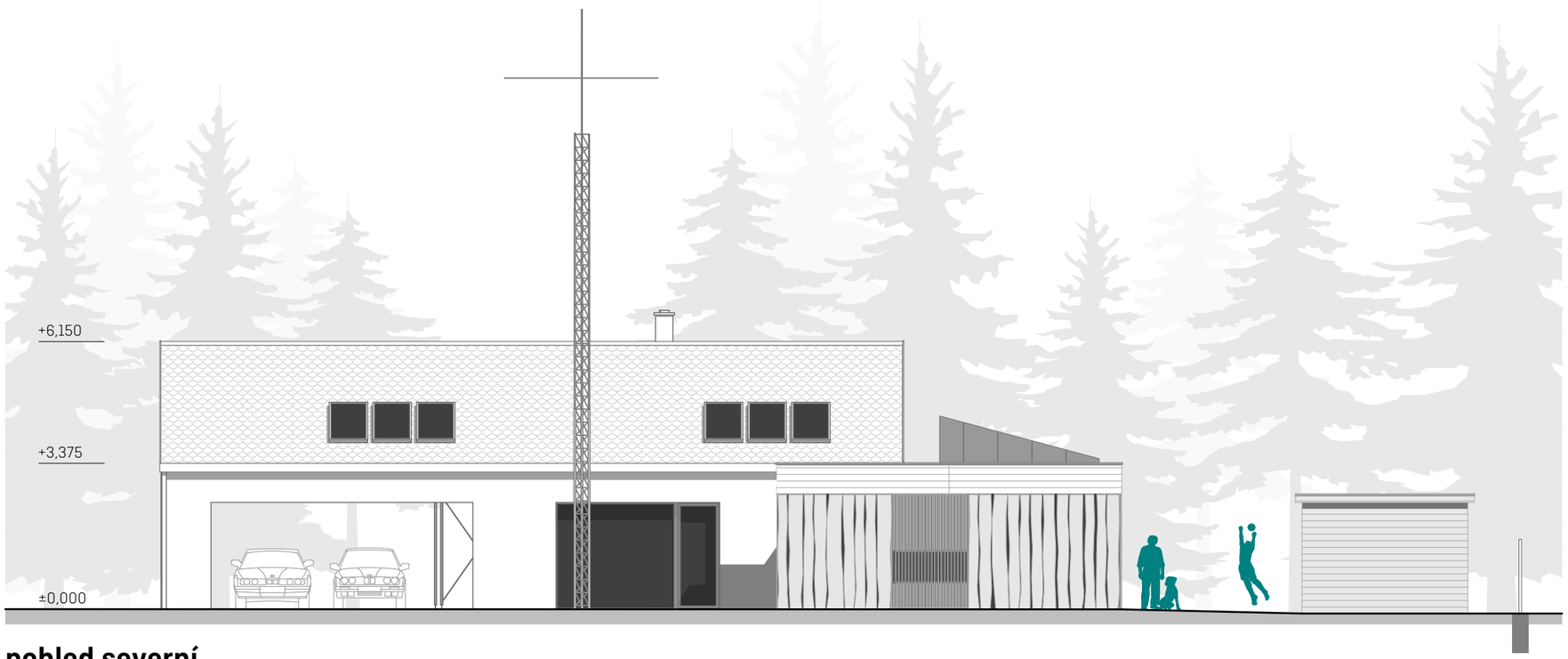
09 | A3

datum_

prosinec 2018



pohled jižní



pohled severní

studie stavby

starý | moos _architekti

název_

rodinný dům v kersku

parc. č. 411 a 412, kat. ú. hradištko u sadské

obsah_

pohled jižní | severní

měřítko_

1:125

číslo přílohy | formát_

10 | A3

datum_

prosinec 2018

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

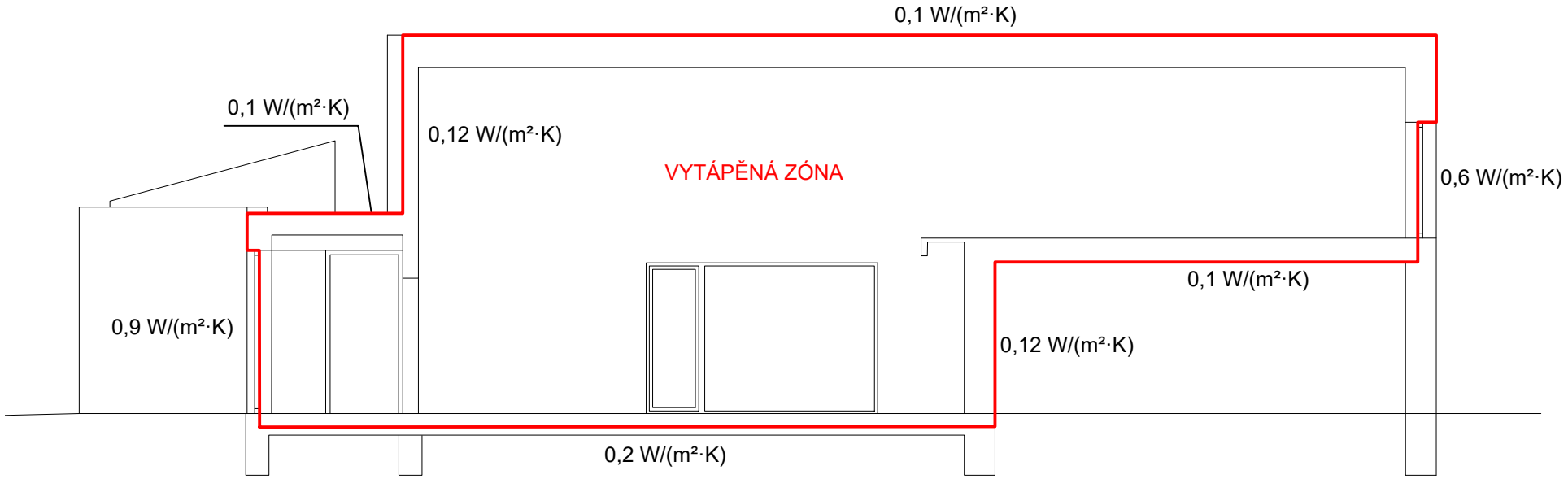
Budovy a prostředí

Katedra konstrukcí pozemních staveb

Příloha B – Vytápěná zóna

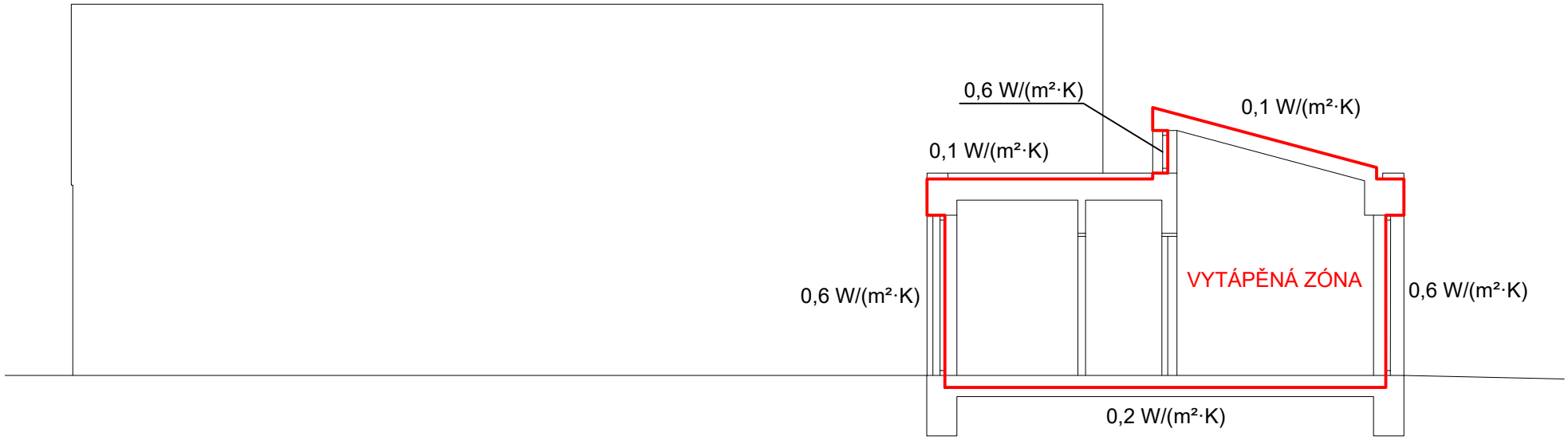
PŘÍLOHA B - VYTÁPĚNÁ ZÓNA

ŘEZ 1

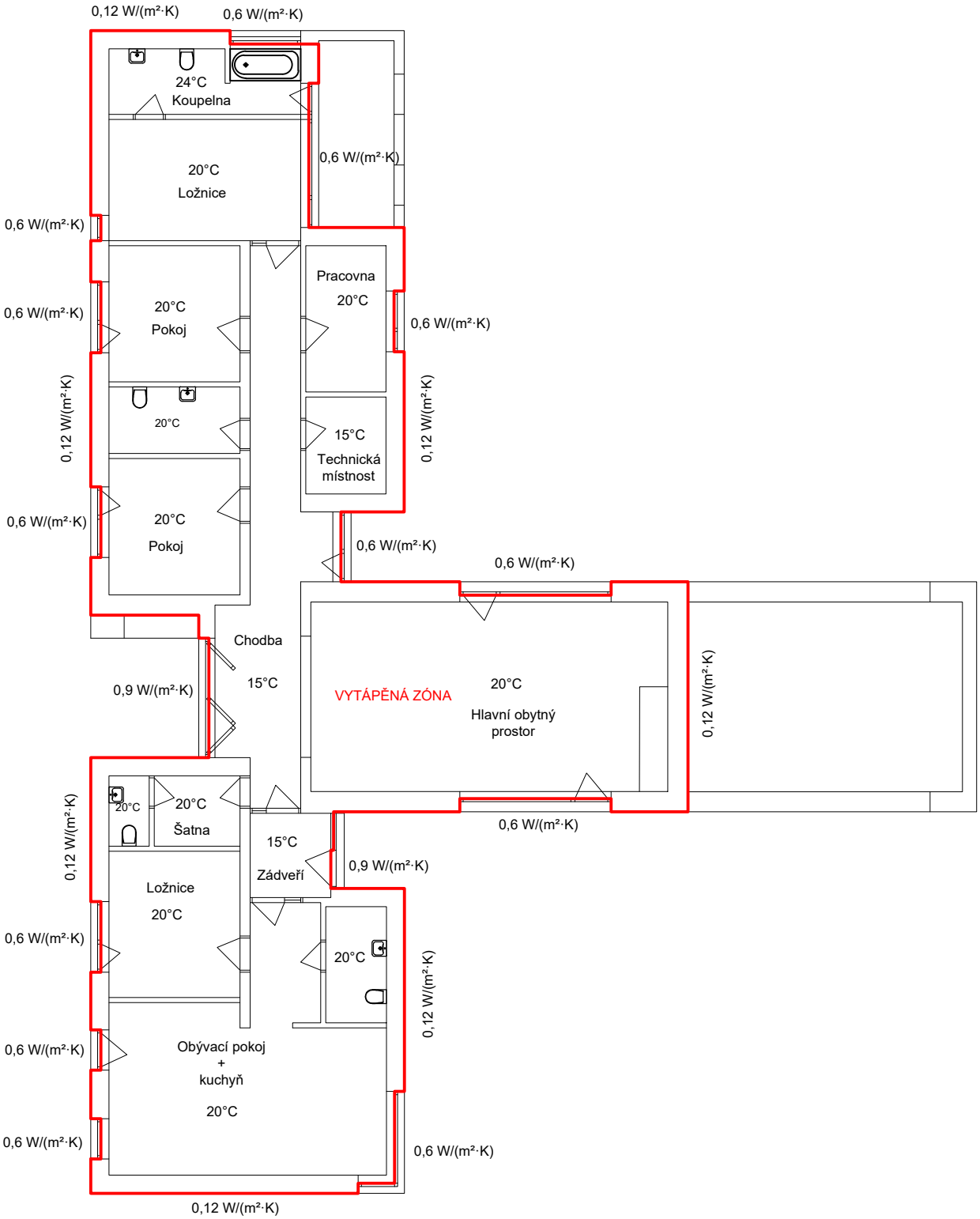


PŘÍLOHA B - VYTÁPĚNÁ ZÓNA

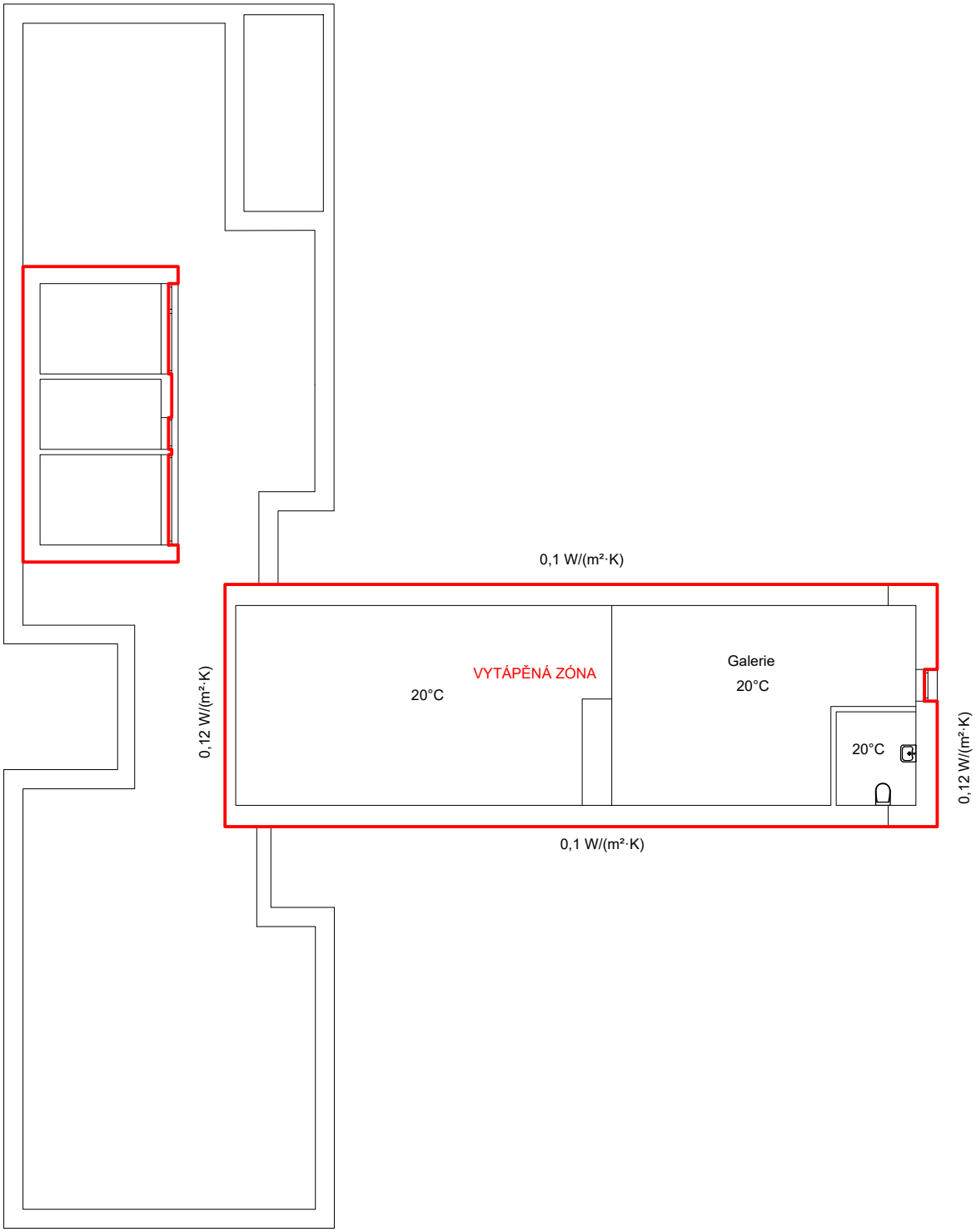
ŘEZ 2



PŘÍLOHA B - VYTÁPĚNÁ ZÓNA
PŮDORYS PŘÍZEMÍ



PŘÍLOHA B - VYTÁPĚNÁ ZÓNA
PŮDORYS NADZEMNÍHO PODLAŽÍ



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

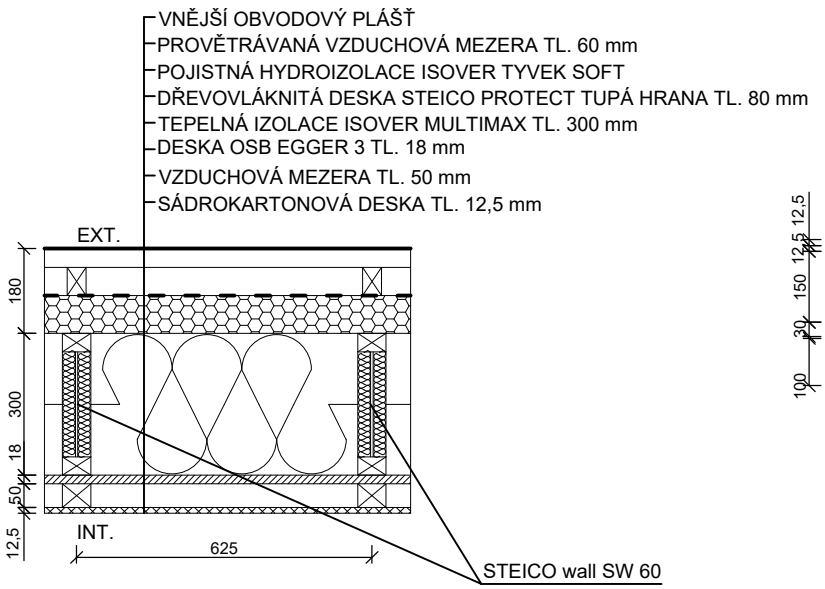
Budovy a prostředí

Katedra konstrukcí pozemních staveb

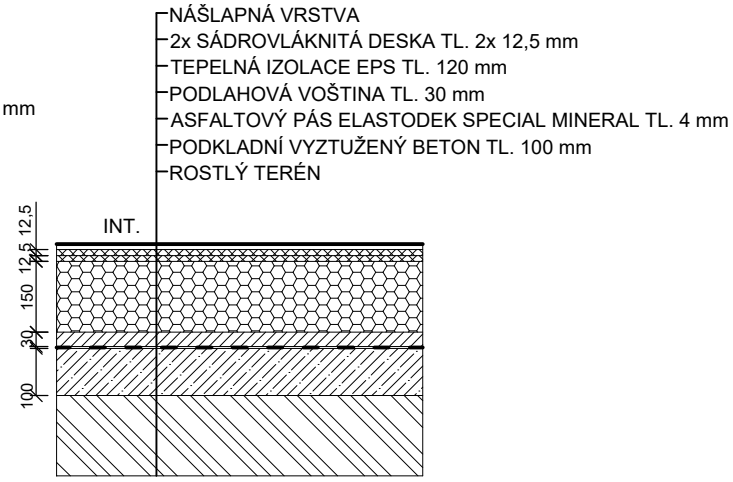
Příloha C - Skladby konstrukcí

PŘÍLOHA C - SKLADBY KONSTRUKCÍ
VARIANTA A

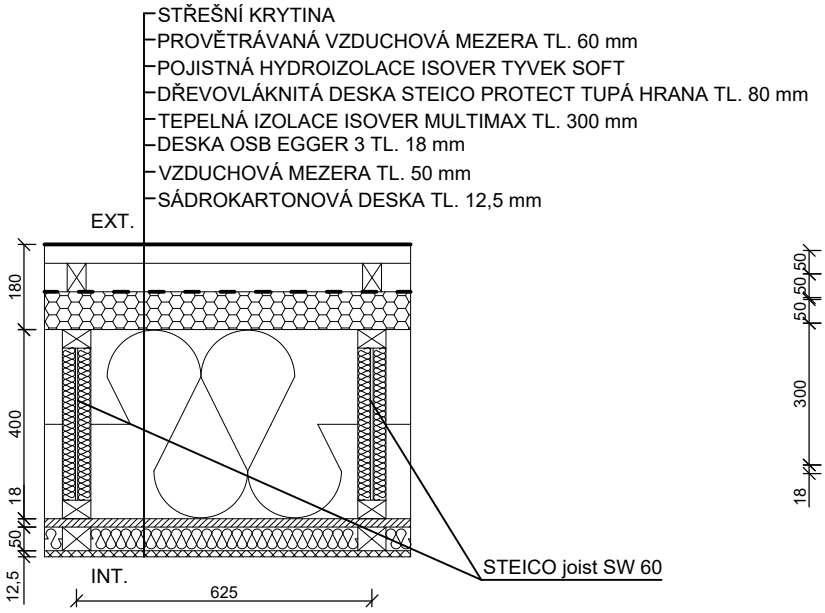
VNĚJŠÍ STĚNA



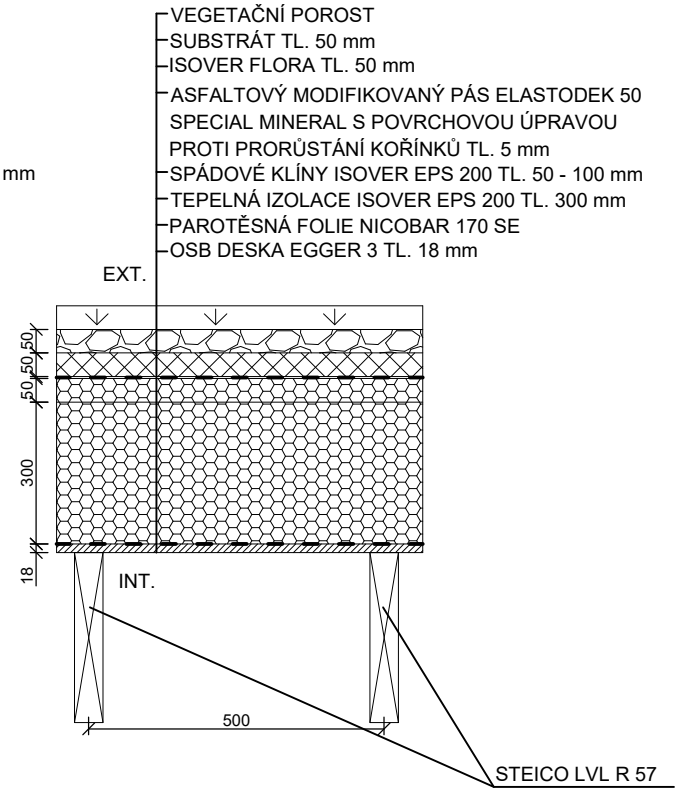
PODLAHA NA ZEMINĚ



ŠIKMÁ STŘECHA

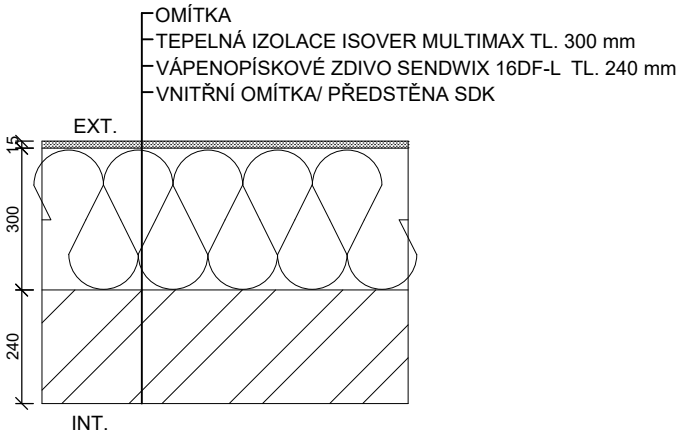


PLOCHÁ ZELENÁ STŘECHA

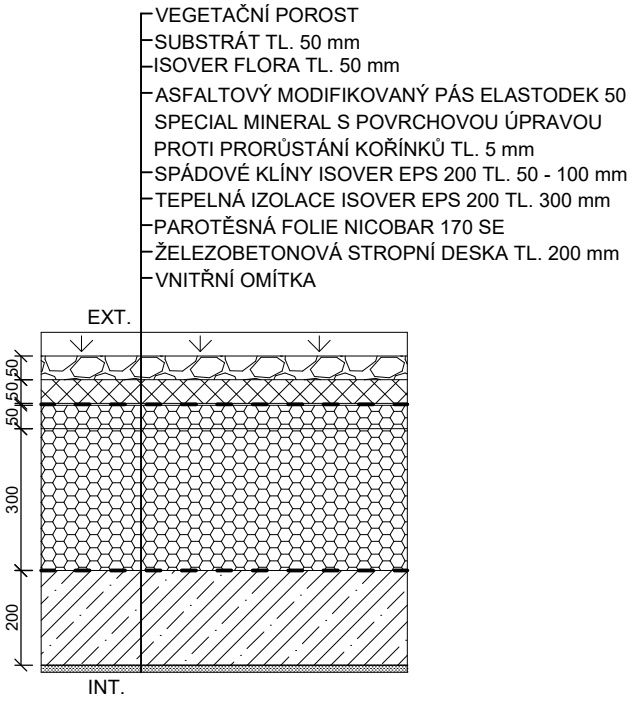


PŘÍLOHA C - SKLADBY KONSTRUKCÍ
VARIANTA B

VNĚJŠÍ STĚNA

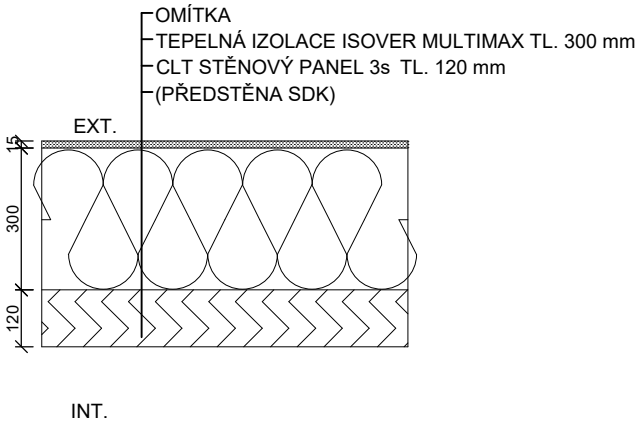


PLOCHÁ ZELENÁ STŘECHA

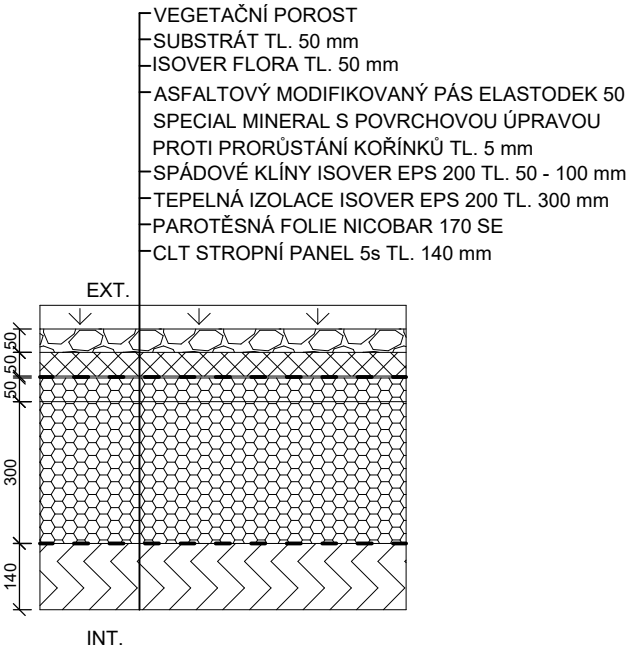


PŘÍLOHA C - SKLADBY KONSTRUKCÍ
VARIANTA C

VNĚJŠÍ STĚNA



PLOCHÁ ZELENÁ STŘECHA



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

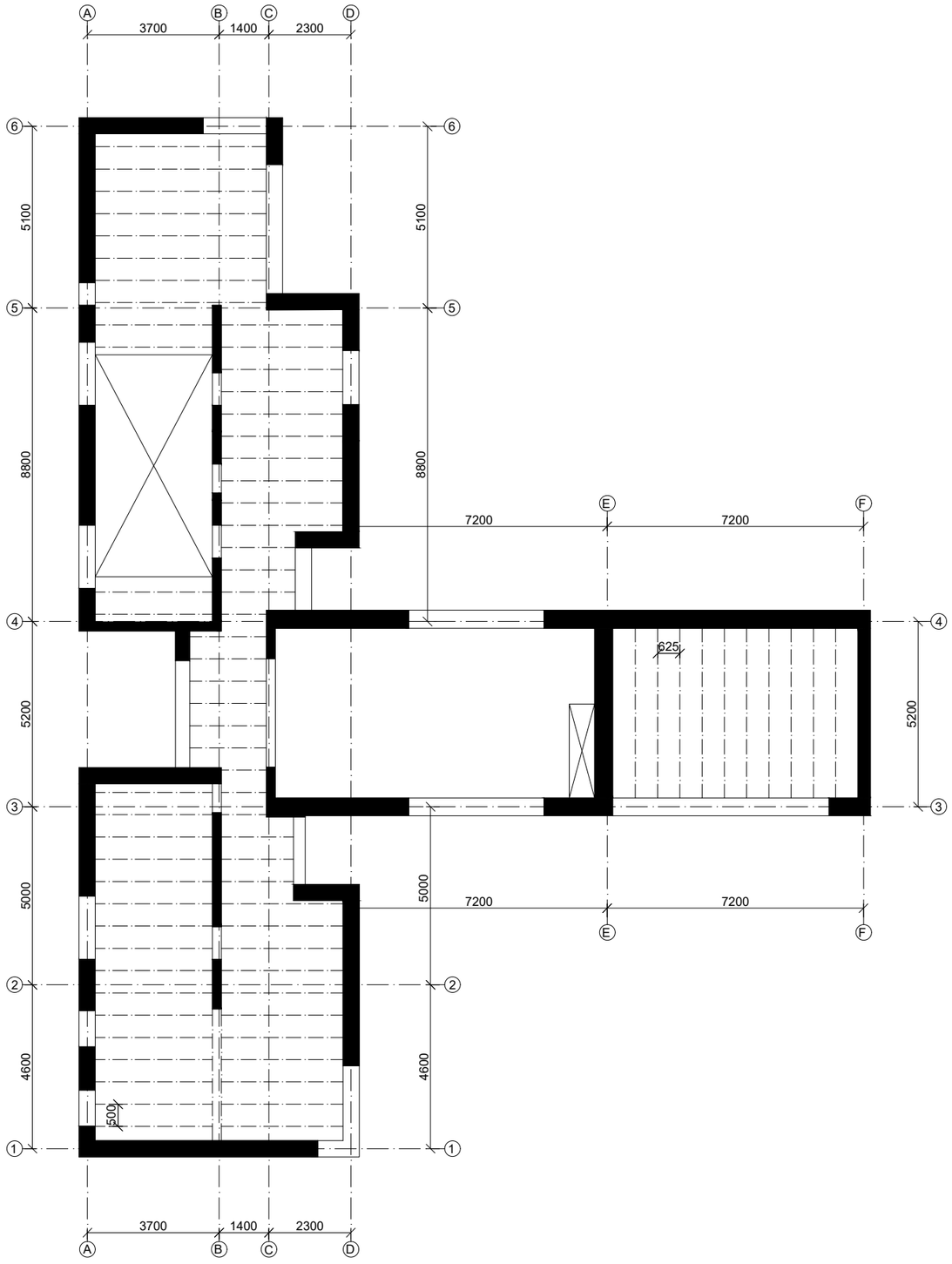
Budovy a prostředí

Katedra konstrukcí pozemních staveb

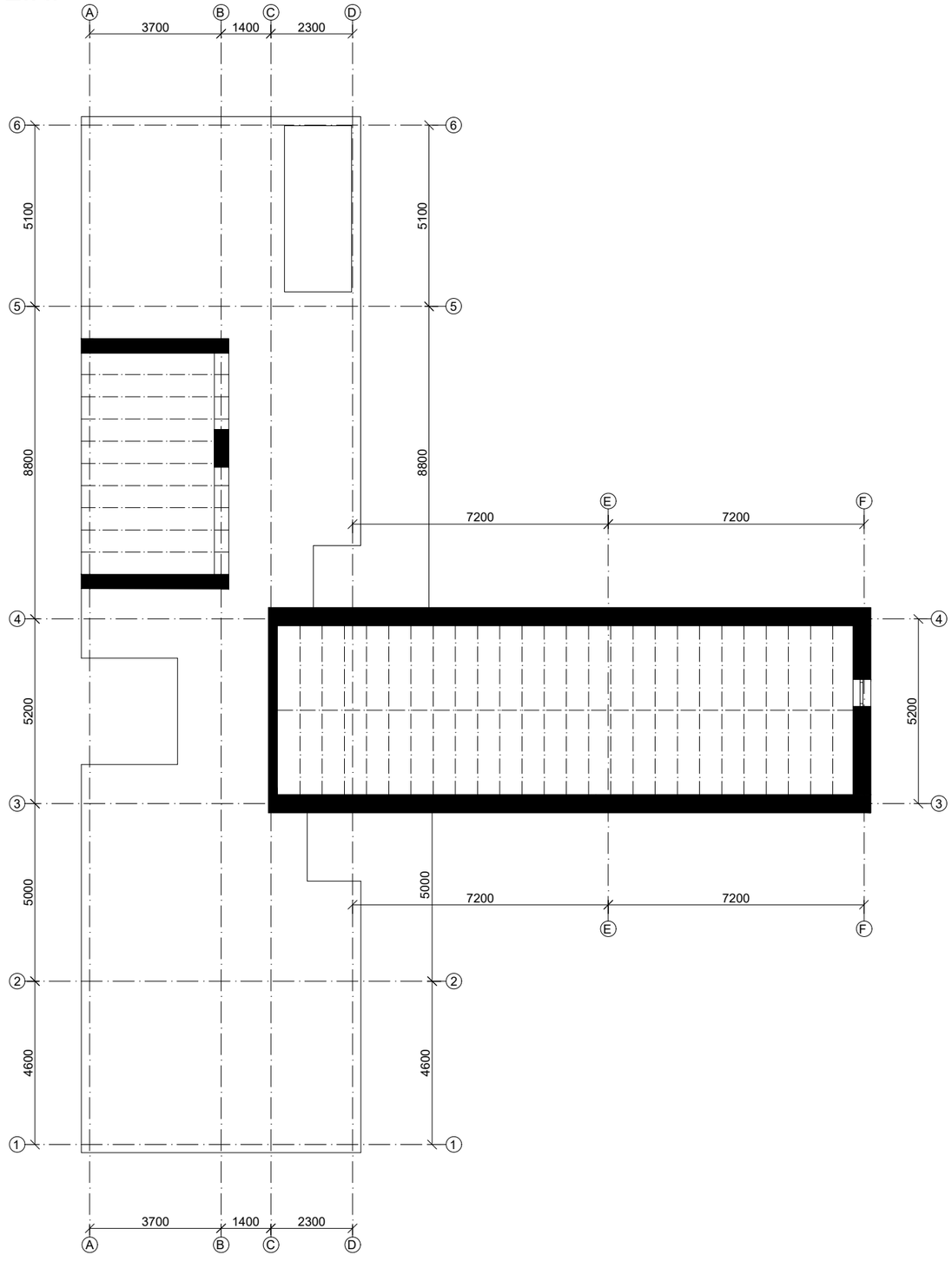
Příloha D - Konstrukční schémata

PŘÍLOHA D - KONSTRUKČNÍ SCHÉMATA
VARIANTA A

1.NP

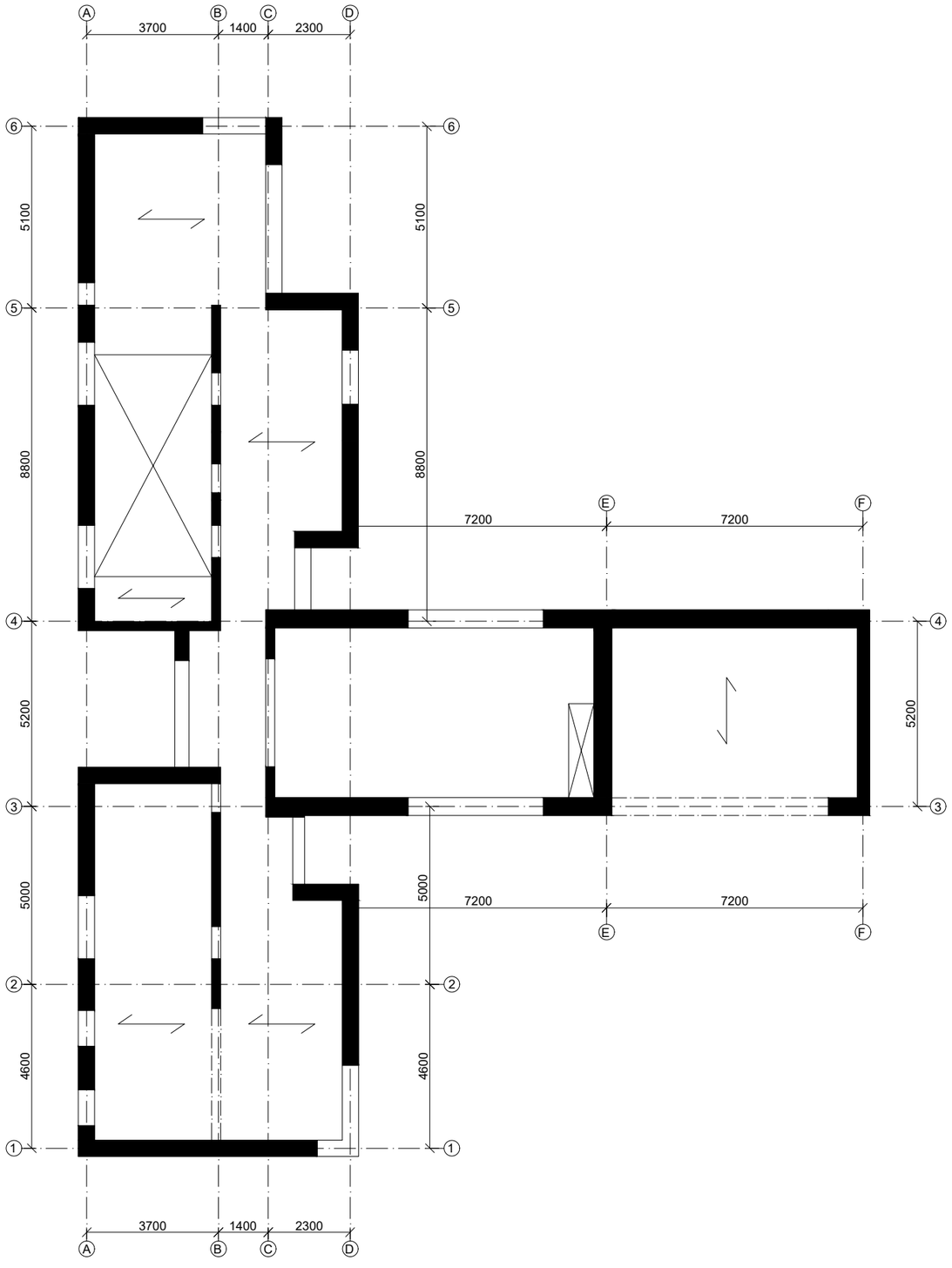


2.NP

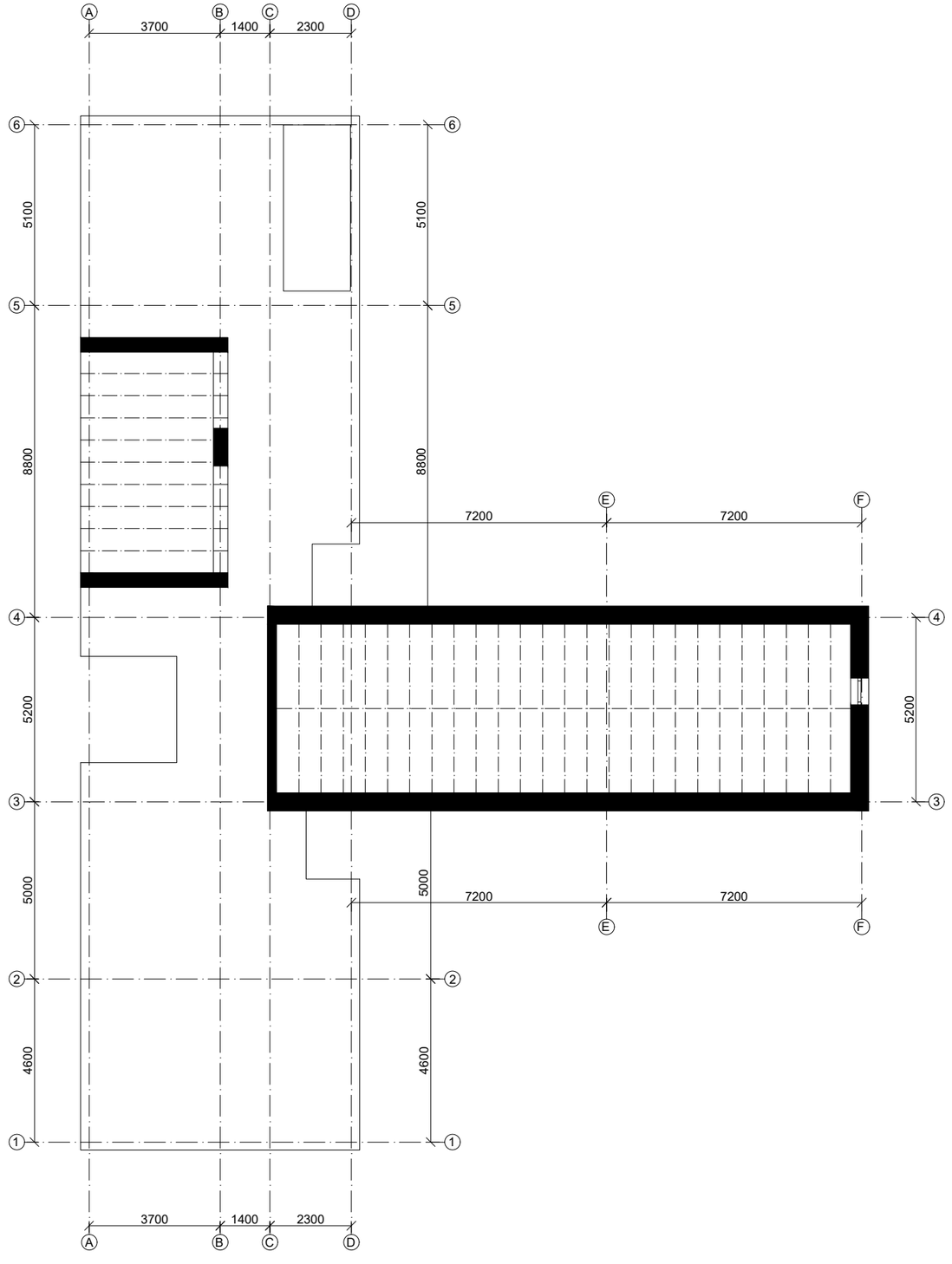


PŘÍLOHA D - KONSTRUKČNÍ SCHÉMATA
VARIANTA B

1.NP

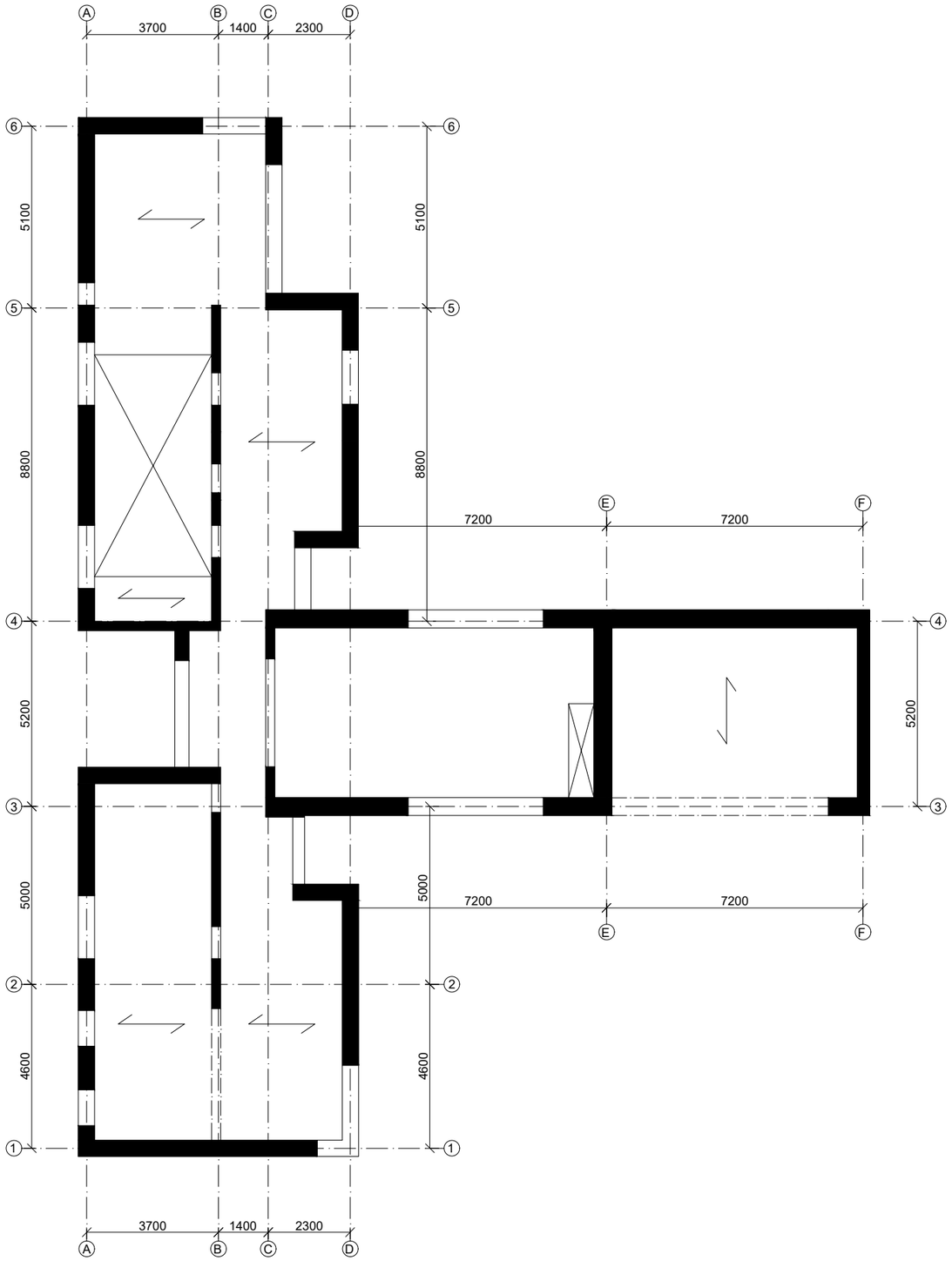


2.NP

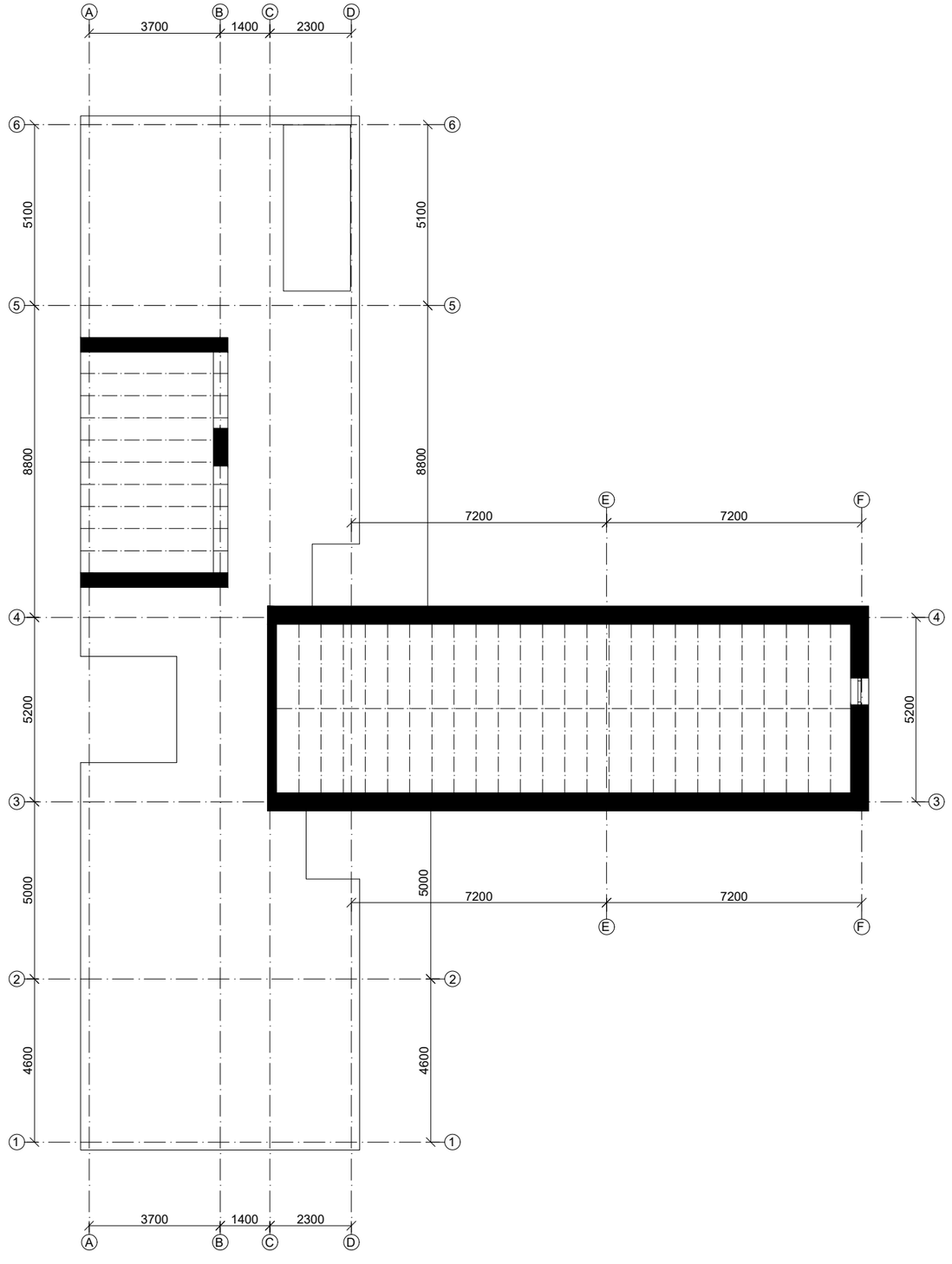


PŘÍLOHA D - KONSTRUKČNÍ SCHÉMATA
VARIANTA C

1.NP



2.NP



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

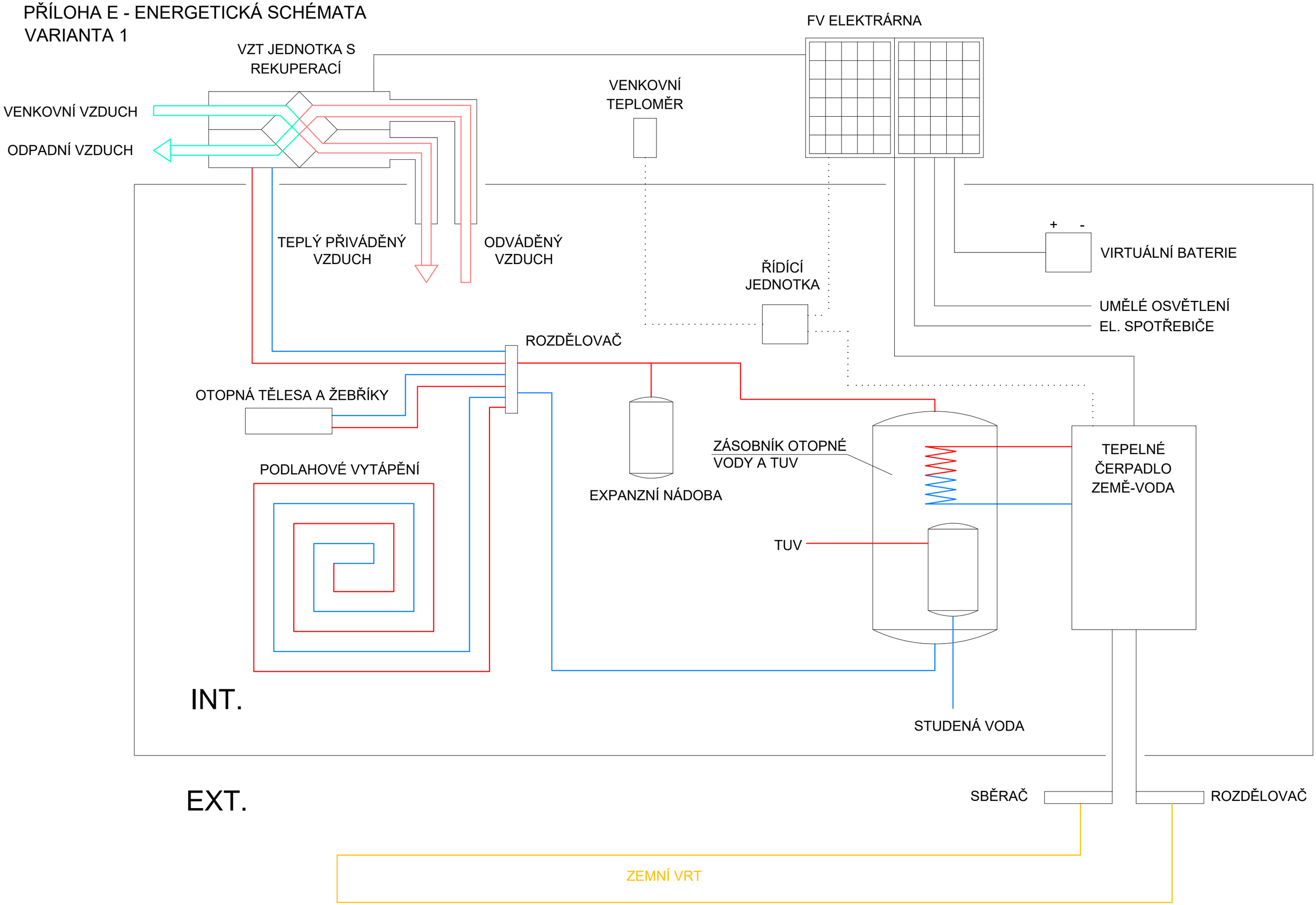
Fakulta stavební

Budovy a prostředí

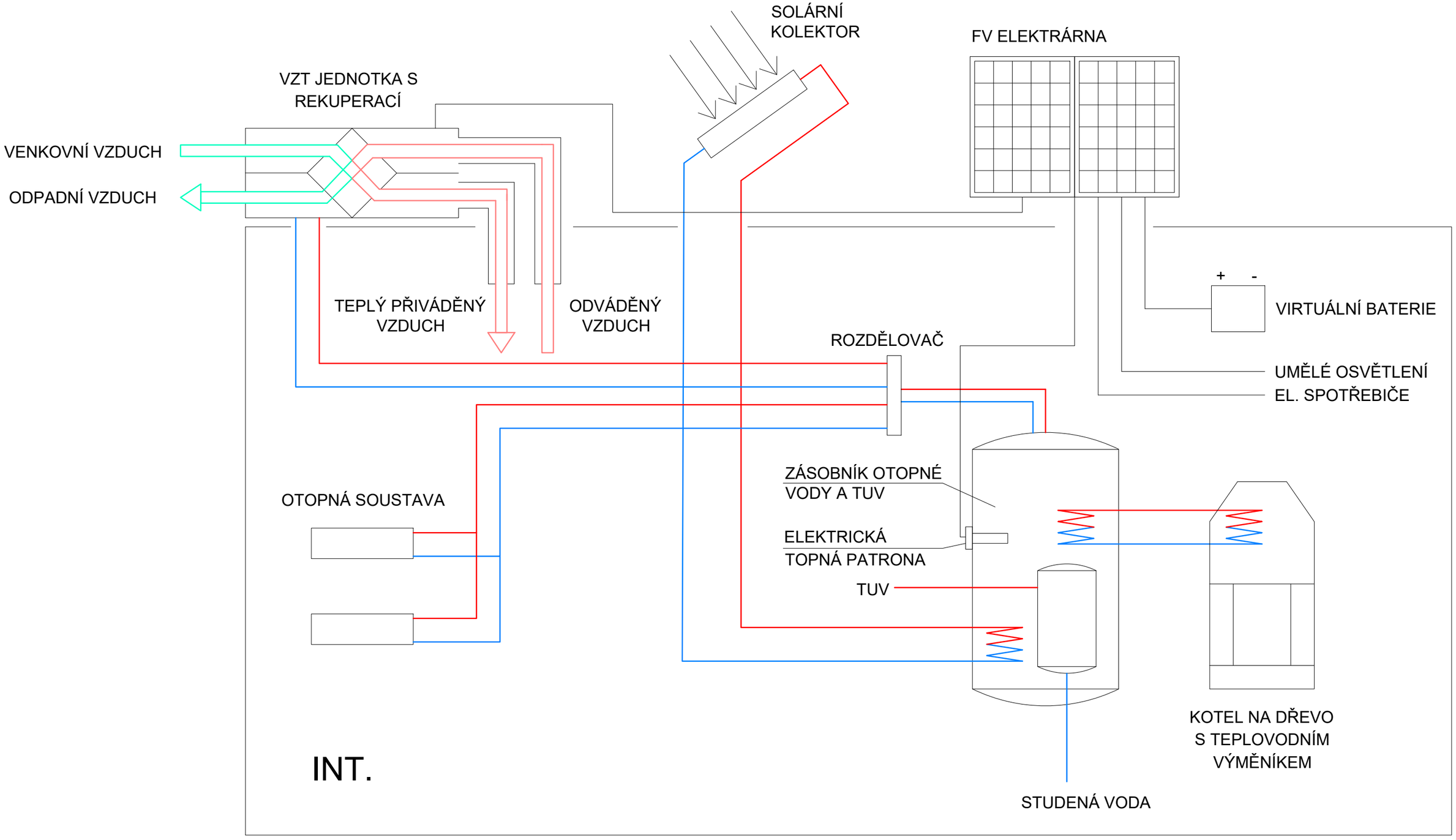
Katedra konstrukcí pozemních staveb

Příloha E - Energetická schémata

PŘÍLOHA E - ENERGETICKÁ SCHÉMATA
VARIANTA 1



PŘÍLOHA E - ENERGETICKÁ SCHÉMATA
VARIANTA 2



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

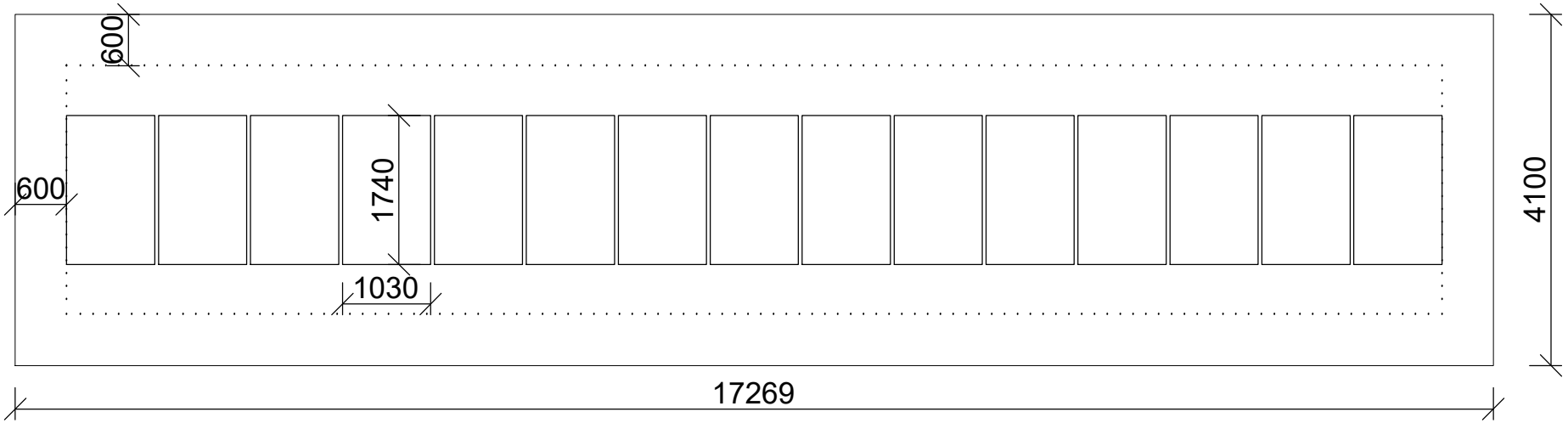
Fakulta stavební

Budovy a prostředí

Katedra konstrukcí pozemních staveb

Příloha F - Schéma fotovoltaické elektrárny

PŘÍLOHA F - SCHÉMA FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Budovy a prostředí

Katedra konstrukcí pozemních staveb

Příloha G - Protokoly z programu 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_dřevostavba**
Zpracovatel : David Reichl
Zakázka :
Datum : 2.3.2020

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

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

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Sádrokarton	0,0125	0,2200	1060,0	750,0	9,0	0.0000
2	Uzavřená vzduc	0,0500	0,2940	1010,0	1,2	0,2	0.0000
3	Egger OSB3 des	0,0180	0,1300	1700,0	600,0	180,0	0.0000
4	Isover Multima	0,3000	0,0400	840,0	40,0	1,0	0.0000
5	Dřevovláknité	0,0800	0,0460	2100,0	140,0	3,0	0.0000
6	Tyvek Soft	0,0002	0,3500	1470,0	330,0	111,0	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	Sádrokarton	---
2	Uzavřená vzduch. dutina tl. 50 mm	---
3	Egger OSB3 deska	---
4	Isover Multimax 30	---
5	Dřevovláknité desky nelisované 2	---
6	Tyvek Soft	---

Okrajové podmínky výpočtu :

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

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 65.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1

2	28	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1
5	31	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2
10	31	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9
12	31	20.6	57.7	1399.3	-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 přirážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

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

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 9.605 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.101 W/m2K**

Součinitel prostupu zabudované kce U,kc : 0.12 / 0.15 / 0.20 / 0.30 W/m2K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přirážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulační vlastnosti:

Difuzní odpor konstrukce ZpT : 2.1E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 202.7
Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 10.8 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.17 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : **0.975**

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	--------- 80% ---------		-------- 100% ---------				
	Tsi,m[C]	**f,Rsi,m**	**Tsi,m[C]**	**f,Rsi,m**	**Tsi[C]**	**f,Rsi**	**RHsi[%]**
1	14.7	0.743	11.3	0.595	20.0	0.975	57.1
2	15.3	0.753	11.9	0.594	20.1	0.975	59.2
3	15.7	0.721	12.3	0.526	20.2	0.975	60.4
4	16.2	0.659	12.7	0.391	20.3	0.975	61.9
5	17.2	0.576	13.8	0.135	20.4	0.975	65.7
6	18.2	0.479	14.6	------	20.5	0.975	69.2
7	18.6	0.365	15.1	------	20.5	0.975	71.1
8	18.5	0.409	15.0	------	20.5	0.975	70.5
9	17.4	0.564	13.9	0.087	20.4	0.975	66.3
10	16.3	0.648	12.8	0.367	20.3	0.975	62.2
11	15.7	0.723	12.3	0.529	20.2	0.975	60.4
12	15.4	0.755	12.0	0.593	20.1	0.975	59.6

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

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

(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
theta [C]:	19.6	19.4	18.8	18.3	-6.7	-12.6	-12.6
p [Pa]:	1519	1480	1477	359	256	173	166
p,sat [Pa]:	2275	2248	2170	2108	345	206	206

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

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

Množství difundující vodní páry Gd : 6.897E-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.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Stěna_dřevostavba

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota Ti:	20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota TiM:	20,0 C
Návrhová venkovní teplota Tae:	-13,0 C
Teplota na vnější straně Te:	-13,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai:	20,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RHi:	60,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Sádrokarton	0,0125	0,220	9,0
2	Uzavřená vzduch. dutina tl. 50	0,050	0,294	0,2
3	Egger OSB3 deska	0,018	0,130	180,0
4	Isover Multimax 30	0,300	0,040	1,0
5	Dřevovláknité desky nelisované	0,080	0,046	3,0
6	Tyvek Soft	0,0002	0,350	111,0

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

Požadavek: f,Rsi,N = f,Rsi,cr = 0,837
Vypočtená průměrná hodnota: f,Rsi,m = 0,975

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

Průměrná hodnota fRsi,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 W/m2K
Vypočtená hodnota: U = 0,101 W/m2K
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 Mc,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.

Teplo 2014 EDU, (c) 2014 Svoboda Software

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 : **Střecha_dřevostavba**
Zpracovatel : David Reichl
Zakázka :
Datum : 2.3.2020

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha dvouplášťová nebo strop pod půdou
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Sádrokarton	0,0125	0,2200	1060,0	750,0	9,0	0.0000
2	Isover Multima	0,0500	0,0430	840,0	40,0	1,0	0.0000
3	Egger OSB3 des	0,0180	0,1300	1700,0	600,0	180,0	0.0000
4	Isover Multima	0,4000	0,0370	840,0	40,0	1,0	0.0000
5	Dřevovláknité	0,0800	0,0460	2100,0	140,0	3,0	0.0000
6	Tyvek Soft	0,0002	0,3500	1470,0	330,0	111,0	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	Sádrokarton	---
2	Isover Multimax 30	---
3	Egger OSB3 deska	---
4	Isover Multimax 30	---
5	Dřevovláknité desky nelisované 2	---
6	Tyvek Soft	---

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 : 0.10 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.10 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 65.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1

5	31	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2
10	31	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9
12	31	20.6	57.7	1399.3	-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 přirážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

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

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 13.909 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.071 W/m2K**

Součinitel prostupu zabudované kce U,kc : 0.09 / 0.12 / 0.17 / 0.27 W/m2K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přirážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulační vlastnosti:

Difuzní odpor konstrukce ZpT : 2.2E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 978.3
Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 15.1 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.42 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : **0.982**

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	--------- 80% ---------		-------- 100% ---------				
	Tsi,m[C]	**f,Rsi,m**	**Tsi,m[C]**	**f,Rsi,m**	**Tsi[C]**	**f,Rsi**	**RHsi[%]**
1	14.7	0.743	11.3	0.595	20.2	0.982	56.5
2	15.3	0.753	11.9	0.594	20.2	0.982	58.6
3	15.7	0.721	12.3	0.526	20.3	0.982	59.9
4	16.2	0.659	12.7	0.391	20.4	0.982	61.6
5	17.2	0.576	13.8	0.135	20.5	0.982	65.5
6	18.2	0.479	14.6	------	20.5	0.982	69.0
7	18.6	0.365	15.1	------	20.5	0.982	71.0
8	18.5	0.409	15.0	------	20.5	0.982	70.4
9	17.4	0.564	13.9	0.087	20.5	0.982	66.1
10	16.3	0.648	12.8	0.367	20.4	0.982	61.8
11	15.7	0.723	12.3	0.529	20.3	0.982	59.9
12	15.4	0.755	12.0	0.593	20.2	0.982	59.0

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

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

(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
theta [C]:	19.8	19.6	16.9	16.6	-8.7	-12.8	-12.8
p [Pa]:	1519	1482	1465	386	253	173	166
p,sat [Pa]:	2303	2284	1926	1887	291	202	202

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

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

Množství difundující vodní páry Gd : 6.660E-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.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Střecha_dřevostavba

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota Ti:	20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota TiM:	20,0 C
Návrhová venkovní teplota Tae:	-13,0 C
Teplota na vnější straně Te:	-13,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai:	20,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RHi:	60,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Sádrokarton	0,0125	0,220	9,0
2	Isover Multimax 30	0,050	0,043	1,0
3	Egger OSB3 deska	0,018	0,130	180,0
4	Isover Multimax 30	0,400	0,037	1,0
5	Dřevovláknité desky nelisované	0,080	0,046	3,0
6	Tyvek Soft	0,0002	0,350	111,0

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

Požadavek: f,Rsi,N = f,Rsi,cr =	0,837
Vypočtená průměrná hodnota: f,Rsi,m =	0,982

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

Průměrná hodnota fRsi,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 =	0,24 W/m2K
Vypočtená hodnota: U =	0,071 W/m2K

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 Mc,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.

Teplo 2014 EDU, (c) 2014 Svoboda Software

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 : **Plochá_střecha_dřevostavba**
Zpracovatel : David Reichl
Zakázka :
Datum : 2.3.2020

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/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Egger OSB desk	0,0180	0,1300	1700,0	600,0	50,0	0.0000
2	Nicobar 170 SE	0,0001	0,3500	1470,0	170,0	3000000,0	0.0000
3	Isover EPS 200	0,4000	0,0340	1270,0	30,0	70,0	0.0000
4	Isover EPS 200	0,0500	0,0340	1270,0	30,0	70,0	0.0000
5	Elastodek 50 S	0,0050	0,2100	1470,0	1200,0	30000,0	0.0000

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

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Egger OSB desky	---
2	Nicobar 170 SE	---
3	Isover EPS 200S	---
4	Isover EPS 200S	---
5	Elastodek 50 Special Mineral	---

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 : 20.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 65.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	20.6	55.1	1336.3	-4.4	81.2	342.9
2	28	20.6	57.3	1389.6	-2.9	80.8	387.4
3	31	20.6	58.8	1426.0	1.0	79.5	521.8
4	30	20.6	60.7	1472.1	5.7	77.5	709.4
5	31	20.6	64.9	1573.9	10.7	74.5	958.1
6	30	20.6	68.7	1666.1	13.9	72.0	1142.9
7	31	20.6	70.8	1717.0	15.5	70.4	1239.1

8	31	20.6	70.1	1700.0	15.0	70.9	1208.4
9	30	20.6	65.6	1590.9	11.3	74.1	991.8
10	31	20.6	61.0	1479.4	6.3	77.1	735.7
11	30	20.6	58.8	1426.0	0.9	79.5	518.1
12	31	20.6	57.7	1399.3	-2.6	80.7	396.8

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

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

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

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

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 13.398 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.074 W/m2K**

Součinitel prostupu zabudované kce U,kc : 0.09 / 0.12 / 0.17 / 0.27 W/m2K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přirážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulační vlastnosti:

Difuzní odpor konstrukce ZpT : 2.6E+0012 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 315.2
Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 9.2 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.40 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : **0.982**

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	--------- 80% ---------		-------- 100% ---------				
	Tsi,m[C]	**f,Rsi,m**	**Tsi,m[C]**	**f,Rsi,m**	**Tsi[C]**	**f,Rsi**	**RHsi[%]**
1	14.7	0.763	11.3	0.627	20.1	0.982	56.7
2	15.3	0.774	11.9	0.628	20.2	0.982	58.8
3	15.7	0.750	12.3	0.574	20.2	0.982	60.1
4	16.2	0.704	12.7	0.473	20.3	0.982	61.7
5	17.2	0.662	13.8	0.310	20.4	0.982	65.6
6	18.2	0.635	14.6	0.112	20.5	0.982	69.2
7	18.6	0.614	15.1	------	20.5	0.982	71.2
8	18.5	0.620	15.0	------	20.5	0.982	70.5
9	17.4	0.658	13.9	0.283	20.4	0.982	66.3
10	16.3	0.697	12.8	0.456	20.3	0.982	62.0
11	15.7	0.751	12.3	0.577	20.2	0.982	60.1
12	15.4	0.776	12.0	0.628	20.2	0.982	59.2

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

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

(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
theta [C]:	19.8	19.4	19.4	-9.3	-12.8	-12.9
p [Pa]:	1519	1516	675	597	587	166
p,sat [Pa]:	2302	2254	2254	277	201	200

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

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

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.4681	0.4681	7.472E-0010

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: **0.0052 kg/(m2.rok)**
Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a: **0.0121 kg/(m2.rok)**
Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá	Akt.kond./vypař. Mc [kg/m2s]	Akumul.vlhkost Ma [kg/m2]
10	0.4681	0.4681	1.60E-0011	0.0000
11	0.4681	0.4681	2.79E-0010	0.0008
12	0.4681	0.4681	4.11E-0010	0.0019
1	0.4681	0.4681	4.36E-0010	0.0030
2	0.4681	0.4681	4.16E-0010	0.0040
3	0.4681	0.4681	2.75E-0010	0.0048
4	0.4681	0.4681	5.17E-0011	0.0049
5	0.4681	0.4681	-2.72E-0010	0.0042
6	0.4681	0.4681	-5.52E-0010	0.0028
7	0.4681	0.4681	-7.26E-0010	0.0008
8	---	---	-6.70E-0010	0.0000
9	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: **0.0049 kg/m2**
Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a je minimálně: **0.0049 kg/m2**

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

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

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Plochá_střecha_dřevostavba

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota Ti: 20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota TiM: 20,0 C
Návrhová venkovní teplota Tae: -13,0 C
Teplota na vnější straně Te: -13,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai: 20,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RHi: 60,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Egger OSB desky	0,018	0,130	50,0
2	Nicobar 170 SE	0,0001	0,350	3000000,0
3	Isover EPS 200S	0,400	0,034	70,0
4	Isover EPS 200S	0,050	0,034	70,0
5	Elastodek 50 Special Mineral	0,005	0,210	30000,0

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

Požadavek: f,Rsi,N = f,Rsi,cr = 0,837
Vypočtená průměrná hodnota: f,Rsi,m = 0,982

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

Průměrná hodnota fRsi,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 = 0,24 W/m2K
Vypočtená hodnota: U = 0,074 W/m2K
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 Mc,a musí být nižší než 0,1 kg/m2.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: 0,090 kg/m2,rok
(materiál: Isover EPS 200S).
Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,090 kg/m2,rok

Vypočtené hodnoty: V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.
Roční množství zkondenzované vodní páry Mc,a = 0,0052 kg/m2,rok
Roční množství odpařitelné vodní páry Mev,a = 0,0121 kg/m2,rok

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.
Mc,a < Mev,a ... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.
Mc,a < Mc,N ... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Teplo 2014 EDU, (c) 2014 Svoboda Software

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 : **Podlaha_dřevostavba**
Zpracovatel : David Reichl
Zakázka :
Datum : 2.3.2020

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

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

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Fermacell	0,0125	0,3200	1000,0	1250,0	13,0	0.0000
2	Fermacell	0,0125	0,3200	1000,0	1250,0	13,0	0.0000
3	Isover EPS 200	0,1500	0,0340	1270,0	30,0	70,0	0.0000
4	Elastodek 40 S	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	30000,0	0.0000
5	Železobeton 1	0,1000	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
6 †	Hlína suchá	2,0000	0,7000	750,0	1600,0	1,5	0.0000

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

† vrstva se neuvažuje při výpočtu tep. odporu, součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Fermacell	---
2	Fermacell	---
3	Isover EPS 200S	---
4	Elastodek 40 Special Mineral	---
5	Železobeton 1	---
6	Hlína suchá	---

Okrajové podmínky výpočtu :

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

Návrhová venkovní teplota Te : 7.9 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 100.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 65.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	20.6	55.1	1336.3	3.6	100.0	790.2
2	28	20.6	57.3	1389.6	2.7	100.0	741.4
3	31	20.6	58.8	1426.0	3.5	100.0	784.7
4	30	20.6	60.7	1472.1	5.4	100.0	896.5

5	31	20.6	64.9	1573.9	7.8	100.0	1057.7
6	30	20.6	68.7	1666.1	10.3	100.0	1252.2
7	31	20.6	70.8	1717.0	11.9	100.0	1392.6
8	31	20.6	70.1	1700.0	12.7	100.0	1467.8
9	30	20.6	65.6	1590.9	12.4	100.0	1439.2
10	31	20.6	61.0	1479.4	10.6	100.0	1277.5
11	30	20.6	58.8	1426.0	8.1	100.0	1079.5
12	31	20.6	57.7	1399.3	5.4	100.0	896.5

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

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

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

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

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 4.579 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.211 W/m2K**

Součinitel prostupu zabudované kce U,kc : 0.23 / 0.26 / 0.31 / 0.41 W/m2K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přirážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulační vlastnosti:

Difuzní odpor konstrukce ZpT : 7.2E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 35.4
Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 5.2 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.37 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : **0.948**

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	--------- 80% ---------		-------- 100% ---------				
	Tsi,m[C]	**f,Rsi,m**	**Tsi,m[C]**	**f,Rsi,m**	**Tsi[C]**	**f,Rsi**	**RHsi[%]**
1	14.7	0.652	11.3	0.452	19.7	0.948	58.2
2	15.3	0.704	11.9	0.512	19.7	0.948	60.7
3	15.7	0.713	12.3	0.512	19.7	0.948	62.1
4	16.2	0.710	12.7	0.483	19.8	0.948	63.7
5	17.2	0.738	13.8	0.466	19.9	0.948	67.6
6	18.2	0.762	14.6	0.422	20.1	0.948	71.0
7	18.6	0.774	15.1	0.369	20.1	0.948	72.8
8	18.5	0.731	15.0	0.286	20.2	0.948	71.9
9	17.4	0.612	13.9	0.187	20.2	0.948	67.3
10	16.3	0.567	12.8	0.222	20.1	0.948	63.0
11	15.7	0.608	12.3	0.333	20.0	0.948	61.2
12	15.4	0.658	12.0	0.432	19.8	0.948	60.6

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

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

(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
theta [C]:	19.7	19.7	19.6	12.6	12.5	12.4	7.9
p [Pa]:	1519	1518	1518	1483	1081	1073	1063
p,sat [Pa]:	2298	2289	2280	1455	1452	1442	1063

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

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

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá	[m]	pravá	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.1750		0.1750	5.520E-0010

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: **0.0030 kg/(m2.rok)**
Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a: **0.1329 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

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

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	Hranice kondenzační zóny levá	[m]	pravá	Akt.kond./vypař. Mc [kg/m2s]	Akumul.vlhkost Ma [kg/m2]
12	0.1750		0.1750	4.42E-0010	0.0012
1	0.1750		0.1750	1.00E-0009	0.0039
2	0.1750		0.1750	2.82E-0009	0.0107
3	0.1750		0.1750	2.76E-0009	0.0181
4	0.1750		0.1750	1.79E-0009	0.0227
5	0.1750		0.1750	1.19E-0009	0.0259
6	0.1750		0.1750	1.03E-0010	0.0262
7	0.1750		0.1750	-8.64E-0010	0.0239
8	0.1750		0.1750	-2.17E-0009	0.0181
9	0.1750		0.1750	-3.81E-0009	0.0082
10	---		---	-3.70E-0009	0.0000
11	---		---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: **0.0262 kg/m2**
Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a je minimálně: **0.0262 kg/m2**

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

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

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 _zdivo**
Zpracovatel : David Reichl
Zakázka :
Datum : 2.3.2020

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/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Sendwix 16DF-L	0,2400	0,3700	1000,0	1220,0	10,0	0.0000
2	Isover Multima	0,3000	0,0380	840,0	40,0	1,0	0.0000
3	Porotherm Univ	0,0150	0,8000	800,0	1450,0	14,0	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	Sendwix 16DF-LD	---
2	Isover Multimax 30	---
3	Porotherm Universal	---

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 : 20.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 65.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1
5	31	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2
10	31	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9

12	31	20.6	57.7	1399.3	-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 přirážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

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

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 8.562 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.115 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 přirážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulační vlastnosti:

Difuzní odpor konstrukce ZpT : 1.5E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 852.4
Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 15.1 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.07 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% ---------				
	Tsi,m[C]	**f,Rsi,m**	**Tsi,m[C]**	**f,Rsi,m**	**Tsi[C]**	**f,Rsi**	**RHsi[%]**
1	14.7	0.743	11.3	0.595	20.0	0.972	57.4
2	15.3	0.753	11.9	0.594	20.0	0.972	59.5
3	15.7	0.721	12.3	0.526	20.1	0.972	60.6
4	16.2	0.659	12.7	0.391	20.2	0.972	62.1
5	17.2	0.576	13.8	0.135	20.4	0.972	65.8
6	18.2	0.479	14.6	------	20.5	0.972	69.3
7	18.6	0.365	15.1	------	20.5	0.972	71.2
8	18.5	0.409	15.0	------	20.5	0.972	70.5
9	17.4	0.564	13.9	0.087	20.4	0.972	66.4
10	16.3	0.648	12.8	0.367	20.3	0.972	62.3
11	15.7	0.723	12.3	0.529	20.1	0.972	60.6
12	15.4	0.755	12.0	0.593	20.0	0.972	59.9

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

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

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

rozhraní:	**i**	**1-2**	**2-3**	**e**
theta [C]:	19.5	17.1	-12.8	-12.8
p [Pa]:	1519	403	264	166
p,sat [Pa]:	2267	1944	202	201

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

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

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.5400	0.5400	6.354E-0008

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: **0.0987 kg/(m2.rok)**
Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a: **8.5064 kg/(m2.rok)**
Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 0.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci 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 : **Zdivo_plochá_střecha**
Zpracovatel : David Reichl
Zakázka :
Datum : 2.3.2020

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/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Železobeton 3	0,2000	1,7400	1020,0	2500,0	32,0	0.0000
2	Nicobar 170 SE	0,0001	0,3500	1470,0	170,0	3000000,0	0.0000
3	Isover EPS 200	0,3500	0,0340	1270,0	30,0	70,0	0.0000
4	Elastodek 50 S	0,0050	0,2100	1470,0	1200,0	30000,0	0.0000

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

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Železobeton 3	---
2	Nicobar 170 SE	---
3	Isover EPS 200S	---
4	Elastodek 50 Special Mineral	---

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 : 20.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 65.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	20.6	55.1	1336.3	-4.4	81.2	342.9
2	28	20.6	57.3	1389.6	-2.9	80.8	387.4
3	31	20.6	58.8	1426.0	1.0	79.5	521.8
4	30	20.6	60.7	1472.1	5.7	77.5	709.4
5	31	20.6	64.9	1573.9	10.7	74.5	958.1
6	30	20.6	68.7	1666.1	13.9	72.0	1142.9
7	31	20.6	70.8	1717.0	15.5	70.4	1239.1
8	31	20.6	70.1	1700.0	15.0	70.9	1208.4
9	30	20.6	65.6	1590.9	11.3	74.1	991.8

10	31	20.6	61.0	1479.4	6.3	77.1	735.7
11	30	20.6	58.8	1426.0	0.9	79.5	518.1
12	31	20.6	57.7	1399.3	-2.6	80.7	396.8

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

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

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

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

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 10.433 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.095 W/m2K**

Součinitel prostupu zabudované kce U,kc : 0.11 / 0.14 / 0.19 / 0.29 W/m2K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přirážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulační vlastnosti:

Difuzní odpor konstrukce ZpT : 2.6E+0012 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 893.6
Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 13.3 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.23 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : **0.977**

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	--------- 80% ---------		-------- 100% ---------				
	Tsi,m[C]	**f,Rsi,m**	**Tsi,m[C]**	**f,Rsi,m**	**Tsi[C]**	**f,Rsi**	**RHsi[%]**
1	14.7	0.763	11.3	0.627	20.0	0.977	57.1
2	15.3	0.774	11.9	0.628	20.1	0.977	59.3
3	15.7	0.750	12.3	0.574	20.1	0.977	60.5
4	16.2	0.704	12.7	0.473	20.3	0.977	62.0
5	17.2	0.662	13.8	0.310	20.4	0.977	65.8
6	18.2	0.635	14.6	0.112	20.4	0.977	69.4
7	18.6	0.614	15.1	------	20.5	0.977	71.3
8	18.5	0.620	15.0	------	20.5	0.977	70.7
9	17.4	0.658	13.9	0.283	20.4	0.977	66.5
10	16.3	0.697	12.8	0.456	20.3	0.977	62.3
11	15.7	0.751	12.3	0.577	20.1	0.977	60.5
12	15.4	0.776	12.0	0.628	20.1	0.977	59.7

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

Příloha G – Protokoly z programu TEPLO
Varianta B

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]:	19.7	19.3	19.3	-12.8	-12.9
p [Pa]:	1519	1501	657	588	166
p,sat [Pa]:	2292	2242	2242	202	200

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

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

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.5501	0.5501	7.492E-0010

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: **0.0052 kg/(m2.rok)**
Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a: **0.0122 kg/(m2.rok)**
Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá	Akt.kond./vypař. Mc [kg/m2s]	Akumul.vlhkost Ma [kg/m2]
10	0.5501	0.5501	1.50E-0011	0.0000
11	0.5501	0.5501	2.79E-0010	0.0008
12	0.5501	0.5501	4.11E-0010	0.0019
1	0.5501	0.5501	4.36E-0010	0.0030
2	0.5501	0.5501	4.16E-0010	0.0040
3	0.5501	0.5501	2.75E-0010	0.0048
4	0.5501	0.5501	5.07E-0011	0.0049
5	0.5501	0.5501	-2.73E-0010	0.0042
6	0.5501	0.5501	-5.53E-0010	0.0027
7	0.5501	0.5501	-7.27E-0010	0.0008
8	---	---	-6.71E-0010	0.0000
9	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: **0.0049 kg/m2**
Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a je minimálně: **0.0049 kg/m2**

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

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Zdivo_plochá_střecha

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota Ti: 20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota TiM: 20,0 C
Návrhová venkovní teplota Tae: -13,0 C
Teplota na vnější straně Te: -13,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai: 20,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RHi: 60,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Železobeton 3	0,200	1,740	32,0
2	Nicobar 170 SE	0,0001	0,350	3000000,0
3	Isover EPS 200S	0,350	0,034	70,0
4	Elastodek 50 Special Mineral	0,005	0,210	30000,0

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

Požadavek: f,Rsi,N = f,Rsi,cr = 0,837
Vypočtená průměrná hodnota: f,Rsi,m = 0,977

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

Průměrná hodnota fRsi,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 = 0,24 W/m2K
Vypočtená hodnota: U = 0,095 W/m2K
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 Mc,a musí být nižší než 0,1 kg/m2.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: 0,180 kg/m2,rok
(materiál: Elastodek 50 Special Mineral).
Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,100 kg/m2,rok

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

Roční množství zkondenzované vodní páry Mc,a = 0,0052 kg/m2,rok
Roční množství odpařitelné vodní páry Mev,a = 0,0122 kg/m2,rok

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.
Mc,a < Mev,a ... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.
Mc,a < Mc,N ... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Teplo 2014 EDU, (c) 2014 Svoboda Software

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 _zdivo**
Zpracovatel : David Reichl
Zakázka :
Datum : 2.3.2020

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/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	CLT panel JAF	0,1200	0,1300	1600,0	470,0	55,0	0.0000
2	Isover Multima	0,3000	0,0380	840,0	40,0	1,0	0.0000
3	Porotherm Univ	0,0150	0,8000	800,0	1450,0	14,0	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	CLT panel JAF Holz	---
2	Isover Multimax 30	---
3	Porotherm Universal	---

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 : 20.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 65.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1
5	31	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2

10	31	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9
12	31	20.6	57.7	1399.3	-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 přirážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

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

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 10.067 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.098 W/m2K**

Součinitel prostupu zabudované kce U,kc : 0.12 / 0.15 / 0.20 / 0.30 W/m2K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přirážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulační vlastnosti:

Difuzní odpor konstrukce ZpT : 8.5E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 2955.1
Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 20.0 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.20 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : **0.976**

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	--------- 80% ---------		-------- 100% ---------				
	Tsi,m[C]	**f,Rsi,m**	**Tsi,m[C]**	**f,Rsi,m**	**Tsi[C]**	**f,Rsi**	**RHsi[%]**
1	14.7	0.743	11.3	0.595	20.0	0.976	57.0
2	15.3	0.753	11.9	0.594	20.1	0.976	59.2
3	15.7	0.721	12.3	0.526	20.2	0.976	60.4
4	16.2	0.659	12.7	0.391	20.3	0.976	61.9
5	17.2	0.576	13.8	0.135	20.4	0.976	65.7
6	18.2	0.479	14.6	------	20.5	0.976	69.2
7	18.6	0.365	15.1	------	20.5	0.976	71.1
8	18.5	0.409	15.0	------	20.5	0.976	70.5
9	17.4	0.564	13.9	0.087	20.4	0.976	66.3
10	16.3	0.648	12.8	0.367	20.3	0.976	62.1
11	15.7	0.723	12.3	0.529	20.2	0.976	60.4
12	15.4	0.755	12.0	0.593	20.1	0.976	59.6

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

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

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

rozhraní:	**i**	**1-2**	**2-3**	**e**
theta [C]:	19.6	12.6	-12.8	-12.9
p [Pa]:	1519	210	184	166
p,sat [Pa]:	2277	1462	201	200

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

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

Množství difundující vodní páry Gd : 1.700E-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.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Stěna _zdivo

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota Ti:	20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota TiM:	20,0 C
Návrhová venkovní teplota Tae:	-13,0 C
Teplota na vnější straně Te:	-13,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai:	20,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RHi:	60,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	CLT panel JAF Holz	0,120	0,130	55,0
2	Isover Multimax 30	0,300	0,038	1,0
3	Porotherm Universal	0,015	0,800	14,0

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

Požadavek: f,Rsi,N = f,Rsi,cr = 0,837
Vypočtená průměrná hodnota: f,Rsi,m = 0,976

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

Průměrná hodnota fRsi,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 W/m2K
Vypočtená hodnota: U = 0,098 W/m2K
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 Mc,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.

Teplo 2014 EDU, (c) 2014 Svoboda Software

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 : **CLT_plochá_střecha**
Zpracovatel : David Reichl
Zakázka :
Datum : 2.3.2020

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/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	CLT panel JAF	0,1400	0,1300	1600,0	470,0	55,0	0.0000
2	Nicobar 170 SE	0,0001	0,3500	1470,0	170,0	3000000,0	0.0000
3	Isover EPS 200	0,3500	0,0340	1270,0	30,0	70,0	0.0000
4	Elastodek 50 S	0,0050	0,2100	1470,0	1200,0	30000,0	0.0000

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

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	CLT panel JAF Holz	---
2	Nicobar 170 SE	---
3	Isover EPS 200S	---
4	Elastodek 50 Special Mineral	---

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 : 20.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 65.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	20.6	55.1	1336.3	-4.4	81.2	342.9
2	28	20.6	57.3	1389.6	-2.9	80.8	387.4
3	31	20.6	58.8	1426.0	1.0	79.5	521.8
4	30	20.6	60.7	1472.1	5.7	77.5	709.4
5	31	20.6	64.9	1573.9	10.7	74.5	958.1
6	30	20.6	68.7	1666.1	13.9	72.0	1142.9
7	31	20.6	70.8	1717.0	15.5	70.4	1239.1
8	31	20.6	70.1	1700.0	15.0	70.9	1208.4
9	30	20.6	65.6	1590.9	11.3	74.1	991.8

10	31	20.6	61.0	1479.4	6.3	77.1	735.7
11	30	20.6	58.8	1426.0	0.9	79.5	518.1
12	31	20.6	57.7	1399.3	-2.6	80.7	396.8

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

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

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

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

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 11.857 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.083 W/m2K**

Součinitel prostupu zabudované kce U,kc : 0.10 / 0.13 / 0.18 / 0.28 W/m2K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přirážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulační vlastnosti:

Difuzní odpor konstrukce ZpT : 2.6E+0012 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 1893.5
Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 17.4 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.32 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : **0.979**

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	--------- 80% ---------		-------- 100% ---------				
	Tsi,m[C]	**f,Rsi,m**	**Tsi,m[C]**	**f,Rsi,m**	**Tsi[C]**	**f,Rsi**	**RHsi[%]**
1	14.7	0.763	11.3	0.627	20.1	0.979	56.9
2	15.3	0.774	11.9	0.628	20.1	0.979	59.0
3	15.7	0.750	12.3	0.574	20.2	0.979	60.3
4	16.2	0.704	12.7	0.473	20.3	0.979	61.9
5	17.2	0.662	13.8	0.310	20.4	0.979	65.7
6	18.2	0.635	14.6	0.112	20.5	0.979	69.3
7	18.6	0.614	15.1	------	20.5	0.979	71.3
8	18.5	0.620	15.0	------	20.5	0.979	70.6
9	17.4	0.658	13.9	0.283	20.4	0.979	66.4
10	16.3	0.697	12.8	0.456	20.3	0.979	62.1
11	15.7	0.751	12.3	0.577	20.2	0.979	60.3
12	15.4	0.776	12.0	0.628	20.1	0.979	59.4

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

Příloha G – Protokoly z programu TEPLO
Varianta C

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]:	19.7	15.5	15.5	-12.8	-12.9
p [Pa]:	1519	1488	652	584	166
p,sat [Pa]:	2297	1759	1759	201	200

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

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

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.5501	0.5501	7.391E-0010

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: **0.0051 kg/(m2.rok)**
Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a: **0.0121 kg/(m2.rok)**
Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá	Akt.kond./vypař. Mc [kg/m2s]	Akumul.vlhkost Ma [kg/m2]
10	0.5501	0.5501	1.19E-0011	0.0000
11	0.5501	0.5501	2.74E-0010	0.0007
12	0.5501	0.5501	4.05E-0010	0.0018
1	0.5501	0.5501	4.30E-0010	0.0030
2	0.5501	0.5501	4.10E-0010	0.0040
3	0.5501	0.5501	2.70E-0010	0.0047
4	0.5501	0.5501	4.75E-0011	0.0048
5	0.5501	0.5501	-2.74E-0010	0.0041
6	0.5501	0.5501	-5.53E-0010	0.0026
7	0.5501	0.5501	-7.26E-0010	0.0007
8	---	---	-6.70E-0010	0.0000
9	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: **0.0048 kg/m2**
Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a je minimálně: **0.0048 kg/m2**

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

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

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: CLT_plochá_střecha

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota Ti: 20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota TiM: 20,0 C
Návrhová venkovní teplota Tae: -13,0 C
Teplota na vnější straně Te: -13,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai: 20,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RHi: 60,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	CLT panel JAF Holz	0,140	0,130	55,0
2	Nicobar 170 SE	0,0001	0,350	3000000,0
3	Isover EPS 200S	0,350	0,034	70,0
4	Elastodek 50 Special Mineral	0,005	0,210	30000,0

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

Požadavek: f,Rsi,N = f,Rsi,cr = 0,837
Vypočtená průměrná hodnota: f,Rsi,m = 0,979

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

Průměrná hodnota fRsi,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 = 0,24 W/m2K
Vypočtená hodnota: U = 0,083 W/m2K
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 Mc,a musí být nižší než 0,1 kg/m2.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: 0,180 kg/m2,rok
(materiál: Elastodek 50 Special Mineral).
Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,100 kg/m2,rok

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

Roční množství zkondenzované vodní páry Mc,a = 0,0051 kg/m2,rok
Roční množství odpařitelné vodní páry Mev,a = 0,0121 kg/m2,rok

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.
Mc,a < Mev,a ... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.
Mc,a < Mc,N ... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Teplo 2014 EDU, (c) 2014 Svoboda Software

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Budovy a prostředí

Katedra konstrukcí pozemních staveb

Příloha H - Výstupy z energetického modelu

Příloha H - Výstupy z energetického modelu
Varianta A

ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Základní popis zóny:

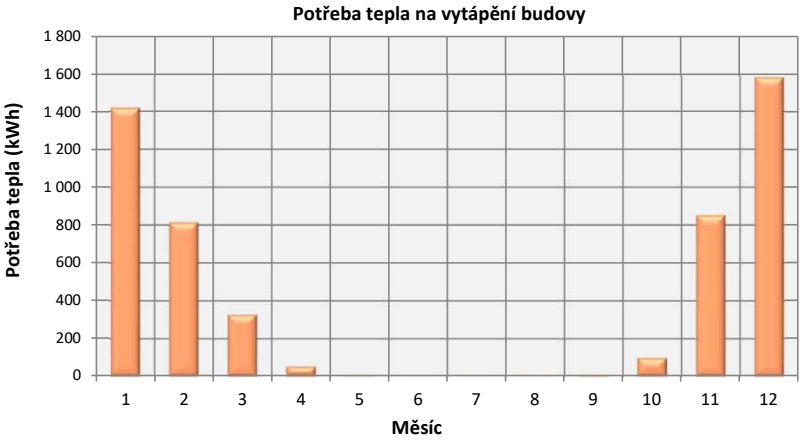
Počet osob	n_{os}	5	os	
Přítomnost osob (procento času)	p	70%		
Požadovaná vnitřní teplota	θ_i	20	°C	
Objem vytápěné zóny	V	989,8	m^3	← z vnějších rozměrů
Plocha obalových konstrukcí vytápěné zóny	A	974,0	m^2	
Podlahová plocha vytápěné zóny	A_f	234,4	m^2	← z celkových vnitřních rozměrů
Objemový faktor tvaru budovy	A/V	0,98	-	

POTŘEBA TEPLA

dle ČSN EN ISO 13790

Potřeba tepla na vytápění budovy Q_h (kWh):

Měsíc	délka *t* dny d	délka *t* hodiny hod	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)
1	31	744	-1,0	20,0	**2 568**	**1 148**	**1 420**
2	28	672	1,0	20,0	**2 175**	**1 362**	**813**
3	31	744	4,0	20,0	**2 114**	**1 788**	**326**
4	30	720	9,0	20,0	**1 525**	**1 474**	**52**
5	31	744	14,6	20,0	**945**	**942**	**3**
6	30	720	17,0	20,0	**610**	**609**	**0**
7	31	744	18,2	20,0	**439**	**439**	**0**
8	31	744	18,8	20,0	**328**	**328**	**0**
9	30	720	13,8	20,0	**804**	**799**	**5**
10	31	744	9,4	20,0	**1 306**	**1 209**	**97**
11	30	720	4,0	20,0	**1 854**	**1 002**	**852**
12	31	744	-0,5	20,0	**2 450**	**869**	**1 581**
				CELKEM ZA ROK	**17 116**	**11 967**	**5 149**



Měrná potřeba tepla budovy:

Měrná potřeba tepla budovy vztažená k vytápěné ploše	E_A	**22,0**	**kWh/(m²·a)**
Měrná potřeba tepla budovy vztažená k vytápěnému objemu	E_V	**5,2**	**kWh/(m³·a)**

PROSTUP TEPLA OBÁLKOU BUDOVY

dle ČSN 730540-2

Vypočtená hodnota	U_{em}	**0,17**	**W/(m²·K)**

Příloha H - Výstupy z energetického modelu
Varianta A

TEPELNÉ ZTRÁTY - JEDNOZÓNOVÝ VÝPOČET - BEZ PŘERUŠOVANÉHO VYTÁPĚNÍ

dle ČSN EN ISO 13790

Celková tepelná ztráta Q_L (kWh):

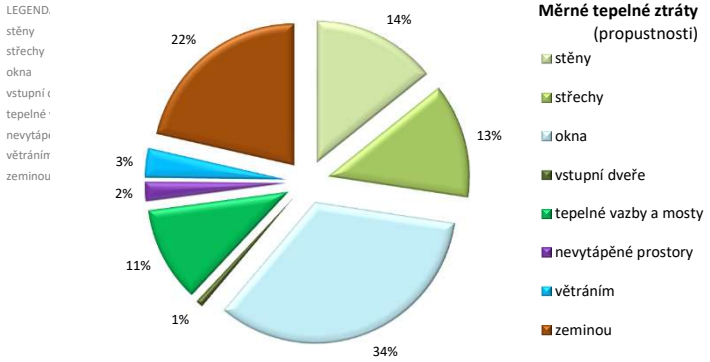
Měsíc	délka t dny	hodiny	venkovní teplota	vnitřní teplota	tepelná ztráta prostupem stěny	střechy	okna	dveře	vazby a mosty	nevytápěné	CELKEM	tep. ztráta větráním	tep. ztráta zeminou	tepelná ztráta Q_L
	d	hod	θ_e (°C)	θ_i (°C)	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
1	31	744	-1,0	20,0	398	367	944	23	304	64	**2 101**	**95**	**372**	**2 568**
2	28	672	1,0	20,0	325	300	771	19	249	53	**1 717**	**77**	**380**	**2 175**
3	31	744	4,0	20,0	303	280	719	18	232	49	**1 601**	**72**	**441**	**2 114**
4	30	720	9,0	20,0	202	186	478	12	154	33	**1 065**	**48**	**412**	**1 525**
5	31	744	14,6	20,0	102	94	243	6	78	17	**540**	**24**	**380**	**945**
6	30	720	17,0	20,0	55	51	130	3	42	9	**290**	**13**	**306**	**610**
7	31	744	18,2	20,0	34	31	81	2	26	6	**180**	**8**	**251**	**439**
8	31	744	18,8	20,0	23	21	54	1	17	4	**120**	**5**	**202**	**328**
9	30	720	13,8	20,0	114	105	270	7	87	18	**600**	**27**	**176**	**804**
10	31	744	9,4	20,0	201	185	476	12	154	33	**1 061**	**48**	**197**	**1 306**
11	30	720	4,0	20,0	294	271	696	17	224	47	**1 549**	**70**	**235**	**1 854**
12	31	744	-0,5	20,0	389	358	921	23	297	63	**2 051**	**92**	**307**	**2 450**
				CELKEM	2 441	2 250	5 785	141	1 865	395	**12 876**	**580**	**3 660**	**17 116**
					14,3%	13,1%	33,8%	0,8%	10,9%	2,3%	75,2%	3,4%	21,4%	100,0%

Rekapitulace měrných tepelných ztrát:

Tepelná propustnost - stěny	$L_{D,1}$	25,5	W/K
Tepelná propustnost - střechy	$L_{D,2}$	23,5	W/K
Tepelná propustnost - okna	$L_{D,3}$	60,4	W/K
Tepelná propustnost - vstupní dveře	$L_{D,4}$	1,5	W/K
Tepelná propustnost - tepelné vazby a mosty	$L_{D,5}$	19,5	W/K
Tepelná propustnost - nevytápěné prostory	$L_{D,6}$	4,1	W/K
Měrná tepelná ztráta prostupem	H_T	**130,4**	**W/K**
Měrná tepelná ztráta větráním	H_V	**6,1**	**W/K**
Ustálená tepelná propustnost zeminou	L_s	**38,3**	**W/K**
Měrná tepelná ztráta (bez ztráty zeminou)	H'	**136,4**	**W/K**

Přirážka na tepelné vazby a mosty: 0,02 W/(m²·K)

Měrná tepelná ztráta (se ztrátou zeminou L_s)	H	174,7	W/K
↑ pro výpočet časové konstanty budovy			
Tepelná ztráta (potřebný výkon dodaný zdrojem tepla)	Q	6 290	W



TEPELNÉ ZISKY - VNITŘNÍ A SOLÁRNÍ

dle ČSN EN ISO 13790

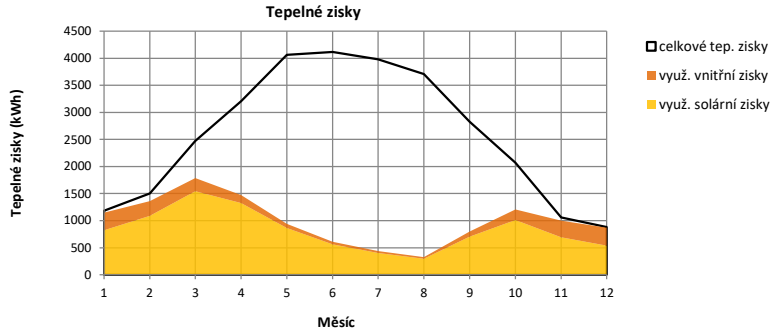
Vnitřní tepelné zisky:

Měrné vnitřní tepelné zisky		100	W/os
Vnitřní tepelné zisky	Q_i	450	W

Rekapitulace celkové sběrné plochy oken A_s:

Orientace	sběrná plocha $A_{s,j}$ (m²)
S	8,3
J	6,1
V	14,1
Z	13,7
H	0,0
SV	0,0
SZ	0,0
JV	0,0
JZ	0,0
CELKEM	**42,23**

← doplnit dle skutečnosti odkazem na okna!



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

Měsíc	délka t dny d	délka t hodiny hod	čisté solární zisky pro jednotlivé orientace $Q_{s,j}$ (kWh) S	J	V	Z	H	SV	SZ	JV	JZ	CELKEM	vnitřní tep. zisky Q_i (kWh)	celkové tep. zisky Q_g (kWh)	poměr zisků a ztrát γ (-)	**stupeň využití η (-)**
1	31	744	58	305	212	275	0	0	0	0	0	850	335	1184	0,46	**0,97**
2	28	672	107	342	367	385	0	0	0	0	0	1201	302	1504	0,69	**0,91**
3	31	744	190	500	720	729	0	0	0	0	0	2139	335	2474	1,17	**0,72**
4	30	720	264	580	1045	990	0	0	0	0	0	2879	324	3203	2,10	**0,46**
5	31	744	388	592	1469	1278	0	0	0	0	0	3727	335	4062	4,30	**0,23**
6	30	720	429	531	1624	1210	0	0	0	0	0	3794	324	4118	6,75	**0,15**
7	31	744	388	567	1412	1278	0	0	0	0	0	3646	335	3981	9,06	**0,11**
8	31	744	314	610	1243	1210	0	0	0	0	0	3376	335	3711	11,33	**0,09**
9	30	720	198	580	847	880	0	0	0	0	0	2505	324	2829	3,52	**0,28**
10	31	744	140	458	480	660	0	0	0	0	0	1738	335	2073	1,59	**0,58**
11	30	720	74	220	198	247	0	0	0	0	0	739	324	1063	0,57	**0,94**
12	31	744	50	177	155	165	0	0	0	0	0	547	335	882	0,36	**0,99**
												27141,7		**31 084**		

Využitelné solární a vnitřní tepelné zisky:

Měsíc	délka t dny d	délka t hodiny hod	využitelné solární zisky pro jednotlivé orientace $Q_{s,j}$ (kWh) S	J	V	Z	H	SV	SZ	JV	JZ	**CELKEM**	**využ. vnitřní tep. zisky Q_i (kWh)**	**celkové využ. tep. zisky Q_g (kWh)**
1	31	744	56	296	205	266	0	0	0	0	0	**824**	**324**	**1 148**
2	28	672	97	309	333	349	0	0	0	0	0	**1 088**	**274**	**1 362**
3	31	744	137	362	521	527	0	0	0	0	0	**1 546**	**242**	**1 788**
4	30	720	122	267	481	455	0	0	0	0	0	**1 324**	**149**	**1 474**
5	31	744	90	137	341	296	0	0	0	0	0	**864**	**78**	**942**
6	30	720	64	79	240	179	0	0	0	0	0	**561**	**48**	**609**
7	31	744	43	63	156	141	0	0	0	0	0	**402**	**37**	**439**
8	31	744	28	54	110	107	0	0	0	0	0	**298**	**30**	**328**
9	30	720	56	164	239	248	0	0	0	0	0	**707**	**91**	**799**
10	31	744	82	267	280	385	0	0	0	0	0	**1 013**	**195**	**1 209**
11	30	720	70	207	186	233	0	0	0	0	0	**697**	**305**	**1 002**
12	31	744	49	174	153	163	0	0	0	0	0	**539**	**330**	**869**
											CELKEM	**9 864**	**2 104**	**11 967**

Pomocné charakteristiky pro výpočet stupně využití tepelných zisků:

Číselný parametr	a_0	1	-	← hodnota pro trvale vytápěné budovy a měsíční výpočet
Časová konstanta	τ_0	15	h	← hodnota pro trvale vytápěné budovy a měsíční výpočet
Číselný parametr	a	3,7	-	

MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM - NEPRŮSVITNÉ KONSTRUKCE

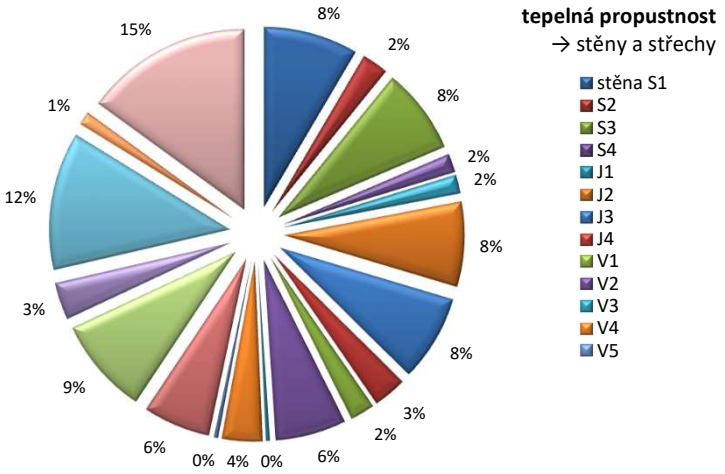
dle ČSN EN ISO 13789 - přímý prostup tepla do vnějšího prostředí (→ plošné neprůsvitné konstrukce, kromě dveří)

Obvodové stěny mezi vytápěným prostorem a vnějším prostředím:

Stěna	orientace	šířka b m	výška h m	celková plocha A_T m²	plocha výplní otvorů A_G m²	plocha výplní otvorů A_G %	čistá plocha A m²	součinitel prostupu tepla U W/(m².K)	tepelná propustnost $L_{D,1,i}$ W/K
stěna S1	S	-	-				25,2	0,101	2,55
S2	S						7,1	0,101	0,71
S3	S						23,0	0,101	2,32
S4	S						5,0	0,101	0,51
J1							5,02	0,101	0,51
J2							22,69	0,101	2,29
J3							23,06	0,101	2,33
J4							8,94	0,101	0,90
V1							6,53	0,101	0,66
V2							18,85	0,101	1,90
V3							1,04	0,101	0,11
V4							10,78	0,101	1,09
V5							1,13	0,101	0,11
V6							17,93	0,101	1,81
Z1							25,84	0,101	2,61
Z2							9,94	0,101	1,00
Z3							36,74	0,101	3,71
Boční světlík							5,18	0,071	0,37
				0,0	0,0		**253,9**		25,5
								CELKEM	

Střechy (mezi vytápěným prostorem a venkovním) prostředím:

Střechy	šířka b m	výška h m	celková plocha A_T m²	plocha výplní otvorů A_G m²	plocha výplní otvorů A_G %	čistá plocha A m²	součinitel prostupu tepla U W/(m².K)	tepelná propustnost $L_{D,2,i}$ W/K
1	-	-				63,33	0,071	4,50
2						69,70	0,071	4,95
P						164,56	0,074	12,18
Světlík						26,39	0,071	1,87
			0,0			**63,33**		23,5
							CELKEM	



MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM - VÝPLNĚ OTVORŮ

dle ČSN EN ISO 10077-1 a ČSN EN ISO 13790

Okna mezi vytápěným prostorem a vnějším prostředím:

Okno	součinitel prostupu tepla			podlaží	orientace	energetická propustnost	šířka	výška	plocha	počet	celková plocha	plocha zasklení	korekční činitelé					sběrná plocha	déka ostění	déka parapetu	tepelná propustnost	
	U_g W/(m²·K)	U_f W/(m²·K)	U_W W/(m²·K)			g_{normal} -	b m	h m	A_W m²	ks	A_W m²	A_g m²	F_F -	F_C -	F_o -	F_f -	F_h -	A_s m²	o_1 m	o_2 m	$L_{D,3,i}$ W/K	
okno1	0,52	0,59	0,71	1	S	0,58			1,35	1	1,35	0,88	0,65	1,00	1,00	1,00	1,00	0,51	0,00	0,00	**0,96**	
okno2	0,52	0,59	0,68	1	V	0,58			2,16	1	2,16	1,5	0,69	1,00	1,00	1,00	1,00	0,87	0,00	0,00	**1,46**	
okno3	0,52	0,59	0,61	1	V	0,58			7,371	1	7,37	6,025	0,82	1,00	1,00	1,00	1,00	3,49	0,00	0,00	**4,51**	
okno4	0,52	0,59	0,64	1	V	0,58			4,05	1	4,05	3,25	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,89	0,00	0,00	**2,59**	
okno5	0,52	0,59	0,63	1	V	0,58			4,685	1	4,69	3,538	0,76	1,00	1,00	1,00	1,00	2,05	0,00	0,00	**2,97**	
okno6	0,52	0,59	0,60	1	S	0,58			10,26	1	10,26	8,7	0,85	1,00	1,00	1,00	1,00	5,05	0,00	0,00	**6,15**	
okno7	0,52	0,59	0,60	1	J	0,58			11,26	1	11,26	8,7	0,77	1,00	1,00	1,00	1,00	5,05	0,00	0,00	**6,74**	
okno8	0,52	0,59	0,67	1	V	0,58			2,43	1	2,43	1,75	0,72	1,00	1,00	1,00	1,00	1,02	0,00	0,00	**1,63**	
okno9	0,52	0,59	0,62	1	V	0,58			6,48	1	6,48	5,3	0,82	1,00	1,00	1,00	1,00	3,07	0,00	0,00	**4,00**	
okno10	0,52	0,59	0,66	1	J	0,58			2,7	1	2,70	1,82	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	1,06	0,00	0,00	**1,79**	
okno11	0,52	0,59	0,66	1	Z	0,58			2,7	1	2,70	2	0,74	1,00	1,00	1,00	1,00	1,16	0,00	0,00	**1,79**	
okno12	0,52	0,59	0,66	1	Z	0,58			2,7	1	2,70	2	0,74	1,00	1,00	1,00	1,00	1,16	0,00	0,00	**1,79**	
okno13	0,52	0,59	0,63	1	Z	0,58			4,86	1	4,86	4	0,82	1,00	1,00	1,00	1,00	2,32	0,00	0,00	**3,07**	
okno14	0,52	0,59	0,61	1	Z	0,58			7,83	1	7,83	6,45	0,82	1,00	1,00	1,00	1,00	3,74	0,00	0,00	**4,77**	
okno15	0,52	0,59	0,63	1	Z	0,58			4,86	1	4,86	4	0,82	1,00	1,00	1,00	1,00	2,32	0,00	0,00	**3,07**	
okno16	0,52	0,59	0,63	1	Z	0,58			4,86	1	4,86	4	0,82	1,00	1,00	1,00	1,00	2,32	0,00	0,00	**3,07**	
okno17	0,52	0,59	0,68	1	Z	0,58			1,89	1	1,89	1,25	0,66	1,00	1,00	1,00	1,00	0,73	0,00	0,00	**1,29**	
okno18	0,52	0,59	0,70	1	V	0,58			1,505	1	1,51	0,975	0,65	1,00	1,00	1,00	1,00	0,57	0,00	0,00	**1,06**	
okno19	0,52	0,59	0,79	1	V	0,58			0,525	1	0,53	0,275	0,52	1,00	1,00	1,00	1,00	0,16	0,00	0,00	**0,42**	
okno20	0,52	0,59	0,70	1	V	0,58			1,505	1	1,51	0,975	0,65	1,00	1,00	1,00	1,00	0,57	0,00	0,00	**1,06**	
okno21	0,52	0,59	0,72	1	V	0,58			1,235	1	1,24	0,765	0,62	1,00	1,00	1,00	1,00	0,44	0,00	0,00	**0,88**	
okno22	0,52	0,59	0,73	1	S	0,58			0,965	1	0,97	0,555	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	0,32	0,00	0,00	**0,71**	
okno23	0,52	0,59	0,73	1	S	0,58			1,063	1	1,06	0,683	0,64	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40	0,00	0,00	**0,78**	
okno24	0,52	0,59	0,73	1	S	0,58			1,063	1	1,06	0,683	0,64	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40	0,00	0,00	**0,78**	
okno25	0,52	0,59	0,73	1	S	0,58			1,063	1	1,06	0,683	0,64	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40	0,00	0,00	**0,78**	
okno26	0,52	0,59	0,73	1	S	0,58			1,063	1	1,06	0,683	0,64	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40	0,00	0,00	**0,78**	
okno27	0,52	0,59	0,73	1	S	0,58			1,063	1	1,06	0,683	0,64	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40	0,00	0,00	**0,78**	
okno28	0,52	0,59	0,73	1	S	0,58			1,063	1	1,06	0,683	0,64	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40	0,00	0,00	**0,78**	Uprům
										28	94,6						**CELKEM**	**42,2**	**0,0**	**0,0**	**60,4**	**0,64** W/m2K

Rekapitulace oken dle orientace *j* :

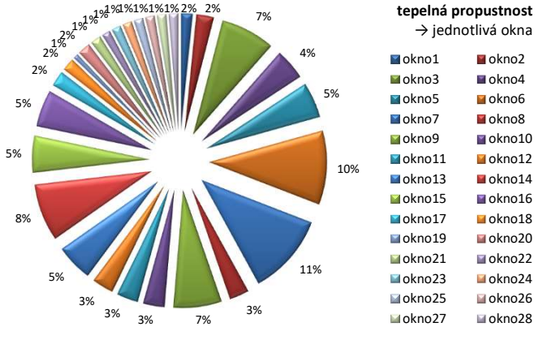
Orientace	celková plocha $A_{W,j}$ m²	sběrná plocha $A_{s,j}$ m²	tepelná propustnost $L_{D,4,j}$ W/K
S	19,0	**8,3**	12,5
J	14,0	**6,1**	23,9
V	31,9	**14,1**	10,9
Z	29,7	**13,7**	13,1
CELKEM	**94,6**	**42,2**	**60,4**

Dveře mezi vytápěným prostorem a vnějším prostředím:

Dveře	orientace	šířka b m	výška h m	plocha A_D m²	počet ks	celková plocha A_D m²	déka ostění o_1 m	déka parapetu o_2 m	souč. prost. tepla U W/(m²·K)	tepel. propust. $L_{D,4,j}$ W/K
dveře 1	S			2,205	1	2,21	0,00	0,00	0,67	**1,48**
dveře 2	J									
dveře 3	V									
dveře 4	Z									
					CELKEM	**2,21**	**0,00**	**0,00**		**1,5**

Celková plocha výplní otvorů dle orientace *j* :

Orientace	celková plocha A_j m²
S	**21,2**
J	**14,0**
V	**31,9**
Z	**29,7**
CELKEM	**96,8**



tepelná propustnost
→ jednotlivá okna

okno1 okno2
okno3 okno4
okno5 okno6
okno7 okno8
okno9 okno10
okno11 okno12
okno13 okno14
okno15 okno16
okno17 okno18
okno19 okno20
okno21 okno22
okno23 okno24
okno25 okno26
okno27 okno28

MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM - NEVYTÁPĚNÉ PROSTORY

dle ČSN EN ISO 13789

Měrná tepelná ztráta z nevytápěného prostoru do venkovního prostředí H_{ue} (W/K):

Prvek	orientace	celková plocha A_T m²	čistá plocha A m²	součinitel prostupu tepla U W/(m².K)	**tepelná propustnost L_{Due} W/K**
1	S	17,1	17,1	0,101	**1,7**
2	J	17,1	17,1	1,500	**25,6**
3	V	15,7	15,7	0,101	**1,6**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
				CELKEM	**28,9** W/K

Ztráta podlahou na terénu:

Plocha podlahy	A	41,3	m²
Exponovaný obvod podlahy	P	25,9	m
Charakteristický rozměr podlahy	B'	3,2	m
Tloušťka obvodové stěny	w	0,56	m
Tepelná vodivost zeminy	λ	2,0	W/(m.K)
Odpor při přestupu tepla na vnitřní staně podlahy	R_{si}	0,17	m².K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější staně podlahy	R_{se}	0,00	m².K/W
Tepelný odpor podlahové desky	R_f	3,00	m².K/W
Ekvivalentní tloušťka podlahy	d_t	6,90	m
Splnění podmínky $d_t \geq B'$		ANO	
Základní hodnota součinitele prostupu tepla podlahy	U_{ue0}	0,24	W/(m².K)
Ustálená tepelná propustnost zeminou	L_{Sue}	**9,8**	**W/K**

Objem vnitřního vzduchu nevytápěného prostoru	V_{ua}	82,5	m³
Násobnost výměny vzduchu mezi nevytápěným prostorem a venkovním prostředím	n	0,5	1/h
Vzduchový tok mezi nevyt. prostorem a venkovním prostředím	V_{ue}	41	m³/h
Měrná tepelná ztráta větráním mezi nevytápěným prostorem a venkovním prostředím	$H_{V,ue}$	**14,0**	**W/K**
Měrná tepelná ztráta z nevytáp. prostoru do venkovního prostředí	H_{ue}	**52,8**	**W/K**
Činitel teplotní redukce mezi vytápěným a nevytáp. prostorem	b	**0,92**	-
Měrná ztráta prostupem tepla nevytápěným prostorem	H_U	**4,1**	**W/K**

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do nevytápěného H_{iu} (W/K):

Prvek	celková plocha A_T m²	čistá plocha A m²	součinitel prostupu tepla U W/(m².K)	**tepelná propustnost L_{Diu} W/K**
Stěna	15,3	15,3	0,101	**1,5**
Strop	41,3	41,3	0,071	**2,9**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
			CELKEM	**4,5** W/K

Objem vnitřního vzduchu vytápěného prostoru	V_{ua}	0,0	m³
Násobnost výměny vzduchu mezi vytápěným prostorem a nevytápěným	n	0,00	1/h
Vzduchový tok mezi vytápěným prostorem a nevytápěným	V_{iu}	0	m³/h
Měrná tepelná ztráta větráním mezi vytápěným prostorem a nevytápěným	$H_{V,iu}$	**0,0**	**W/K**
Měrná tepelná ztráta z vytápěného do nevytápěného prostoru	H_{iu}	**4,5**	**W/K**

MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM - MECHANICKÉ VĚTRÁNÍ SE ZZT

dle ČSN EN ISO 13790

Vstupní parametry:

Objem vnitřního vzduchu	V_a	779,9	m^3
Měrný objemový tok přiváděného čerstvého vzduchu		25	$m^3/(os \cdot h)$
Násobnost výměny vzduchu	n	0,11	1/h
Objemový tok vzduchu při Δp = 50 Pa	n_{50}	0,60	1/h
Součinitel větrné expozice	e	0,01	-
Součinitel větrné expozice	f	20	-

Součinitele větrné expozice e a f:

Součinitel e pro třídu stínění:	Více než jedna exponovaná fasáda	Jedna exponovaná fasáda
bez stínění	0,10	0,03
mírné stínění	0,07	0,02
významné stínění	0,04	0,01
Součinitel f	15	20

Objemový tok vzduchu:

Objemový tok přiváděného vzduchu	V_f	87,5	m^3/h
Účinnost rekuperace	η	85%	
Zmenšený objemový tok přiváděného vzduchu	V	13,1	m^3/h
Přídavný objemový tok vzduchu	V_x	4,7	m^3/h
Celkový objemový tok vzduchu	V	17,8	m^3/h

Měrná tepelná ztráta větráním:

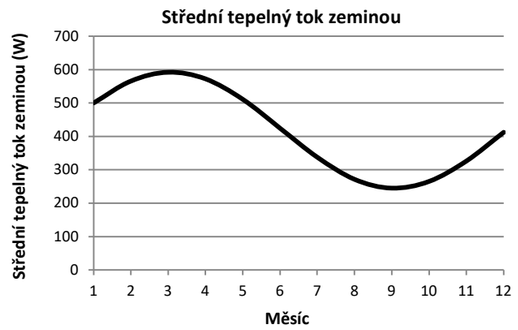
Měrná tepelná kapacita vzduchu o jednotkovém objemu	$\rho_a c_a$	0,34	$Wh/(m^3 \cdot K)$
Měrná tepelná ztráta větráním	H_V	**6,05**	**W/K**

TEPELNÝ TOK ZEMINOU - PODLAHA NA TERÉNU

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

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

Měsíc	měsíční prům. vnitřní teplota $T_{i,m}$ (°C)	měsíční prům. venkovní teplota $T_{e,m}$ (°C)	střední tepelný tok zeminou Φ_G (W)
1	20,0	-0,9	**500**
2	20,0	0,5	**566**
3	20,0	4,1	**592**
4	20,0	9,1	**572**
5	20,0	14,0	**511**
6	20,0	17,7	**425**
7	20,0	19,0	**338**
8	20,0	17,7	**272**
9	20,0	14,0	**245**
10	20,0	9,1	**265**
11	20,0	4,1	**326**
12	20,0	0,5	**412**
		9,1	



Roční průměrná vnitřní teplota	$T_{i,mean}$	20,00	°C
Roční průměrná vnější teplota	$T_{e,mean}$	9,07	°C
Amplituda kolísání měsíčních průměrných vnitřních teplot	$T_{i,amp}$	0,00	K
Amplituda kolísání měsíčních průměrných vnějších teplot	$T_{e,amp}$	9,95	K
Pořadové číslo měsíce, kdy je dosaženo nejnižší vnější teploty	τ	1	-

Základní hodnota součinitele prostupu tepla podlahy U_0 (W/(m^2.K)):

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

Plocha podlahy	A	242,8	m^2	
Exponovaný obvod podlahy	P	99,7	m	
Charakteristický rozměr podlahy	B'	4,9	m	
Tloušťka obvodové stěny	w	0,5	m	
Tepelná vodivost zeminy	λ	2,0	W/(m·K)	
Odpor při přestupu tepla na vnitřní staně podlahy	$R_{si,f}$	0,17	m^2·K/W	
Odpor při přestupu tepla na rozhraní podlaha / zemina	$R_{se,g}$	0,00	m^2·K/W	
Odpor při přestupu tepla na povrchu terénu	R_{se}	0,04	m^2·K/W	
Tepelný odpor skladby podlahy	R_f	4,6	m^2·K/W	
Ekvivalentní tloušťka podlahy	d_t	10,02	m	
Splnění podmínky $d_t \geq B'$		ANO		
Základní hodnota součinitele prostupu tepla podlahy	U_0	**0,162**	**W/(m^2·K)**	

Tepelně-technické vlastnosti zeminy:

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

Součinitel prostupu tepla skladby podlahy

U_f 0,211 W/(m^2.K)

Ustálená tepelná prospustnost L_s (W/K):

(podlaha na zemině se svislou okrajovou izolací)

Tloušťka svislé okrajové izolace	d_n	0,08	m
Tepelná vodivost svislé okrajové izolace	λ_n	0,035	W/(m·K)
Tepelný odpor svislé okrajové izolace	R_n	2,29	m^2·K/W
Přídavná účinná tloušťka při umístění okrajové izolace	d'	2,25	m
Hloubka svislé okrajové izolace pod terénem	D	0,5	m
Doplňkový lin. čin. prost. tepla při umístění svislé okraj. izolace	$\Delta\Psi$	-0,0107	W/(m·K)
Ustálená tepelná propustnost zeminou	L_s	**38,3**	**W/K**

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

b 0,75 -

Periodické tepelné propustnosti:

(podlaha na zemině se svislou okrajovou izolací)

Objemová tepelná kapacita zeminy	$(\rho \cdot c)$	2,50E+06	J/(m^3·K)
Periodická hloubka průniku	δ	2,83	m
Časový předstih cyklu tepelného toku oproti cyklu vnitřní teploty	α	0,235	měsíců
Časové zpoždění cyklu tepelného toku oproti cyklu vnější teploty	β	2,071	měsíců
Vnitřní periodická tepelná propustnost	L_{pi}	**42,1**	**W/K**
Vnější periodická tepená propustnost	L_{pe}	**17,5**	**W/K**

KLIMATICKÁ DATA - MĚSÍČNÍ

Popis lokality:

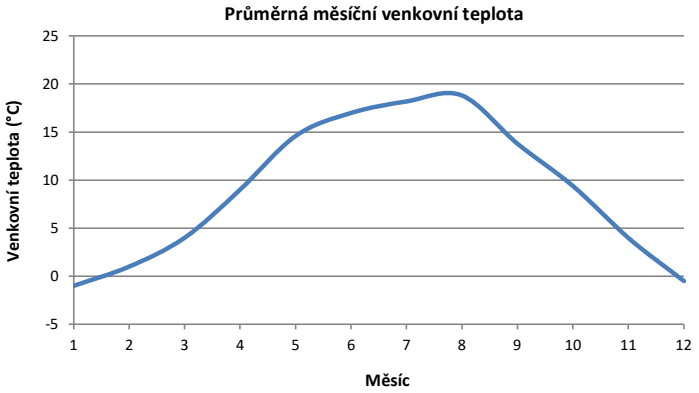
Místo: Praha
GPS: 50° s.š. / 14° v.d.
Nadmořská výška: 220 m.n.m.

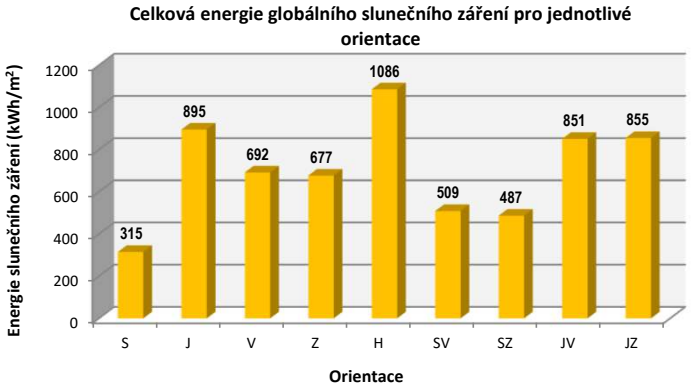
Energie slunečního záření v MJ/m²:

Měsíc	počet dnů	venkovní teplota θ_e (°C)	Celková energie globálního slunečního záření pro jednotlivé orientace $I_{s,j}$ S	J	V	Z	H	SV	SZ	JV	JZ
			MJ/m²								
1	31	-2,4	47	104	58	58	76	47	47	86	86
2	28	-0,9	72	162	97	97	133	76	76	137	137
3	31	3,0	115	234	162	162	259	122	122	209	209
4	30	7,7	158	292	238	238	410	184	184	277	277
5	31	12,7	209	313	299	299	536	245	245	320	320
6	30	15,9	216	284	292	292	526	248	248	299	299
7	31	17,5	212	292	288	288	518	245	245	302	302
8	31	17,0	184	320	277	277	490	216	216	313	313
9	30	13,3	126	256	187	187	313	140	140	234	234
10	31	8,3	86	220	126	126	205	90	90	184	184
11	30	2,9	47	112	61	61	90	47	47	94	94
12	31	-0,6	32	72	40	40	54	32	32	61	61

Energie slunečního záření v kWh/m²:

Měsíc	počet dnů	venkovní teplota θ_e (°C)	Celková energie globálního slunečního záření pro jednotlivé orientace $I_{s,j}$ S	J	V	Z	H	SV	SZ	JV	JZ
			kWh/m²								
1	31	-1,0	7	50	15	20	23	12	12	37	44
2	28	1,0	13	56	26	28	40	20	20	47	51
3	31	4,0	23	82	51	53	79	36	37	73	76
4	30	9,0	32	95	74	72	118	51	49	92	86
5	31	14,6	47	97	104	93	161	79	73	109	98
6	30	17,0	52	87	115	88	166	91	73	108	88
7	31	18,2	47	93	100	93	162	78	75	103	97
8	31	18,8	38	100	88	88	143	64	63	101	100
9	30	13,8	24	95	60	64	96	38	40	82	86
10	31	9,4	17	75	34	48	57	21	25	51	71
11	30	4,0	9	36	14	18	24	10	11	25	32
12	31	-0,5	6	29	11	12	17	9	9	23	26
	365	**9,1**	**315**	**895**	**692**	**677**	**1086**	**509**	**487**	**851**	**855**
			131	518	285	315	454	197	203	430	472
			77,02	103,65	211,23	348,32	416,99				





Příloha H - Výstupy z energetického modelu
Varianta A

ČASOVÁ KONSTATNTA BUDOVY

dle ČSN EN ISO 13790

Konstanta pro výpočet kapacity dle třídy budovy	K	110 000	J/K
Podlahová plocha vytápěné zóny	A_f	234	m^2
Účinná vnitřní tepelná kapacita budovy	C_m	7162	Wh/K
Časová konstatnta budovy	**τ**	**41**	**hod**

Třída	K J/K
velmi lehká	80 000
lehká	110 000
střední	165 000
těžká	260 000
velmi těžká	370 000

Příloha H - Výstupy z energetického modelu
Varianta B

ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Základní popis zóny:

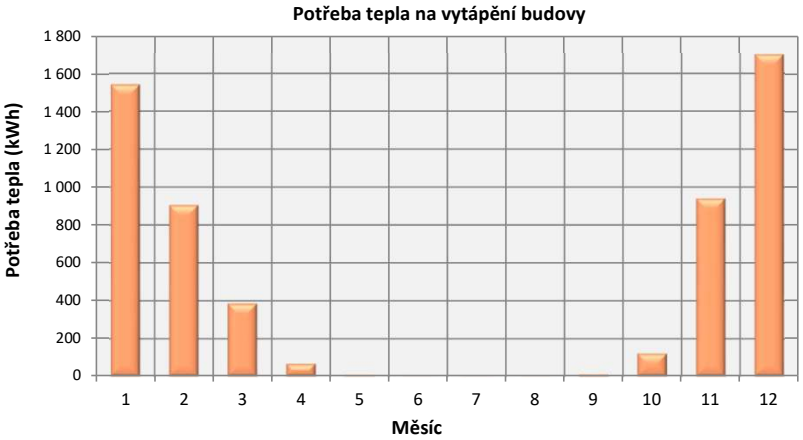
Počet osob	n_{os}	5	os	
Přítomnost osob (procento času)	p	70%		
Požadovaná vnitřní teplota	θ_i	20	°C	
Objem vytápěné zóny	V	989,8	m^3	← z vnějších rozměrů
Plocha obalových konstrukcí vytápěné zóny	A	974,0	m^2	
Podlahová plocha vytápěné zóny	A_f	234,4	m^2	← z celkových vnitřních rozměrů
Objemový faktor tvaru budovy	A/V	0,98	-	

POTŘEBA TEPLA

dle ČSN EN ISO 13790

Potřeba tepla na vytápění budovy Q_h (kWh):

Měsíc	délka *t* dny d	délka *t* hodiny hod	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)
1	31	744	-1,0	20,0	**2 692**	**1 150**	**1 542**
2	28	672	1,0	20,0	**2 276**	**1 371**	**905**
3	31	744	4,0	20,0	**2 208**	**1 824**	**384**
4	30	720	9,0	20,0	**1 588**	**1 523**	**65**
5	31	744	14,6	20,0	**977**	**973**	**4**
6	30	720	17,0	20,0	**627**	**626**	**1**
7	31	744	18,2	20,0	**450**	**450**	**0**
8	31	744	18,8	20,0	**335**	**335**	**0**
9	30	720	13,8	20,0	**839**	**832**	**7**
10	31	744	9,4	20,0	**1 368**	**1 248**	**121**
11	30	720	4,0	20,0	**1 945**	**1 006**	**940**
12	31	744	-0,5	20,0	**2 571**	**870**	**1 702**
				CELKEM ZA ROK	**17 877**	**12 206**	**5 671**



Měrná potřeba tepla budovy:

Měrná potřeba tepla budovy vztažená k vytápěné ploše	E_A	**24,2**	**kWh/(m²·a)**
Měrná potřeba tepla budovy vztažená k vytápěnému objemu	E_V	**5,7**	**kWh/(m³·a)**

PROSTUP TEPLA OBÁLKOU BUDOVY

dle ČSN 730540-2

Vypočtená hodnota	U_{em}	**0,18**	**W/(m²·K)**

TEPELNÉ ZTRÁTY - JEDNOZÓNOVÝ VÝPOČET - BEZ PŘERUŠOVANÉHO VYTÁPĚNÍ

dle ČSN EN ISO 13790

Celková tepelná ztráta Q_L (kWh):

Měsíc	délka t dny	délka t hodiny	venkovní teplota	vnitřní teplota	tepelná ztráta prostupem stěny	střechy	okna	dveře	vazby a mosty	nevytápěné	CELKEM	tep. ztráta větráním	tep. ztráta zeminou	tepelná ztráta Q_L
	d	hod	θ_e (°C)	θ_i (°C)	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
1	31	744	-1,0	20,0	453	421	944	23	304	80	**2 225**	**95**	**372**	**2 692**
2	28	672	1,0	20,0	370	344	771	19	249	65	**1 818**	**77**	**380**	**2 276**
3	31	744	4,0	20,0	345	321	719	18	232	61	**1 695**	**72**	**441**	**2 208**
4	30	720	9,0	20,0	229	213	478	12	154	41	**1 128**	**48**	**412**	**1 588**
5	31	744	14,6	20,0	116	108	243	6	78	21	**572**	**24**	**380**	**977**
6	30	720	17,0	20,0	63	58	130	3	42	11	**308**	**13**	**306**	**627**
7	31	744	18,2	20,0	39	36	81	2	26	7	**191**	**8**	**251**	**450**
8	31	744	18,8	20,0	26	24	54	1	17	5	**127**	**5**	**202**	**335**
9	30	720	13,8	20,0	129	120	270	7	87	23	**636**	**27**	**176**	**839**
10	31	744	9,4	20,0	228	213	476	12	154	40	**1 123**	**48**	**197**	**1 368**
11	30	720	4,0	20,0	334	310	696	17	224	59	**1 641**	**70**	**235**	**1 945**
12	31	744	-0,5	20,0	442	411	921	23	297	78	**2 172**	**92**	**307**	**2 571**
				CELKEM	2 774	2 581	5 785	141	1 865	491	**13 637**	**580**	**3 660**	**17 877**
					15,5%	14,4%	32,4%	0,8%	10,4%	2,7%	76,3%	3,2%	20,5%	100,0%

Rekapitulace měrných tepelných ztrát:

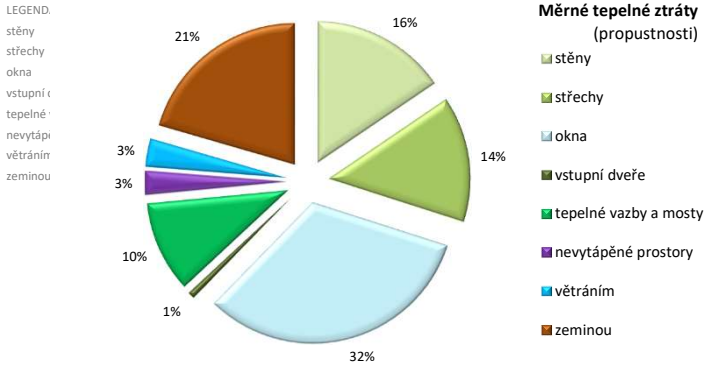
Tepelná propustnost - stěny	$L_{D,1}$	29,0	W/K
Tepelná propustnost - střechy	$L_{D,2}$	27,0	W/K
Tepelná propustnost - okna	$L_{D,3}$	60,4	W/K
Tepelná propustnost - vstupní dveře	$L_{D,4}$	1,5	W/K
Tepelná propustnost - tepelné vazby a mosty	$L_{D,5}$	19,5	W/K
Tepelná propustnost - nevytápěné prostory	$L_{D,6}$	5,1	W/K
Měrná tepelná ztráta prostupem	H_T	**137,3**	**W/K**
Měrná tepelná ztráta větráním	H_V	**6,1**	**W/K**
Ustálená tepelná propustnost zeminou	L_s	**38,3**	**W/K**
Měrná tepelná ztráta (bez ztráty zeminou)	H'	**143,3**	**W/K**

Přirážka na tepelné vazby a mosty: 0,02 W/(m^2·K)

Měrná tepelná ztráta (se ztrátou zeminou L_s) H 181,7 W/K

↑ pro výpočet časové konstanty budovy

Tepelná ztráta (potřebný výkon dodaný zdrojem tepla) Q 6 540 W



TEPELNÉ ZISKY - VNITŘNÍ A SOLÁRNÍ

dle ČSN EN ISO 13790

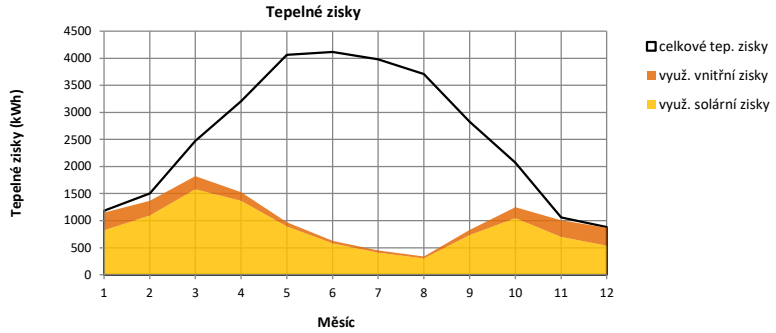
Vnitřní tepelné zisky:

Měrné vnitřní tepelné zisky		100	W/os
Vnitřní tepelné zisky	Q_i	450	W

Rekapitulace celkové sběrné plochy oken A_s:

Orientace	sběrná plocha $A_{s,j}$ (m²)
S	8,3
J	6,1
V	14,1
Z	13,7
H	0,0
SV	0,0
SZ	0,0
JV	0,0
JZ	0,0
CELKEM	**42,23**

← doplnit dle skutečnosti odkazem na okna!



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

Měsíc	délka t dny d	délka t hodiny hod	čisté solární zisky pro jednotlivé orientace $Q_{s,j}$ (kWh) S	J	V	Z	H	SV	SZ	JV	JZ	CELKEM	vnitřní tep. zisky Q_i (kWh)	celkové tep. zisky Q_g (kWh)	poměr zisků a ztrát γ (-)	**stupeň využití η (-)**
1	31	744	58	305	212	275	0	0	0	0	0	850	335	1184	0,44	**0,97**
2	28	672	107	342	367	385	0	0	0	0	0	1201	302	1504	0,66	**0,91**
3	31	744	190	500	720	729	0	0	0	0	0	2139	335	2474	1,12	**0,74**
4	30	720	264	580	1045	990	0	0	0	0	0	2879	324	3203	2,02	**0,48**
5	31	744	388	592	1469	1278	0	0	0	0	0	3727	335	4062	4,16	**0,24**
6	30	720	429	531	1624	1210	0	0	0	0	0	3794	324	4118	6,57	**0,15**
7	31	744	388	567	1412	1278	0	0	0	0	0	3646	335	3981	8,85	**0,11**
8	31	744	314	610	1243	1210	0	0	0	0	0	3376	335	3711	11,09	**0,09**
9	30	720	198	580	847	880	0	0	0	0	0	2505	324	2829	3,37	**0,29**
10	31	744	140	458	480	660	0	0	0	0	0	1738	335	2073	1,51	**0,60**
11	30	720	74	220	198	247	0	0	0	0	0	739	324	1063	0,55	**0,95**
12	31	744	50	177	155	165	0	0	0	0	0	547	335	882	0,34	**0,99**
												27141,7		**31 084**		

Využitelné solární a vnitřní tepelné zisky:

Měsíc	délka t dny d	délka t hodiny hod	využitelné solární zisky pro jednotlivé orientace $Q_{s,j}$ (kWh) S	J	V	Z	H	SV	SZ	JV	JZ	**CELKEM**	**využ. vnitřní tep. zisky Q_i (kWh)**	**celkové využ. tep. zisky Q_g (kWh)**
1	31	744	56	296	206	267	0	0	0	0	0	**825**	**325**	**1 150**
2	28	672	98	311	335	351	0	0	0	0	0	**1 095**	**276**	**1 371**
3	31	744	140	369	531	537	0	0	0	0	0	**1 577**	**247**	**1 824**
4	30	720	126	276	497	471	0	0	0	0	0	**1 369**	**154**	**1 523**
5	31	744	93	142	352	306	0	0	0	0	0	**892**	**80**	**973**
6	30	720	65	81	247	184	0	0	0	0	0	**577**	**49**	**626**
7	31	744	44	64	160	144	0	0	0	0	0	**412**	**38**	**450**
8	31	744	28	55	112	109	0	0	0	0	0	**304**	**30**	**335**
9	30	720	58	170	249	259	0	0	0	0	0	**737**	**95**	**832**
10	31	744	84	275	289	397	0	0	0	0	0	**1 046**	**202**	**1 248**
11	30	720	70	208	187	234	0	0	0	0	0	**699**	**307**	**1 006**
12	31	744	49	175	153	163	0	0	0	0	0	**539**	**330**	**870**
											CELKEM	**10 073**	**2 133**	**12 206**

Pomocné charakteristiky pro výpočet stupně využití tepelných zisků:

Číselný parametr	a_0	1	-	← hodnota pro trvale vytápěné budovy a měsíční výpočet
Časová konstanta	τ_0	15	h	← hodnota pro trvale vytápěné budovy a měsíční výpočet
Číselný parametr	a	3,6	-	

8 991

MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM - NEPRŮSVITNÉ KONSTRUKCE

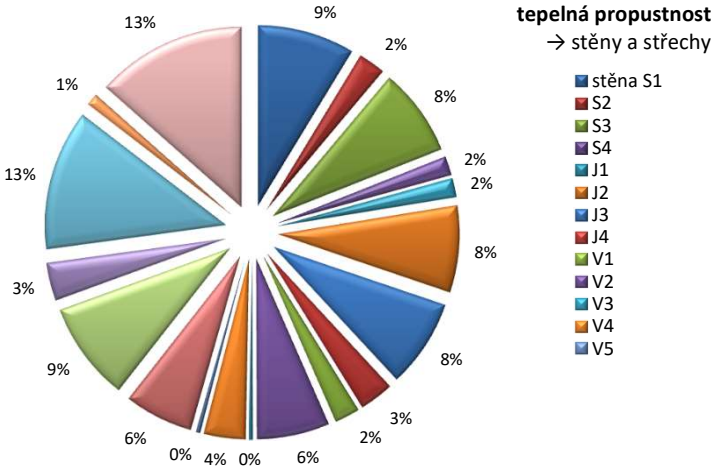
dle ČSN EN ISO 13789 - přímý prostup tepla do vnějšího prostředí (→ plošné neprůsvitné konstrukce, kromě dveří)

Obvodové stěny mezi vytápěným prostorem a vnějším prostředím:

Stěna	orientace	šířka b m	výška h m	celková plocha A_T m²	plocha výplní otvorů A_G m²	A_G %	čistá plocha A m²	součinitel prostupu tepla U W/(m².K)	tepelná propustnost $L_{D,1,i}$ W/K
stěna S1	S	-	-				25,2	0,115	2,90
S2	S						7,1	0,115	0,81
S3	S						23,0	0,115	2,64
S4	S						5,0	0,115	0,58
J1							5,02	0,115	0,58
J2							22,69	0,115	2,61
J3							23,06	0,115	2,65
J4							8,94	0,115	1,03
V1							6,53	0,115	0,75
V2							18,85	0,115	2,17
V3							1,04	0,115	0,12
V4							10,78	0,115	1,24
V5							1,13	0,115	0,13
V6							17,93	0,115	2,06
Z1							25,84	0,115	2,97
Z2							9,94	0,115	1,14
Z3							36,74	0,115	4,22
Boční světlík							5,18	0,071	0,37
				0,0	0,0		**253,9**		29,0
								CELKEM	

Střechy (mezi vytápěným prostorem a venkovním) prostředím:

Střechy	šířka b m	výška h m	celková plocha A_T m²	plocha výplní otvorů A_G m²	A_G %	čistá plocha A m²	součinitel prostupu tepla U W/(m².K)	tepelná propustnost $L_{D,2,i}$ W/K
1	-	-				63,33	0,071	4,50
2						69,70	0,071	4,95
P						164,56	0,095	15,63
Světlík						26,39	0,071	1,87
			0,0			**63,33**		27,0
							CELKEM	



MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM - VÝPLNĚ OTVORŮ

dle ČSN EN ISO 10077-1 a ČSN EN ISO 13790

Okna mezi vytápěným prostorem a vnějším prostředím:

Okno	součinitel prostupu tepla			podlaží	orientace	energetická propustnost	šířka	výška	plocha	počet	celková plocha	plocha zasklení	korekční činitelé					sběrná plocha	déka ostění	déka parapetu	tepelná propustnost	
	U_g W/(m²·K)	U_f W/(m²·K)	U_W W/(m²·K)			g_{normal} -	b m	h m	A_W m²	ks	A_W m²	A_g m²	F_F -	F_C -	F_o -	F_f -	F_h -	A_s m²	o_1 m	o_2 m	$L_{D,3,j}$ W/K	
okno1	0,52	0,59	0,71	1	S	0,58			1,35	1	1,35	0,88	0,65	1,00	1,00	1,00	1,00	0,51	0,00	0,00	**0,96**	
okno2	0,52	0,59	0,68	1	V	0,58			2,16	1	2,16	1,5	0,69	1,00	1,00	1,00	1,00	0,87	0,00	0,00	**1,46**	
okno3	0,52	0,59	0,61	1	V	0,58			7,371	1	7,37	6,025	0,82	1,00	1,00	1,00	1,00	3,49	0,00	0,00	**4,51**	
okno4	0,52	0,59	0,64	1	V	0,58			4,05	1	4,05	3,25	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,89	0,00	0,00	**2,59**	
okno5	0,52	0,59	0,63	1	V	0,58			4,685	1	4,69	3,538	0,76	1,00	1,00	1,00	1,00	2,05	0,00	0,00	**2,97**	
okno6	0,52	0,59	0,60	1	S	0,58			10,26	1	10,26	8,7	0,85	1,00	1,00	1,00	1,00	5,05	0,00	0,00	**6,15**	
okno7	0,52	0,59	0,60	1	J	0,58			11,26	1	11,26	8,7	0,77	1,00	1,00	1,00	1,00	5,05	0,00	0,00	**6,74**	
okno8	0,52	0,59	0,67	1	V	0,58			2,43	1	2,43	1,75	0,72	1,00	1,00	1,00	1,00	1,02	0,00	0,00	**1,63**	
okno9	0,52	0,59	0,62	1	V	0,58			6,48	1	6,48	5,3	0,82	1,00	1,00	1,00	1,00	3,07	0,00	0,00	**4,00**	
okno10	0,52	0,59	0,66	1	J	0,58			2,7	1	2,70	1,82	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	1,06	0,00	0,00	**1,79**	
okno11	0,52	0,59	0,66	1	Z	0,58			2,7	1	2,70	2	0,74	1,00	1,00	1,00	1,00	1,16	0,00	0,00	**1,79**	
okno12	0,52	0,59	0,66	1	Z	0,58			2,7	1	2,70	2	0,74	1,00	1,00	1,00	1,00	1,16	0,00	0,00	**1,79**	
okno13	0,52	0,59	0,63	1	Z	0,58			4,86	1	4,86	4	0,82	1,00	1,00	1,00	1,00	2,32	0,00	0,00	**3,07**	
okno14	0,52	0,59	0,61	1	Z	0,58			7,83	1	7,83	6,45	0,82	1,00	1,00	1,00	1,00	3,74	0,00	0,00	**4,77**	
okno15	0,52	0,59	0,63	1	Z	0,58			4,86	1	4,86	4	0,82	1,00	1,00	1,00	1,00	2,32	0,00	0,00	**3,07**	
okno16	0,52	0,59	0,63	1	Z	0,58			4,86	1	4,86	4	0,82	1,00	1,00	1,00	1,00	2,32	0,00	0,00	**3,07**	
okno17	0,52	0,59	0,68	1	Z	0,58			1,89	1	1,89	1,25	0,66	1,00	1,00	1,00	1,00	0,73	0,00	0,00	**1,29**	
okno18	0,52	0,59	0,70	1	V	0,58			1,505	1	1,51	0,975	0,65	1,00	1,00	1,00	1,00	0,57	0,00	0,00	**1,06**	
okno19	0,52	0,59	0,79	1	V	0,58			0,525	1	0,53	0,275	0,52	1,00	1,00	1,00	1,00	0,16	0,00	0,00	**0,42**	
okno20	0,52	0,59	0,70	1	V	0,58			1,505	1	1,51	0,975	0,65	1,00	1,00	1,00	1,00	0,57	0,00	0,00	**1,06**	
okno21	0,52	0,59	0,72	1	V	0,58			1,235	1	1,24	0,765	0,62	1,00	1,00	1,00	1,00	0,44	0,00	0,00	**0,88**	
okno22	0,52	0,59	0,73	1	S	0,58			0,965	1	0,97	0,555	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	0,32	0,00	0,00	**0,71**	
okno23	0,52	0,59	0,73	1	S	0,58			1,063	1	1,06	0,683	0,64	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40	0,00	0,00	**0,78**	
okno24	0,52	0,59	0,73	1	S	0,58			1,063	1	1,06	0,683	0,64	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40	0,00	0,00	**0,78**	
okno25	0,52	0,59	0,73	1	S	0,58			1,063	1	1,06	0,683	0,64	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40	0,00	0,00	**0,78**	
okno26	0,52	0,59	0,73	1	S	0,58			1,063	1	1,06	0,683	0,64	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40	0,00	0,00	**0,78**	
okno27	0,52	0,59	0,73	1	S	0,58			1,063	1	1,06	0,683	0,64	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40	0,00	0,00	**0,78**	
okno28	0,52	0,59	0,73	1	S	0,58			1,063	1	1,06	0,683	0,64	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40	0,00	0,00	**0,78**	Uprům
										28	94,6						**CELKEM**	**42,2**	**0,0**	**0,0**	**60,4**	**0,64** W/m2K

Rekapitulace oken dle orientace *j* :

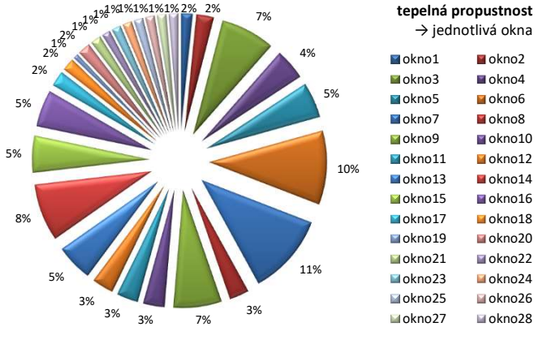
Orientace	celková plocha $A_{W,j}$ m²	sběrná plocha $A_{s,j}$ m²	tepelná propustnost $L_{D,4,j}$ W/K
S	19,0	**8,3**	12,5
J	14,0	**6,1**	23,9
V	31,9	**14,1**	10,9
Z	29,7	**13,7**	13,1
CELKEM	**94,6**	**42,2**	**60,4**

Dveře mezi vytápěným prostorem a vnějším prostředím:

Dveře	orientace	šířka b m	výška h m	plocha A_D m²	počet ks	celková plocha A_D m²	déka ostění o_1 m	déka parapetu o_2 m	souč. prost. tepla U W/(m²·K)	tepel. propust. $L_{D,4,j}$ W/K
dveře 1	S			2,205	1	2,21	0,00	0,00	0,67	**1,48**
dveře 2	J									
dveře 3	V									
dveře 4	Z									
					CELKEM	**2,21**	**0,00**	**0,00**		**1,5**

Celková plocha výplní otvorů dle orientace *j* :

Orientace	celková plocha A_j m²
S	**21,2**
J	**14,0**
V	**31,9**
Z	**29,7**
CELKEM	**96,8**



tepelná propustnost
→ jednotlivá okna

okno1 okno2
okno3 okno4
okno5 okno6
okno7 okno8
okno9 okno10
okno11 okno12
okno13 okno14
okno15 okno16
okno17 okno18
okno19 okno20
okno21 okno22
okno23 okno24
okno25 okno26
okno27 okno28

MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM - NEVYTÁPĚNÉ PROSTORY

dle ČSN EN ISO 13789

Měrná tepelná ztráta z nevytápěného prostoru do venkovního prostředí H_{ue} (W/K):

Prvek	orientace	celková plocha A_T m²	čistá plocha A m²	součinitel prostupu tepla U W/(m².K)	**tepelná propustnost L_{Due} W/K**
1	S	17,1	17,1	0,115	**2,0**
2	J	17,1	17,1	1,500	**25,6**
3	V	15,7	15,7	0,115	**1,8**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
				CELKEM	**29,4** W/K

Ztráta podlahou na terénu:

Plocha podlahy	A	41,3	m²
Exponovaný obvod podlahy	P	25,9	m
Charakteristický rozměr podlahy	B'	3,2	m
Tloušťka obvodové stěny	w	0,56	m
Tepelná vodivost zeminy	λ	2,0	W/(m.K)
Odpor při přestupu tepla na vnitřní staně podlahy	R_{si}	0,17	m².K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější staně podlahy	R_{se}	0,00	m².K/W
Tepelný odpor podlahové desky	R_f	3,00	m².K/W
Ekvivalentní tloušťka podlahy	d_t	6,90	m
Splnění podmínky $d_t \geq B'$		ANO	
Základní hodnota součinitele prostupu tepla podlahy	U_{ue0}	0,24	W/(m².K)
Ustálená tepelná propustnost zeminou	L_{Sue}	**9,8**	**W/K**

Objem vnitřního vzduchu nevytápěného prostoru	V_{ua}	82,5	m³
Násobnost výměny vzduchu mezi nevytápěným prostorem a venkovním prostředím	n	0,5	1/h
Vzduchový tok mezi nevyt. prostorem a venkovním prostředím	V_{ue}	41	m³/h
Měrná tepelná ztráta větráním mezi nevytápěným prostorem a venkovním prostředím	$H_{V,ue}$	**14,0**	**W/K**
Měrná tepelná ztráta z nevytáp. prostoru do venkovního prostředí	H_{ue}	**53,2**	**W/K**
Činitel teplotní redukce mezi vytápěným a nevytáp. prostorem	b	**0,90**	-
Měrná ztráta prostupem tepla nevytápěným prostorem	H_U	**5,1**	**W/K**

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do nevytápěného H_{iu} (W/K):

Prvek	celková plocha A_T m²	čistá plocha A m²	součinitel prostupu tepla U W/(m².K)	**tepelná propustnost L_{Diu} W/K**
Stěna	15,3	15,3	0,115	**1,8**
Strop	41,3	41,3	0,095	**3,9**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
			CELKEM	**5,7** W/K

Objem vnitřního vzduchu vytápěného prostoru	V_{ua}	0,0	m³
Násobnost výměny vzduchu mezi vytápěným prostorem a nevytápěným	n	0,00	1/h
Vzduchový tok mezi vytápěným prostorem a nevytápěným	V_{iu}	0	m³/h
Měrná tepelná ztráta větráním mezi vytápěným prostorem a nevytápěným	$H_{V,iu}$	**0,0**	**W/K**
Měrná tepelná ztráta z vytápěného do nevytápěného prostoru	H_{iu}	**5,7**	**W/K**

MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM - MECHANICKÉ VĚTRÁNÍ SE ZZT

dle ČSN EN ISO 13790

Vstupní parametry:

Objem vnitřního vzduchu	V_a	779,9	m^3
Měrný objemový tok přiváděného čerstvého vzduchu		25	$m^3/(os \cdot h)$
Násobnost výměny vzduchu	n	0,11	1/h
Objemový tok vzduchu při Δp = 50 Pa	n_{50}	0,60	1/h
Součinitel větrné expozice	e	0,01	-
Součinitel větrné expozice	f	20	-

Součinitele větrné expozice e a f:

Součinitel e pro třídu stínění:	Více než jedna exponovaná fasáda	Jedna exponovaná fasáda
bez stínění	0,10	0,03
mírné stínění	0,07	0,02
významné stínění	0,04	0,01
Součinitel f	15	20

Objemový tok vzduchu:

Objemový tok přiváděného vzduchu	V_f	87,5	m^3/h
Účinnost rekuperace	η	85%	
Zmenšený objemový tok přiváděného vzduchu	V	13,1	m^3/h
Přídavný objemový tok vzduchu	V_x	4,7	m^3/h
Celkový objemový tok vzduchu	V	17,8	m^3/h

Měrná tepelná ztráta větráním:

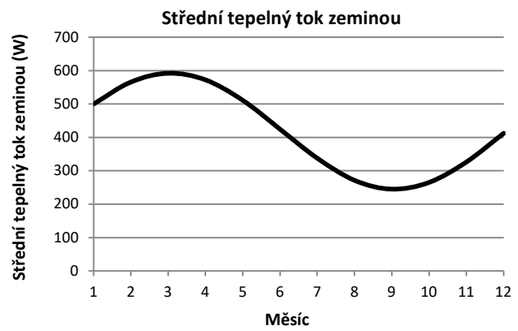
Měrná tepelná kapacita vzduchu o jednotkovém objemu	$\rho_a c_a$	0,34	$Wh/(m^3 \cdot K)$
Měrná tepelná ztráta větráním	H_V	**6,05**	**W/K**

TEPELNÝ TOK ZEMINOU - PODLAHA NA TERÉNU

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

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

Měsíc	měsíční prům. vnitřní teplota $T_{i,m}$ (°C)	měsíční prům. venkovní teplota $T_{e,m}$ (°C)	střední tepelný tok zeminou Φ_G (W)
1	20,0	-0,9	**500**
2	20,0	0,5	**566**
3	20,0	4,1	**592**
4	20,0	9,1	**572**
5	20,0	14,0	**511**
6	20,0	17,7	**425**
7	20,0	19,0	**338**
8	20,0	17,7	**272**
9	20,0	14,0	**245**
10	20,0	9,1	**265**
11	20,0	4,1	**326**
12	20,0	0,5	**412**
		9,1	



Roční průměrná vnitřní teplota	$T_{i,mean}$	20,00	°C
Roční průměrná vnější teplota	$T_{e,mean}$	9,07	°C
Amplituda kolísání měsíčních průměrných vnitřních teplot	$T_{i,amp}$	0,00	K
Amplituda kolísání měsíčních průměrných vnějších teplot	$T_{e,amp}$	9,95	K
Pořadové číslo měsíce, kdy je dosaženo nejnižší vnější teploty	τ	1	-

Základní hodnota součinitele prostupu tepla podlahy U_0 (W/(m^2.K)):

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

Plocha podlahy	A	242,8	m^2
Exponovaný obvod podlahy	P	99,7	m
Charakteristický rozměr podlahy	B'	4,9	m
Tloušťka obvodové stěny	w	0,5	m
Tepelná vodivost zeminy	λ	2,0	W/(m·K)
Odpor při přestupu tepla na vnitřní staně podlahy	$R_{si,f}$	0,17	m^2·K/W
Odpor při přestupu tepla na rozhraní podlaha / zemina	$R_{se,g}$	0,00	m^2·K/W
Odpor při přestupu tepla na povrchu terénu	R_{se}	0,04	m^2·K/W
Tepelný odpor skladby podlahy	R_f	4,6	m^2·K/W
Ekvivalentní tloušťka podlahy	d_t	10,02	m
Splnění podmínky $d_t \geq B'$		ANO	
Základní hodnota součinitele prostupu tepla podlahy	U_0	**0,162**	**W/(m^2·K)**

Tepelně-technické vlastnosti zeminy:

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

Součinitel prostupu tepla skladby podlahy

U_f 0,211 W/(m^2.K)

Ustálená tepelná prospustnost L_s (W/K):

(podlaha na zemině se svislou okrajovou izolací)

Tloušťka svislé okrajové izolace	d_n	0,08	m
Tepelná vodivost svislé okrajové izolace	λ_n	0,035	W/(m·K)
Tepelný odpor svislé okrajové izolace	R_n	2,29	m^2·K/W
Přídavná účinná tloušťka při umístění okrajové izolace	d'	2,25	m
Hloubka svislé okrajové izolace pod terénem	D	0,5	m
Doplňkový lin. čin. prost. tepla při umístění svislé okraj. izolace	$\Delta\Psi$	-0,0107	W/(m·K)
Ustálená tepelná propustnost zeminou	L_s	**38,3**	**W/K**

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

b 0,75 -

Periodické tepelné propustnosti:

(podlaha na zemině se svislou okrajovou izolací)

Objemová tepelná kapacita zeminy	$(\rho \cdot c)$	2,50E+06	J/(m^3·K)
Periodická hloubka průniku	δ	2,83	m
Časový předstih cyklu tepelného toku oproti cyklu vnitřní teploty	α	0,235	měsíců
Časové zpoždění cyklu tepelného toku oproti cyklu vnější teploty	β	2,071	měsíců
Vnitřní periodická tepelná propustnost	L_{pi}	**42,1**	**W/K**
Vnější periodická tepená propustnost	L_{pe}	**17,5**	**W/K**

KLIMATICKÁ DATA - MĚSÍČNÍ

Popis lokality:

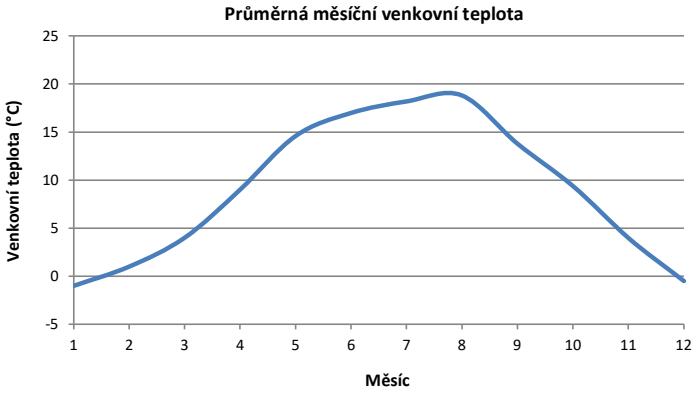
Místo: Praha
GPS: 50° s.š. / 14° v.d.
Nadmořská výška: 220 m.n.m.

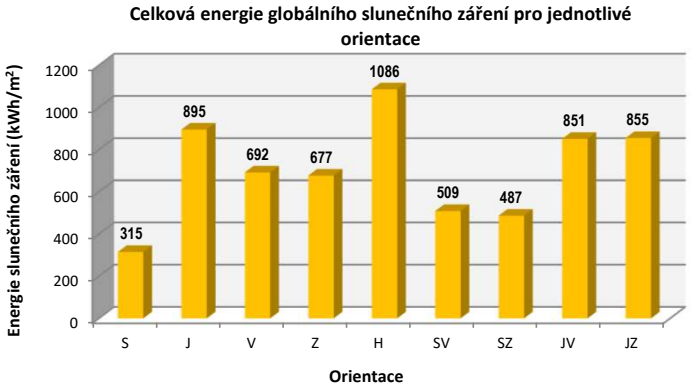
Energie slunečního záření v MJ/m²:

Měsíc	počet dnů	venkovní teplota θ_e (°C)	Celková energie globálního slunečního záření pro jednotlivé orientace $I_{s,j}$ S	J	V	Z	H	SV	SZ	JV	JZ
			MJ/m²								
1	31	-2,4	47	104	58	58	76	47	47	86	86
2	28	-0,9	72	162	97	97	133	76	76	137	137
3	31	3,0	115	234	162	162	259	122	122	209	209
4	30	7,7	158	292	238	238	410	184	184	277	277
5	31	12,7	209	313	299	299	536	245	245	320	320
6	30	15,9	216	284	292	292	526	248	248	299	299
7	31	17,5	212	292	288	288	518	245	245	302	302
8	31	17,0	184	320	277	277	490	216	216	313	313
9	30	13,3	126	256	187	187	313	140	140	234	234
10	31	8,3	86	220	126	126	205	90	90	184	184
11	30	2,9	47	112	61	61	90	47	47	94	94
12	31	-0,6	32	72	40	40	54	32	32	61	61

Energie slunečního záření v kWh/m²:

Měsíc	počet dnů	venkovní teplota θ_e (°C)	Celková energie globálního slunečního záření pro jednotlivé orientace $I_{s,j}$ S	J	V	Z	H	SV	SZ	JV	JZ
			kWh/m²								
1	31	-1,0	7	50	15	20	23	12	12	37	44
2	28	1,0	13	56	26	28	40	20	20	47	51
3	31	4,0	23	82	51	53	79	36	37	73	76
4	30	9,0	32	95	74	72	118	51	49	92	86
5	31	14,6	47	97	104	93	161	79	73	109	98
6	30	17,0	52	87	115	88	166	91	73	108	88
7	31	18,2	47	93	100	93	162	78	75	103	97
8	31	18,8	38	100	88	88	143	64	63	101	100
9	30	13,8	24	95	60	64	96	38	40	82	86
10	31	9,4	17	75	34	48	57	21	25	51	71
11	30	4,0	9	36	14	18	24	10	11	25	32
12	31	-0,5	6	29	11	12	17	9	9	23	26
	365	**9,1**	**315**	**895**	**692**	**677**	**1086**	**509**	**487**	**851**	**855**
			131	518	285	315	454	197	203	430	472
			77,02	103,65	211,23	348,32	416,99				





Příloha H - Výstupy z energetického modelu
Varianta B

ČASOVÁ KONSTATNTA BUDOVY

dle ČSN EN ISO 13790

Konstanta pro výpočet kapacity dle třídy budovy	K	110 000	J/K
Podlahová plocha vytápěné zóny	A_f	234	m^2
Účinná vnitřní tepelná kapacita budovy	C_m	7162	Wh/K
Časová konstatnta budovy	**τ**	**39**	**hod**

Třída	K J/K
velmi lehká	80 000
lehká	110 000
střední	165 000
těžká	260 000
velmi těžká	370 000

Příloha H - Výstupy z energetického modelu
Varianta C

ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Základní popis zóny:

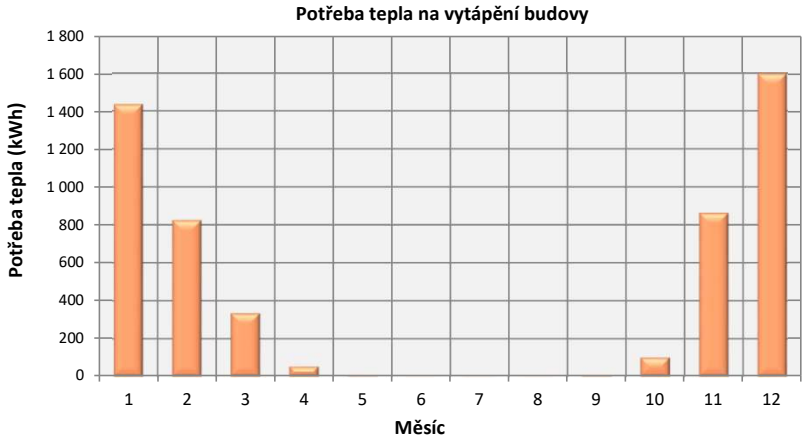
Počet osob	n_{os}	5	os	
Přítomnost osob (procento času)	p	70%		
Požadovaná vnitřní teplota	θ_i	20	°C	
Objem vytápěné zóny	V	989,8	m^3	← z vnějších rozměrů
Plocha obalových konstrukcí vytápěné zóny	A	974,0	m^2	
Podlahová plocha vytápěné zóny	A_f	234,4	m^2	← z celkových vnitřních rozměrů
Objemový faktor tvaru budovy	A/V	0,98	-	

POTŘEBA TEPLA

dle ČSN EN ISO 13790

Potřeba tepla na vytápění budovy Q_h (kWh):

Měsíc	délka *t* dny d	hodiny hod	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)
1	31	744	-1,0	20,0	**2 585**	**1 148**	**1 437**
2	28	672	1,0	20,0	**2 189**	**1 363**	**825**
3	31	744	4,0	20,0	**2 127**	**1 794**	**333**
4	30	720	9,0	20,0	**1 534**	**1 481**	**53**
5	31	744	14,6	20,0	**949**	**946**	**3**
6	30	720	17,0	20,0	**612**	**612**	**0**
7	31	744	18,2	20,0	**441**	**441**	**0**
8	31	744	18,8	20,0	**329**	**328**	**0**
9	30	720	13,8	20,0	**809**	**803**	**5**
10	31	744	9,4	20,0	**1 314**	**1 214**	**100**
11	30	720	4,0	20,0	**1 867**	**1 003**	**864**
12	31	744	-0,5	20,0	**2 467**	**869**	**1 598**
				CELKEM ZA ROK	**17 223**	**12 003**	**5 220**



Měrná potřeba tepla budovy:

Měrná potřeba tepla budovy vztažená k vytápěné ploše	E_A	**22,3**	**kWh/(m²·a)**
Měrná potřeba tepla budovy vztažená k vytápěnému objemu	E_V	**5,3**	**kWh/(m³·a)**

PROSTUP TEPLA OBÁLKOU BUDOVY

dle ČSN 730540-2

Vypočtená hodnota	U_{em}	**0,17**	**W/(m²·K)**

TEPELNÉ ZTRÁTY - JEDNOZÓNOVÝ VÝPOČET - BEZ PŘERUŠOVANÉHO VYTÁPĚNÍ

dle ČSN EN ISO 13790

Celková tepelná ztráta Q_L (kWh):

Měsíc	délka *t* dny	hodiny	venkovní teplota	vnitřní teplota	tepelná ztráta prostupem stěny	střechy	okna	dveře	vazby a mosty	nevytápěné	CELKEM	tep. ztráta větráním	tep. ztráta zeminou	tepelná ztráta Q_L
	d	hod	θ_e (°C)	θ_i (°C)	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
1	31	744	-1,0	20,0	387	390	944	23	304	70	**2 119**	**95**	**372**	**2 585**
2	28	672	1,0	20,0	316	319	771	19	249	57	**1 731**	**77**	**380**	**2 189**
3	31	744	4,0	20,0	295	297	719	18	232	54	**1 614**	**72**	**441**	**2 127**
4	30	720	9,0	20,0	196	198	478	12	154	36	**1 074**	**48**	**412**	**1 534**
5	31	744	14,6	20,0	99	100	243	6	78	18	**545**	**24**	**380**	**949**
6	30	720	17,0	20,0	53	54	130	3	42	10	**293**	**13**	**306**	**612**
7	31	744	18,2	20,0	33	33	81	2	26	6	**182**	**8**	**251**	**441**
8	31	744	18,8	20,0	22	22	54	1	17	4	**121**	**5**	**202**	**329**
9	30	720	13,8	20,0	110	111	270	7	87	20	**605**	**27**	**176**	**809**
10	31	744	9,4	20,0	195	197	476	12	154	35	**1 069**	**48**	**197**	**1 314**
11	30	720	4,0	20,0	285	288	696	17	224	52	**1 562**	**70**	**235**	**1 867**
12	31	744	-0,5	20,0	377	381	921	23	297	69	**2 068**	**92**	**307**	**2 467**
				CELKEM	2 369	2 392	5 785	141	1 865	431	**12 983**	**580**	**3 660**	**17 223**
					13,8%	13,9%	33,6%	0,8%	10,8%	2,5%	75,4%	3,4%	21,3%	100,0%

Rekapitulace měrných tepelných ztrát:

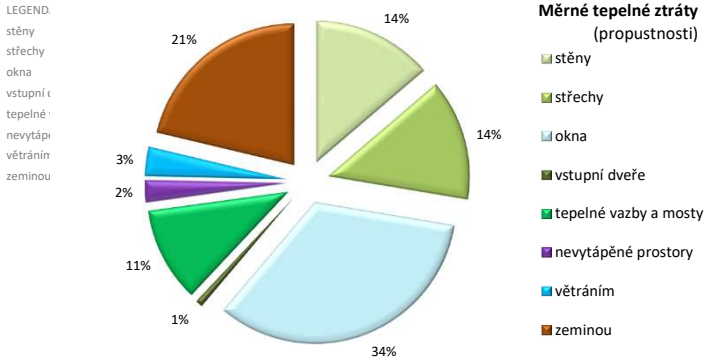
Tepelná propustnost - stěny	$L_{D,1}$	24,7	W/K
Tepelná propustnost - střechy	$L_{D,2}$	25,0	W/K
Tepelná propustnost - okna	$L_{D,3}$	60,4	W/K
Tepelná propustnost - vstupní dveře	$L_{D,4}$	1,5	W/K
Tepelná propustnost - tepelné vazby a mosty	$L_{D,5}$	19,5	W/K
Tepelná propustnost - nevytápěné prostory	$L_{D,6}$	4,5	W/K
Měrná tepelná ztráta prostupem	H_T	**131,1**	**W/K**
Měrná tepelná ztráta větráním	H_V	**6,1**	**W/K**
Ustálená tepelná propustnost zeminou	L_s	**38,3**	**W/K**
Měrná tepelná ztráta (bez ztráty zeminou)	H'	**137,1**	**W/K**

Přirážka na tepelné vazby a mosty: 0,02 W/(m²·K)

Měrná tepelná ztráta (se ztrátou zeminou L_s) H 175,5 W/K

↑ pro výpočet časové konstanty budovy

Tepelná ztráta (potřebný výkon dodaný zdrojem tepla) Q 6 317 W



TEPELNÉ ZISKY - VNITŘNÍ A SOLÁRNÍ

dle ČSN EN ISO 13790

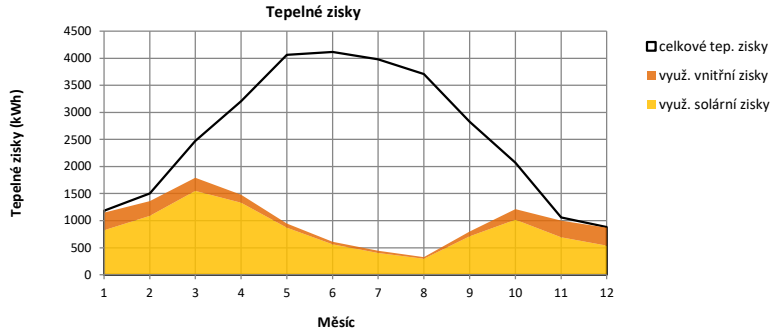
Vnitřní tepelné zisky:

Měrné vnitřní tepelné zisky		100	W/os
Vnitřní tepelné zisky	Q_i	450	W

Rekapitulace celkové sběrné plochy oken A_s:

Orientace	sběrná plocha $A_{s,j}$ (m^2)
S	8,3
J	6,1
V	14,1
Z	13,7
H	0,0
SV	0,0
SZ	0,0
JV	0,0
JZ	0,0
CELKEM	**42,23**

← doplnit dle skutečnosti odkazem na okna!



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

Měsíc	délka t dny d	délka t hodiny hod	čisté solární zisky pro jednotlivé orientace $Q_{s,j}$ (kWh) S	J	V	Z	H	SV	SZ	JV	JZ	CELKEM	vnitřní tep. zisky Q_i (kWh)	celkové tep. zisky Q_g (kWh)	poměr zisků a ztrát γ (-)	**stupeň využití η (-)**
1	31	744	58	305	212	275	0	0	0	0	0	850	335	1184	0,46	**0,97**
2	28	672	107	342	367	385	0	0	0	0	0	1201	302	1504	0,69	**0,91**
3	31	744	190	500	720	729	0	0	0	0	0	2139	335	2474	1,16	**0,73**
4	30	720	264	580	1045	990	0	0	0	0	0	2879	324	3203	2,09	**0,46**
5	31	744	388	592	1469	1278	0	0	0	0	0	3727	335	4062	4,28	**0,23**
6	30	720	429	531	1624	1210	0	0	0	0	0	3794	324	4118	6,73	**0,15**
7	31	744	388	567	1412	1278	0	0	0	0	0	3646	335	3981	9,03	**0,11**
8	31	744	314	610	1243	1210	0	0	0	0	0	3376	335	3711	11,30	**0,09**
9	30	720	198	580	847	880	0	0	0	0	0	2505	324	2829	3,50	**0,28**
10	31	744	140	458	480	660	0	0	0	0	0	1738	335	2073	1,58	**0,59**
11	30	720	74	220	198	247	0	0	0	0	0	739	324	1063	0,57	**0,94**
12	31	744	50	177	155	165	0	0	0	0	0	547	335	882	0,36	**0,99**
												27141,7		**31 084**		

Využitelné solární a vnitřní tepelné zisky:

Měsíc	délka t dny d	délka t hodiny hod	využitelné solární zisky pro jednotlivé orientace $Q_{s,j}$ (kWh) S	J	V	Z	H	SV	SZ	JV	JZ	**CELKEM**	**využ. vnitřní tep. zisky Q_i (kWh)**	**celkové využ. tep. zisky Q_g (kWh)**
1	31	744	56	296	205	267	0	0	0	0	0	**824**	**325**	**1 148**
2	28	672	97	310	333	349	0	0	0	0	0	**1 089**	**274**	**1 363**
3	31	744	138	363	522	528	0	0	0	0	0	**1 551**	**243**	**1 794**
4	30	720	122	268	483	458	0	0	0	0	0	**1 331**	**150**	**1 481**
5	31	744	90	138	342	298	0	0	0	0	0	**868**	**78**	**946**
6	30	720	64	79	241	180	0	0	0	0	0	**564**	**48**	**612**
7	31	744	43	63	156	142	0	0	0	0	0	**404**	**37**	**441**
8	31	744	28	54	110	107	0	0	0	0	0	**299**	**30**	**328**
9	30	720	56	165	241	250	0	0	0	0	0	**711**	**92**	**803**
10	31	744	82	268	281	387	0	0	0	0	0	**1 018**	**196**	**1 214**
11	30	720	70	207	186	233	0	0	0	0	0	**697**	**306**	**1 003**
12	31	744	49	174	153	163	0	0	0	0	0	**539**	**330**	**869**
											CELKEM	**9 895**	**2 108**	**12 003**

Pomocné charakteristiky pro výpočet stupně využití tepelných zisků:

Číselný parametr	a_0	1	-	← hodnota pro trvale vytápěné budovy a měsíční výpočet
Časová konstanta	τ_0	15	h	← hodnota pro trvale vytápěné budovy a měsíční výpočet
Číselný parametr	a	3,7	-	

8 872

MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM - NEPRŮSVITNÉ KONSTRUKCE

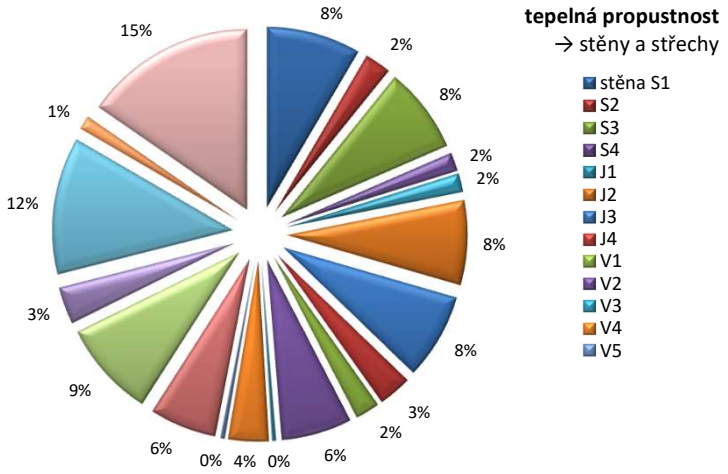
dle ČSN EN ISO 13789 - přímý prostup tepla do vnějšího prostředí (→ plošné neprůsvitné konstrukce, kromě dveří)

Obvodové stěny mezi vytápěným prostorem a vnějším prostředím:

Stěna	orientace	šířka b m	výška h m	celková plocha A_T m²	plocha výplní otvorů A_G m²	A_G %	čistá plocha A m²	součinitel prostupu tepla U W/(m².K)	tepelná propustnost $L_{D,1,i}$ W/K
stěna S1	S	-	-				25,2	0,098	2,47
S2	S						7,1	0,098	0,69
S3	S						23,0	0,098	2,25
S4	S						5,0	0,098	0,49
J1							5,02	0,098	0,49
J2							22,69	0,098	2,22
J3							23,06	0,098	2,26
J4							8,94	0,098	0,88
V1							6,53	0,098	0,64
V2							18,85	0,098	1,85
V3							1,04	0,098	0,10
V4							10,78	0,098	1,06
V5							1,13	0,098	0,11
V6							17,93	0,098	1,76
Z1							25,84	0,098	2,53
Z2							9,94	0,098	0,97
Z3							36,74	0,098	3,60
Boční světlík							5,18	0,071	0,37
				0,0	0,0		**253,9**		24,7
								CELKEM	

Střechy (mezi vytápěným prostorem a venkovním) prostředím:

Střechy	šířka b m	výška h m	celková plocha A_T m²	plocha výplní otvorů A_G m²	A_G %	čistá plocha A m²	součinitel prostupu tepla U W/(m².K)	tepelná propustnost $L_{D,2,i}$ W/K
1	-	-				63,33	0,071	4,50
2						69,70	0,071	4,95
P						164,56	0,083	13,66
Světlík						26,39	0,071	1,87
			0,0			**63,33**		25,0
							CELKEM	



MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM - VÝPLNĚ OTVORŮ

dle ČSN EN ISO 10077-1 a ČSN EN ISO 13790

Okna mezi vytápěným prostorem a vnějším prostředím:

Okno	součinitel prostupu tepla			podlaží	orientace	energetická propustnost	šířka	výška	plocha	počet	celková plocha	plocha zasklení	korekční činitelé					sběrná plocha	déka ostění	déka parapetu	tepelná propustnost	
	U_g W/(m²·K)	U_f W/(m²·K)	U_W W/(m²·K)			g_{normal} -	b m	h m	A_W m²	ks	A_W m²	A_g m²	F_F -	F_C -	F_o -	F_f -	F_h -	A_s m²	o_1 m	o_2 m	$L_{D,3,i}$ W/K	
okno1	0,52	0,59	0,71	1	S	0,58			1,35	1	1,35	0,88	0,65	1,00	1,00	1,00	1,00	0,51	0,00	0,00	**0,96**	
okno2	0,52	0,59	0,68	1	V	0,58			2,16	1	2,16	1,5	0,69	1,00	1,00	1,00	1,00	0,87	0,00	0,00	**1,46**	
okno3	0,52	0,59	0,61	1	V	0,58			7,371	1	7,37	6,025	0,82	1,00	1,00	1,00	1,00	3,49	0,00	0,00	**4,51**	
okno4	0,52	0,59	0,64	1	V	0,58			4,05	1	4,05	3,25	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,89	0,00	0,00	**2,59**	
okno5	0,52	0,59	0,63	1	V	0,58			4,685	1	4,69	3,538	0,76	1,00	1,00	1,00	1,00	2,05	0,00	0,00	**2,97**	
okno6	0,52	0,59	0,60	1	S	0,58			10,26	1	10,26	8,7	0,85	1,00	1,00	1,00	1,00	5,05	0,00	0,00	**6,15**	
okno7	0,52	0,59	0,60	1	J	0,58			11,26	1	11,26	8,7	0,77	1,00	1,00	1,00	1,00	5,05	0,00	0,00	**6,74**	
okno8	0,52	0,59	0,67	1	V	0,58			2,43	1	2,43	1,75	0,72	1,00	1,00	1,00	1,00	1,02	0,00	0,00	**1,63**	
okno9	0,52	0,59	0,62	1	V	0,58			6,48	1	6,48	5,3	0,82	1,00	1,00	1,00	1,00	3,07	0,00	0,00	**4,00**	
okno10	0,52	0,59	0,66	1	J	0,58			2,7	1	2,70	1,82	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	1,06	0,00	0,00	**1,79**	
okno11	0,52	0,59	0,66	1	Z	0,58			2,7	1	2,70	2	0,74	1,00	1,00	1,00	1,00	1,16	0,00	0,00	**1,79**	
okno12	0,52	0,59	0,66	1	Z	0,58			2,7	1	2,70	2	0,74	1,00	1,00	1,00	1,00	1,16	0,00	0,00	**1,79**	
okno13	0,52	0,59	0,63	1	Z	0,58			4,86	1	4,86	4	0,82	1,00	1,00	1,00	1,00	2,32	0,00	0,00	**3,07**	
okno14	0,52	0,59	0,61	1	Z	0,58			7,83	1	7,83	6,45	0,82	1,00	1,00	1,00	1,00	3,74	0,00	0,00	**4,77**	
okno15	0,52	0,59	0,63	1	Z	0,58			4,86	1	4,86	4	0,82	1,00	1,00	1,00	1,00	2,32	0,00	0,00	**3,07**	
okno16	0,52	0,59	0,63	1	Z	0,58			4,86	1	4,86	4	0,82	1,00	1,00	1,00	1,00	2,32	0,00	0,00	**3,07**	
okno17	0,52	0,59	0,68	1	Z	0,58			1,89	1	1,89	1,25	0,66	1,00	1,00	1,00	1,00	0,73	0,00	0,00	**1,29**	
okno18	0,52	0,59	0,70	1	V	0,58			1,505	1	1,51	0,975	0,65	1,00	1,00	1,00	1,00	0,57	0,00	0,00	**1,06**	
okno19	0,52	0,59	0,79	1	V	0,58			0,525	1	0,53	0,275	0,52	1,00	1,00	1,00	1,00	0,16	0,00	0,00	**0,42**	
okno20	0,52	0,59	0,70	1	V	0,58			1,505	1	1,51	0,975	0,65	1,00	1,00	1,00	1,00	0,57	0,00	0,00	**1,06**	
okno21	0,52	0,59	0,72	1	V	0,58			1,235	1	1,24	0,765	0,62	1,00	1,00	1,00	1,00	0,44	0,00	0,00	**0,88**	
okno22	0,52	0,59	0,73	1	S	0,58			0,965	1	0,97	0,555	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	0,32	0,00	0,00	**0,71**	
okno23	0,52	0,59	0,73	1	S	0,58			1,063	1	1,06	0,683	0,64	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40	0,00	0,00	**0,78**	
okno24	0,52	0,59	0,73	1	S	0,58			1,063	1	1,06	0,683	0,64	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40	0,00	0,00	**0,78**	
okno25	0,52	0,59	0,73	1	S	0,58			1,063	1	1,06	0,683	0,64	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40	0,00	0,00	**0,78**	
okno26	0,52	0,59	0,73	1	S	0,58			1,063	1	1,06	0,683	0,64	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40	0,00	0,00	**0,78**	
okno27	0,52	0,59	0,73	1	S	0,58			1,063	1	1,06	0,683	0,64	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40	0,00	0,00	**0,78**	
okno28	0,52	0,59	0,73	1	S	0,58			1,063	1	1,06	0,683	0,64	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40	0,00	0,00	**0,78**	Uprům
										28	94,6						**CELKEM**	**42,2**	**0,0**	**0,0**	**60,4**	**0,64** W/m2K

Rekapitulace oken dle orientace *j* :

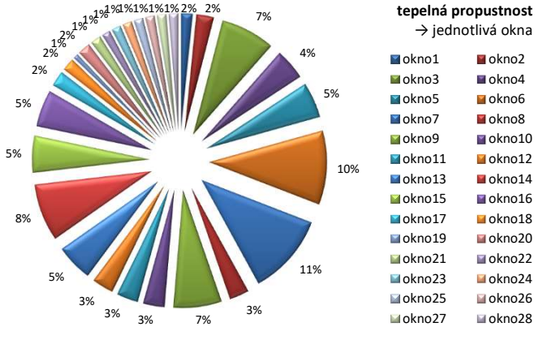
Orientace	celková plocha $A_{W,j}$ m²	sběrná plocha $A_{s,j}$ m²	tepelná propustnost $L_{D,4,j}$ W/K
S	19,0	**8,3**	12,5
J	14,0	**6,1**	23,9
V	31,9	**14,1**	10,9
Z	29,7	**13,7**	13,1
CELKEM	**94,6**	**42,2**	**60,4**

Dveře mezi vytápěným prostorem a vnějším prostředím:

Dveře	orientace	šířka b m	výška h m	plocha A_D m²	počet ks	celková plocha A_D m²	déka ostění o_1 m	déka parapetu o_2 m	souč. prost. tepla U W/(m²·K)	tepel. propust. $L_{D,4,j}$ W/K
dveře 1	S			2,205	1	2,21	0,00	0,00	0,67	**1,48**
dveře 2	J									
dveře 3	V									
dveře 4	Z									
					CELKEM	**2,21**	**0,00**	**0,00**		**1,5**

Celková plocha výplní otvorů dle orientace *j* :

Orientace	celková plocha A_j m²
S	**21,2**
J	**14,0**
V	**31,9**
Z	**29,7**
CELKEM	**96,8**



tepelná propustnost
→ jednotlivá okna

okno1 okno2
okno3 okno4
okno5 okno6
okno7 okno8
okno9 okno10
okno11 okno12
okno13 okno14
okno15 okno16
okno17 okno18
okno19 okno20
okno21 okno22
okno23 okno24
okno25 okno26
okno27 okno28

MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM - NEVYTÁPĚNÉ PROSTORY

dle ČSN EN ISO 13789

Měrná tepelná ztráta z nevytápěného prostoru do venkovního prostředí H_{ue} (W/K):

Prvek	orientace	celková plocha A_T m²	čistá plocha A m²	součinitel prostupu tepla U W/(m².K)	**tepelná propustnost L_{Due} W/K**
1	S	17,1	17,1	0,098	**1,7**
2	J	17,1	17,1	1,500	**25,6**
3	V	15,7	15,7	0,098	**1,5**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
				CELKEM	**28,8** W/K

Ztráta podlahou na terénu:

Plocha podlahy	A	41,3	m²
Exponovaný obvod podlahy	P	25,9	m
Charakteristický rozměr podlahy	B'	3,2	m
Tloušťka obvodové stěny	w	0,56	m
Tepelná vodivost zeminy	λ	2,0	W/(m.K)
Odpor při přestupu tepla na vnitřní staně podlahy	R_{si}	0,17	m².K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější staně podlahy	R_{se}	0,00	m².K/W
Tepelný odpor podlahové desky	R_f	3,00	m².K/W
Ekvivalentní tloušťka podlahy	d_t	6,90	m
Splnění podmínky $d_t \geq B'$		ANO	
Základní hodnota součinitele prostupu tepla podlahy	U_{ue0}	0,24	W/(m².K)
Ustálená tepelná propustnost zeminou	L_{Sue}	**9,8**	**W/K**

Objem vnitřního vzduchu nevytápěného prostoru	V_{ua}	82,5	m³
Násobnost výměny vzduchu mezi nevytápěným prostorem a venkovním prostředím	n	0,5	1/h
Vzduchový tok mezi nevyt. prostorem a venkovním prostředím	V_{ue}	41	m³/h
Měrná tepelná ztráta větráním mezi nevytápěným prostorem a venkovním prostředím	$H_{V,ue}$	**14,0**	**W/K**
Měrná tepelná ztráta z nevytáp. prostoru do venkovního prostředí	H_{ue}	**52,7**	**W/K**
Činitel teplotní redukce mezi vytápěným a nevytáp. prostorem	b	**0,91**	-
Měrná ztráta prostupem tepla nevytápěným prostorem	H_U	**4,5**	**W/K**

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do nevytápěného H_{iu} (W/K):

Prvek	celková plocha A_T m²	čistá plocha A m²	součinitel prostupu tepla U W/(m².K)	**tepelná propustnost L_{Diu} W/K**
Stěna	15,3	15,3	0,098	**1,5**
Strop	41,3	41,3	0,083	**3,4**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
			CELKEM	**4,9** W/K

Objem vnitřního vzduchu vytápěného prostoru	V_{ua}	0,0	m³
Násobnost výměny vzduchu mezi vytápěným prostorem a nevytápěným	n	0,00	1/h
Vzduchový tok mezi vytápěným prostorem a nevytápěným	V_{iu}	0	m³/h
Měrná tepelná ztráta větráním mezi vytápěným prostorem a nevytápěným	$H_{V,iu}$	**0,0**	**W/K**
Měrná tepelná ztráta z vytápěného do nevytápěného prostoru	H_{iu}	**4,9**	**W/K**

MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM - MECHANICKÉ VĚTRÁNÍ SE ZZT

dle ČSN EN ISO 13790

Vstupní parametry:

Objem vnitřního vzduchu	V_a	779,9	m^3
Měrný objemový tok přiváděného čerstvého vzduchu		25	$m^3/(os \cdot h)$
Násobnost výměny vzduchu	n	0,11	1/h
Objemový tok vzduchu při Δp = 50 Pa	n_{50}	0,60	1/h
Součinitel větrné expozice	e	0,01	-
Součinitel větrné expozice	f	20	-

Součinitele větrné expozice e a f:

Součinitel e pro třídu stínění:	Více než jedna exponovaná fasáda	Jedna exponovaná fasáda
bez stínění	0,10	0,03
mírné stínění	0,07	0,02
významné stínění	0,04	0,01
Součinitel f	15	20

Objemový tok vzduchu:

Objemový tok přiváděného vzduchu	V_f	87,5	m^3/h
Účinnost rekuperace	η	85%	
Zmenšený objemový tok přiváděného vzduchu	V	13,1	m^3/h
Přídavný objemový tok vzduchu	V_x	4,7	m^3/h
Celkový objemový tok vzduchu	V	17,8	m^3/h

Měrná tepelná ztráta větráním:

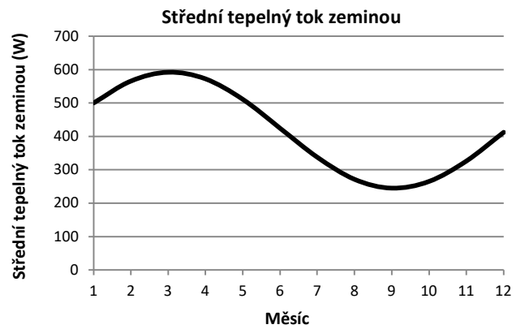
Měrná tepelná kapacita vzduchu o jednotkovém objemu	$\rho_a c_a$	0,34	$Wh/(m^3 \cdot K)$
Měrná tepelná ztráta větráním	H_V	**6,05**	**W/K**

TEPELNÝ TOK ZEMINOU - PODLAHA NA TERÉNU

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

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

Měsíc	měsíční prům. vnitřní teplota $T_{i,m}$ (°C)	měsíční prům. venkovní teplota $T_{e,m}$ (°C)	střední tepelný tok zeminou Φ_G (W)
1	20,0	-0,9	**500**
2	20,0	0,5	**566**
3	20,0	4,1	**592**
4	20,0	9,1	**572**
5	20,0	14,0	**511**
6	20,0	17,7	**425**
7	20,0	19,0	**338**
8	20,0	17,7	**272**
9	20,0	14,0	**245**
10	20,0	9,1	**265**
11	20,0	4,1	**326**
12	20,0	0,5	**412**
		9,1	



Roční průměrná vnitřní teplota	$T_{i,mean}$	20,00	°C
Roční průměrná vnější teplota	$T_{e,mean}$	9,07	°C
Amplituda kolísání měsíčních průměrných vnitřních teplot	$T_{i,amp}$	0,00	K
Amplituda kolísání měsíčních průměrných vnějších teplot	$T_{e,amp}$	9,95	K
Pořadové číslo měsíce, kdy je dosaženo nejnižší vnější teploty	τ	1	-

Základní hodnota součinitele prostupu tepla podlahy U_0 (W/(m^2.K)):

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

Plocha podlahy	A	242,8	m^2
Exponovaný obvod podlahy	P	99,7	m
Charakteristický rozměr podlahy	B'	4,9	m
Tloušťka obvodové stěny	w	0,5	m
Tepelná vodivost zeminy	λ	2,0	W/(m·K)
Odpor při přestupu tepla na vnitřní staně podlahy	$R_{si,f}$	0,17	m^2·K/W
Odpor při přestupu tepla na rozhraní podlaha / zemina	$R_{se,g}$	0,00	m^2·K/W
Odpor při přestupu tepla na povrchu terénu	R_{se}	0,04	m^2·K/W
Tepelný odpor skladby podlahy	R_f	4,6	m^2·K/W
Ekvivalentní tloušťka podlahy	d_t	10,02	m
Splnění podmínky $d_t \geq B'$		ANO	
Základní hodnota součinitele prostupu tepla podlahy	U_0	**0,162**	**W/(m^2·K)**

Tepelně-technické vlastnosti zeminy:

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

Součinitel prostupu tepla skladby podlahy

U_f 0,211 W/(m^2.K)

Ustálená tepelná prospustnost L_s (W/K):

(podlaha na zemině se svislou okrajovou izolací)

Tloušťka svislé okrajové izolace	d_n	0,08	m
Tepelná vodivost svislé okrajové izolace	λ_n	0,035	W/(m·K)
Tepelný odpor svislé okrajové izolace	R_n	2,29	m^2·K/W
Přídavná účinná tloušťka při umístění okrajové izolace	d'	2,25	m
Hloubka svislé okrajové izolace pod terénem	D	0,5	m
Doplňkový lin. čin. prost. tepla při umístění svislé okraj. izolace	$\Delta\Psi$	-0,0107	W/(m·K)
Ustálená tepelná propustnost zeminou	L_s	**38,3**	**W/K**

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

b 0,75 -

Periodické tepelné propustnosti:

(podlaha na zemině se svislou okrajovou izolací)

Objemová tepelná kapacita zeminy	$(\rho \cdot c)$	2,50E+06	J/(m^3·K)
Periodická hloubka průniku	δ	2,83	m
Časový předstih cyklu tepelného toku oproti cyklu vnitřní teploty	α	0,235	měsíců
Časové zpoždění cyklu tepelného toku oproti cyklu vnější teploty	β	2,071	měsíců
Vnitřní periodická tepelná propustnost	L_{pi}	**42,1**	**W/K**
Vnější periodická tepená propustnost	L_{pe}	**17,5**	**W/K**

KLIMATICKÁ DATA - MĚSÍČNÍ

Popis lokality:

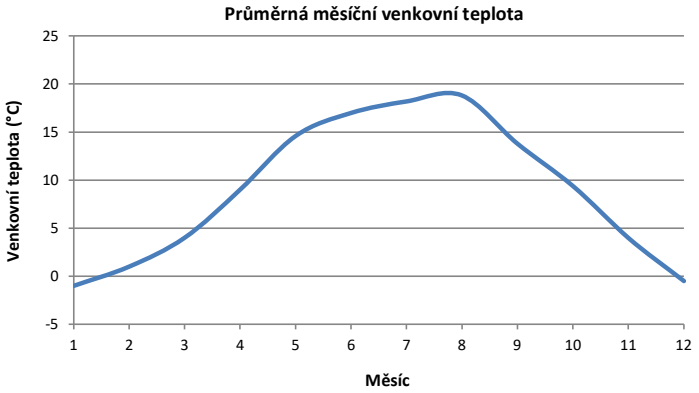
Místo: Praha
GPS: 50° s.š. / 14° v.d.
Nadmořská výška: 220 m.n.m.

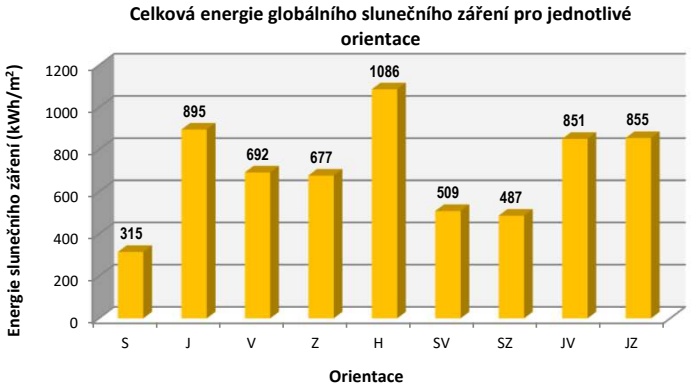
Energie slunečního záření v MJ/m²:

Měsíc	počet dnů	venkovní teplota θ_e (°C)	Celková energie globálního slunečního záření pro jednotlivé orientace $I_{s,j}$ S	J	V	Z	H	SV	SZ	JV	JZ
			MJ/m²								
1	31	-2,4	47	104	58	58	76	47	47	86	86
2	28	-0,9	72	162	97	97	133	76	76	137	137
3	31	3,0	115	234	162	162	259	122	122	209	209
4	30	7,7	158	292	238	238	410	184	184	277	277
5	31	12,7	209	313	299	299	536	245	245	320	320
6	30	15,9	216	284	292	292	526	248	248	299	299
7	31	17,5	212	292	288	288	518	245	245	302	302
8	31	17,0	184	320	277	277	490	216	216	313	313
9	30	13,3	126	256	187	187	313	140	140	234	234
10	31	8,3	86	220	126	126	205	90	90	184	184
11	30	2,9	47	112	61	61	90	47	47	94	94
12	31	-0,6	32	72	40	40	54	32	32	61	61

Energie slunečního záření v kWh/m²:

Měsíc	počet dnů	venkovní teplota θ_e (°C)	Celková energie globálního slunečního záření pro jednotlivé orientace $I_{s,j}$ S	J	V	Z	H	SV	SZ	JV	JZ
			kWh/m²								
1	31	-1,0	7	50	15	20	23	12	12	37	44
2	28	1,0	13	56	26	28	40	20	20	47	51
3	31	4,0	23	82	51	53	79	36	37	73	76
4	30	9,0	32	95	74	72	118	51	49	92	86
5	31	14,6	47	97	104	93	161	79	73	109	98
6	30	17,0	52	87	115	88	166	91	73	108	88
7	31	18,2	47	93	100	93	162	78	75	103	97
8	31	18,8	38	100	88	88	143	64	63	101	100
9	30	13,8	24	95	60	64	96	38	40	82	86
10	31	9,4	17	75	34	48	57	21	25	51	71
11	30	4,0	9	36	14	18	24	10	11	25	32
12	31	-0,5	6	29	11	12	17	9	9	23	26
	365	**9,1**	**315**	**895**	**692**	**677**	**1086**	**509**	**487**	**851**	**855**
			131	518	285	315	454	197	203	430	472
			77,02	103,65	211,23	348,32	416,99				





Příloha H - Výstupy z energetického modelu
Varianta C

ČASOVÁ KONSTATNTA BUDOVY

dle ČSN EN ISO 13790

Konstanta pro výpočet kapacity dle třídy budovy	K	110 000	J/K
Podlahová plocha vytápěné zóny	A_f	234	m^2
Účinná vnitřní tepelná kapacita budovy	C_m	7162	Wh/K
Časová konstatnta budovy	**τ**	**41**	**hod**

Třída	K J/K
velmi lehká	80 000
lehká	110 000
střední	165 000
těžká	260 000
velmi těžká	370 000

Příloha H - Výstupy z energetického modelu
Varianta A s uvažovaným stíněním

ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Základní popis zóny:

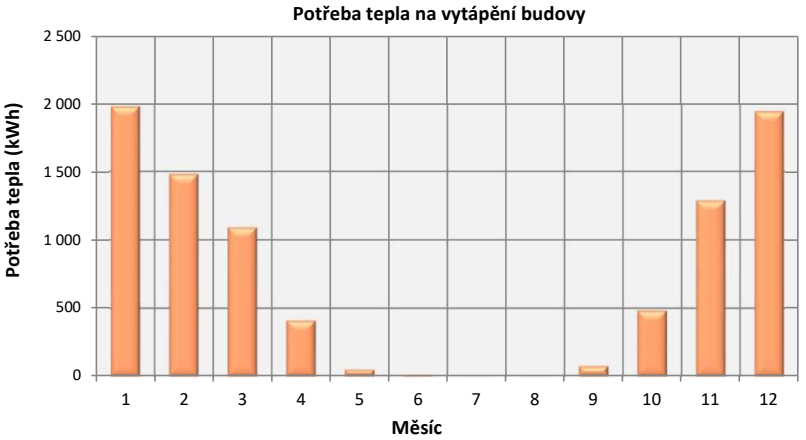
Počet osob	n_{os}	5	os	
Přítomnost osob (procento času)	p	70%		
Požadovaná vnitřní teplota	θ_i	20	°C	
Objem vytápěné zóny	V	989,8	m^3	← z vnějších rozměrů
Plocha obalových konstrukcí vytápěné zóny	A	974,0	m^2	
Podlahová plocha vytápěné zóny	A_f	234,4	m^2	← z celkových vnitřních rozměrů
Objemový faktor tvaru budovy	A/V	0,98	-	

POTŘEBA TEPLA

dle ČSN EN ISO 13790

Potřeba tepla na vytápění budovy Q_h (kWh):

Měsíc	délka *t* dny	délka *t* hodiny	venkovní teplota	vnitřní teplota	tepelná ztráta	celkové využ. tep. zisky	potřeba tepla
	d	hod	θ_e (°C)	θ_i (°C)	Q_L (kWh)	Q_g (kWh)	Q_h (kWh)
1	31	744	-1,0	20,0	**2 568**	**591**	**1 977**
2	28	672	1,0	20,0	**2 175**	**693**	**1 482**
3	31	744	4,0	20,0	**2 114**	**1 024**	**1 090**
4	30	720	9,0	20,0	**1 525**	**1 118**	**407**
5	31	744	14,6	20,0	**945**	**895**	**50**
6	30	720	17,0	20,0	**610**	**602**	**8**
7	31	744	18,2	20,0	**439**	**437**	**2**
8	31	744	18,8	20,0	**328**	**327**	**1**
9	30	720	13,8	20,0	**804**	**729**	**75**
10	31	744	9,4	20,0	**1 306**	**823**	**483**
11	30	720	4,0	20,0	**1 854**	**566**	**1 288**
12	31	744	-0,5	20,0	**2 450**	**510**	**1 940**
				CELKEM ZA ROK	**17 116**	**8 314**	**8 802**



Měrná potřeba tepla budovy:

Měrná potřeba tepla budovy vztažená k vytápěné ploše	E_A	**37,6**	**kWh/(m²·a)**
Měrná potřeba tepla budovy vztažená k vytápěnému objemu	E_V	**8,9**	**kWh/(m³·a)**

PROSTUP TEPLA OBÁLKOU BUDOVY

dle ČSN 730540-2

Vypočtená hodnota	U_{em}	**0,17**	**W/(m²·K)**

TEPELNÉ ZTRÁTY - JEDNOZÓNOVÝ VÝPOČET - BEZ PŘERUŠOVANÉHO VYTÁPĚNÍ

dle ČSN EN ISO 13790

Celková tepelná ztráta Q_L (kWh):

Měsíc	délka t dny	hodiny	venkovní teplota	vnitřní teplota	tepelná ztráta prostupem stěny	střechy	okna	dveře	vazby a mosty	nevytápěné	CELKEM	tep. ztráta větráním	tep. ztráta zeminou	tepelná ztráta Q_L
	d	hod	θ_e (°C)	θ_i (°C)	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
1	31	744	-1,0	20,0	398	367	944	23	304	64	**2 101**	**95**	**372**	**2 568**
2	28	672	1,0	20,0	325	300	771	19	249	53	**1 717**	**77**	**380**	**2 175**
3	31	744	4,0	20,0	303	280	719	18	232	49	**1 601**	**72**	**441**	**2 114**
4	30	720	9,0	20,0	202	186	478	12	154	33	**1 065**	**48**	**412**	**1 525**
5	31	744	14,6	20,0	102	94	243	6	78	17	**540**	**24**	**380**	**945**
6	30	720	17,0	20,0	55	51	130	3	42	9	**290**	**13**	**306**	**610**
7	31	744	18,2	20,0	34	31	81	2	26	6	**180**	**8**	**251**	**439**
8	31	744	18,8	20,0	23	21	54	1	17	4	**120**	**5**	**202**	**328**
9	30	720	13,8	20,0	114	105	270	7	87	18	**600**	**27**	**176**	**804**
10	31	744	9,4	20,0	201	185	476	12	154	33	**1 061**	**48**	**197**	**1 306**
11	30	720	4,0	20,0	294	271	696	17	224	47	**1 549**	**70**	**235**	**1 854**
12	31	744	-0,5	20,0	389	358	921	23	297	63	**2 051**	**92**	**307**	**2 450**
				CELKEM	2 441	2 250	5 785	141	1 865	395	**12 876**	**580**	**3 660**	**17 116**
					14,3%	13,1%	33,8%	0,8%	10,9%	2,3%	75,2%	3,4%	21,4%	100,0%

Rekapitulace měrných tepelných ztrát:

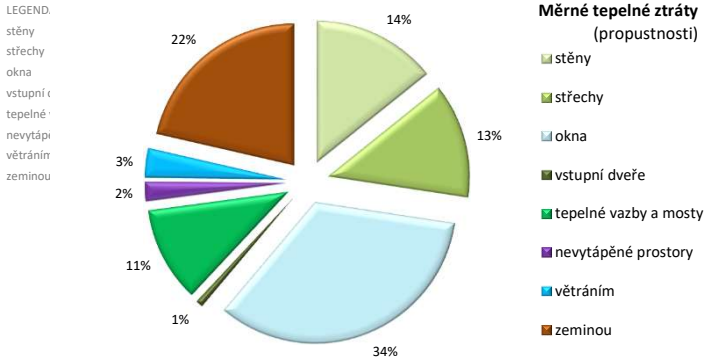
Tepelná propustnost - stěny	$L_{D,1}$	25,5	W/K
Tepelná propustnost - střechy	$L_{D,2}$	23,5	W/K
Tepelná propustnost - okna	$L_{D,3}$	60,4	W/K
Tepelná propustnost - vstupní dveře	$L_{D,4}$	1,5	W/K
Tepelná propustnost - tepelné vazby a mosty	$L_{D,5}$	19,5	W/K
Tepelná propustnost - nevytápěné prostory	$L_{D,6}$	4,1	W/K
Měrná tepelná ztráta prostupem	H_T	**130,4**	**W/K**
Měrná tepelná ztráta větráním	H_V	**6,1**	**W/K**
Ustálená tepelná propustnost zeminou	L_s	**38,3**	**W/K**
Měrná tepelná ztráta (bez ztráty zeminou)	H'	**136,4**	**W/K**

Přirážka na tepelné vazby a mosty: 0,02 W/(m²·K)

Měrná tepelná ztráta (se ztrátou zeminou L_s) H 174,7 W/K

↑ pro výpočet časové konstanty budovy

Tepelná ztráta (potřebný výkon dodaný zdrojem tepla) Q 6 290 W



TEPELNÉ ZISKY - VNITŘNÍ A SOLÁRNÍ

dle ČSN EN ISO 13790

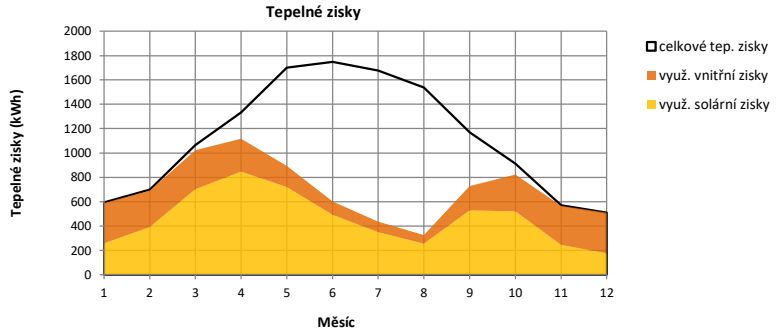
Vnitřní tepelné zisky:

Měrné vnitřní tepelné zisky		100	W/os
Vnitřní tepelné zisky	Q_i	450	W

Rekapitulace celkové sběrné plochy oken A_s:

Orientace	sběrná plocha $A_{s,j}$ (m^2)
S	7,0
J	0,8
V	4,9
Z	4,8
H	0,0
SV	0,0
SZ	0,0
JV	0,0
JZ	0,0
CELKEM	**17,54**

← doplnit dle skutečnosti odkazem na okna!



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

Měsíc	délka t dny d	délka t hodiny hod	čisté solární zisky pro jednotlivé orientace $Q_{s,j}$ (kWh) S	J	V	Z	H	SV	SZ	JV	JZ	CELKEM	vnitřní tep. zisky Q_i (kWh)	celkové tep. zisky Q_g (kWh)	poměr zisků a ztrát γ (-)	**stupeň využití η (-)**
1	31	744	49	38	74	96	0	0	0	0	0	258	335	593	0,23	**1,00**
2	28	672	91	43	129	135	0	0	0	0	0	397	302	700	0,32	**0,99**
3	31	744	161	63	252	255	0	0	0	0	0	731	335	1066	0,50	**0,96**
4	30	720	225	73	366	346	0	0	0	0	0	1010	324	1334	0,87	**0,84**
5	31	744	330	74	514	447	0	0	0	0	0	1366	335	1701	1,80	**0,53**
6	30	720	365	67	569	423	0	0	0	0	0	1424	324	1748	2,87	**0,34**
7	31	744	330	71	494	447	0	0	0	0	0	1343	335	1678	3,82	**0,26**
8	31	744	267	77	435	423	0	0	0	0	0	1202	335	1537	4,69	**0,21**
9	30	720	168	73	297	308	0	0	0	0	0	846	324	1170	1,46	**0,62**
10	31	744	119	58	168	231	0	0	0	0	0	576	335	911	0,70	**0,90**
11	30	720	63	28	69	87	0	0	0	0	0	247	324	571	0,31	**0,99**
12	31	744	42	22	54	58	0	0	0	0	0	176	335	511	0,21	**1,00**
												9575,8		**13 518**		

Využitelné solární a vnitřní tepelné zisky:

Měsíc	délka t dny d	délka t hodiny hod	využitelné solární zisky pro jednotlivé orientace $Q_{s,j}$ (kWh) S	J	V	Z	H	SV	SZ	JV	JZ	CELKEM	**využ. vnitřní tep. zisky Q_i (kWh)**	**celkové využ. tep. zisky Q_g (kWh)**
1	31	744	49	38	74	96	0	0	0	0	0	**257**	**334**	**591**
2	28	672	90	43	127	133	0	0	0	0	0	**394**	**299**	**693**
3	31	744	155	60	242	245	0	0	0	0	0	**702**	**321**	**1 024**
4	30	720	188	61	307	290	0	0	0	0	0	**846**	**272**	**1 118**
5	31	744	174	39	271	235	0	0	0	0	0	**719**	**176**	**895**
6	30	720	126	23	196	146	0	0	0	0	0	**490**	**112**	**602**
7	31	744	86	19	129	117	0	0	0	0	0	**350**	**87**	**437**
8	31	744	57	16	93	90	0	0	0	0	0	**256**	**71**	**327**
9	30	720	105	45	185	192	0	0	0	0	0	**527**	**202**	**729**
10	31	744	108	52	152	209	0	0	0	0	0	**520**	**303**	**823**
11	30	720	63	27	69	86	0	0	0	0	0	**245**	**321**	**566**
12	31	744	42	22	54	58	0	0	0	0	0	**176**	**334**	**510**
											CELKEM	**5 482**	**2 832**	**8 314**

Pomocné charakteristiky pro výpočet stupně využití tepelných zisků:

Číselný parametr	a_0	1	-	← hodnota pro trvale vytápěné budovy a měsíční výpočet
Časová konstanta	τ_0	15	h	← hodnota pro trvale vytápěné budovy a měsíční výpočet
Číselný parametr	a	3,7	-	

MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM - NEPRŮSVITNÉ KONSTRUKCE

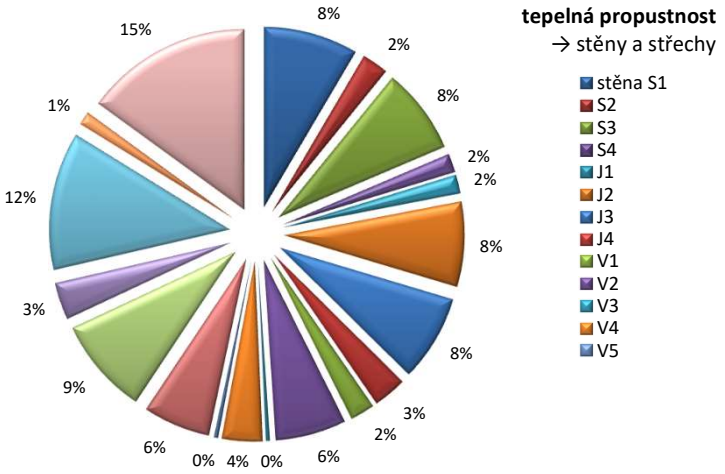
dle ČSN EN ISO 13789 - přímý prostup tepla do vnějšího prostředí (→ plošné neprůsvitné konstrukce, kromě dveří)

Obvodové stěny mezi vytápěným prostorem a vnějším prostředím:

Stěna	orientace	šířka b m	výška h m	celková plocha A_T m²	plocha výplní otvorů A_G m²	A_G %	čistá plocha A m²	součinitel prostupu tepla U W/(m².K)	tepelná propustnost $L_{D,1,i}$ W/K
stěna S1	S	-	-				25,2	0,101	2,55
S2	S						7,1	0,101	0,71
S3	S						23,0	0,101	2,32
S4	S						5,0	0,101	0,51
J1							5,02	0,101	0,51
J2							22,69	0,101	2,29
J3							23,06	0,101	2,33
J4							8,94	0,101	0,90
V1							6,53	0,101	0,66
V2							18,85	0,101	1,90
V3							1,04	0,101	0,11
V4							10,78	0,101	1,09
V5							1,13	0,101	0,11
V6							17,93	0,101	1,81
Z1							25,84	0,101	2,61
Z2							9,94	0,101	1,00
Z3							36,74	0,101	3,71
Boční světlík							5,18	0,071	0,37
				0,0	0,0		**253,9**		25,5
								CELKEM	

Střechy (mezi vytápěným prostorem a venkovním) prostředím:

Střechy	šířka b m	výška h m	celková plocha A_T m²	plocha výplní otvorů A_G m²	A_G %	čistá plocha A m²	součinitel prostupu tepla U W/(m².K)	tepelná propustnost $L_{D,2,i}$ W/K
1	-	-				63,33	0,071	4,50
2						69,70	0,071	4,95
P						164,56	0,074	12,18
Světlík						26,39	0,071	1,87
			0,0			**63,33**		23,5
							CELKEM	



MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM - VÝPLNĚ OTVORŮ

dle ČSN EN ISO 10077-1 a ČSN EN ISO 13790

Okna mezi vytápěným prostorem a vnějším prostředím:

Okno	součinitel prostupu tepla			podlaží	orientace	energetická propustnost	šířka	výška	plocha	počet	celková plocha	plocha zasklení	korekční činitelé					sběrná plocha	déka ostění	déka parapetu	tepelná propustnost	
	U_g W/(m²·K)	U_f W/(m²·K)	U_W W/(m²·K)			g_{normal} -	b m	h m	A_W m²	ks	A_W m²	A_g m²	F_F -	F_C -	F_o -	F_f -	F_h -	A_s m²	o_1 m	o_2 m	$L_{D,3,j}$ W/K	
okno1	0,52	0,59	0,71	1	S	0,58			1,35	1	1,35	0,88	0,65	1,00	1,00	1,00	0,85	0,43	0,00	0,00	**0,96**	
okno2	0,52	0,59	0,68	1	V	0,58			2,16	1	2,16	1,5	0,69	1,00	1,00	1,00	0,35	0,30	0,00	0,00	**1,46**	
okno3	0,52	0,59	0,61	1	V	0,58			7,371	1	7,37	6,025	0,82	1,00	1,00	1,00	0,35	1,22	0,00	0,00	**4,51**	
okno4	0,52	0,59	0,64	1	V	0,58			4,05	1	4,05	3,25	0,80	1,00	1,00	1,00	0,35	0,66	0,00	0,00	**2,59**	
okno5	0,52	0,59	0,63	1	V	0,58			4,685	1	4,69	3,538	0,76	1,00	1,00	1,00	0,35	0,72	0,00	0,00	**2,97**	
okno6	0,52	0,59	0,60	1	S	0,58			10,26	1	10,26	8,7	0,85	1,00	1,00	1,00	0,85	4,29	0,00	0,00	**6,15**	
okno7	0,52	0,59	0,60	1	J	0,58			11,26	1	11,26	8,7	0,77	1,00	1,00	1,00	0,13	0,63	0,00	0,00	**6,74**	
okno8	0,52	0,59	0,67	1	V	0,58			2,43	1	2,43	1,75	0,72	1,00	1,00	1,00	0,35	0,36	0,00	0,00	**1,63**	
okno9	0,52	0,59	0,62	1	V	0,58			6,48	1	6,48	5,3	0,82	1,00	1,00	1,00	0,35	1,08	0,00	0,00	**4,00**	
okno10	0,52	0,59	0,66	1	J	0,58			2,7	1	2,70	1,82	0,67	1,00	1,00	1,00	0,13	0,14	0,00	0,00	**1,79**	
okno11	0,52	0,59	0,66	1	Z	0,58			2,7	1	2,70	2	0,74	1,00	1,00	1,00	0,35	0,41	0,00	0,00	**1,79**	
okno12	0,52	0,59	0,66	1	Z	0,58			2,7	1	2,70	2	0,74	1,00	1,00	1,00	0,35	0,41	0,00	0,00	**1,79**	
okno13	0,52	0,59	0,63	1	Z	0,58			4,86	1	4,86	4	0,82	1,00	1,00	1,00	0,35	0,81	0,00	0,00	**3,07**	
okno14	0,52	0,59	0,61	1	Z	0,58			7,83	1	7,83	6,45	0,82	1,00	1,00	1,00	0,35	1,31	0,00	0,00	**4,77**	
okno15	0,52	0,59	0,63	1	Z	0,58			4,86	1	4,86	4	0,82	1,00	1,00	1,00	0,35	0,81	0,00	0,00	**3,07**	
okno16	0,52	0,59	0,63	1	Z	0,58			4,86	1	4,86	4	0,82	1,00	1,00	1,00	0,35	0,81	0,00	0,00	**3,07**	
okno17	0,52	0,59	0,68	1	Z	0,58			1,89	1	1,89	1,25	0,66	1,00	1,00	1,00	0,35	0,25	0,00	0,00	**1,29**	
okno18	0,52	0,59	0,70	1	V	0,58			1,505	1	1,51	0,975	0,65	1,00	1,00	1,00	0,35	0,20	0,00	0,00	**1,06**	
okno19	0,52	0,59	0,79	1	V	0,58			0,525	1	0,53	0,275	0,52	1,00	1,00	1,00	0,35	0,06	0,00	0,00	**0,42**	
okno20	0,52	0,59	0,70	1	V	0,58			1,505	1	1,51	0,975	0,65	1,00	1,00	1,00	0,35	0,20	0,00	0,00	**1,06**	
okno21	0,52	0,59	0,72	1	V	0,58			1,235	1	1,24	0,765	0,62	1,00	1,00	1,00	0,35	0,16	0,00	0,00	**0,88**	
okno22	0,52	0,59	0,73	1	S	0,58			0,965	1	0,97	0,555	0,58	1,00	1,00	1,00	0,85	0,27	0,00	0,00	**0,71**	
okno23	0,52	0,59	0,73	1	S	0,58			1,063	1	1,06	0,683	0,64	1,00	1,00	1,00	0,85	0,34	0,00	0,00	**0,78**	
okno24	0,52	0,59	0,73	1	S	0,58			1,063	1	1,06	0,683	0,64	1,00	1,00	1,00	0,85	0,34	0,00	0,00	**0,78**	
okno25	0,52	0,59	0,73	1	S	0,58			1,063	1	1,06	0,683	0,64	1,00	1,00	1,00	0,85	0,34	0,00	0,00	**0,78**	
okno26	0,52	0,59	0,73	1	S	0,58			1,063	1	1,06	0,683	0,64	1,00	1,00	1,00	0,85	0,34	0,00	0,00	**0,78**	
okno27	0,52	0,59	0,73	1	S	0,58			1,063	1	1,06	0,683	0,64	1,00	1,00	1,00	0,85	0,34	0,00	0,00	**0,78**	
okno28	0,52	0,59	0,73	1	S	0,58			1,063	1	1,06	0,683	0,64	1,00	1,00	1,00	0,85	0,34	0,00	0,00	**0,78**	Uprům
										28	94,6							**CELKEM**	**17,5**	**0,0**	**0,0**	**60,4**	**0,64** W/m2K

Rekapitulace oken dle orientace *j* :

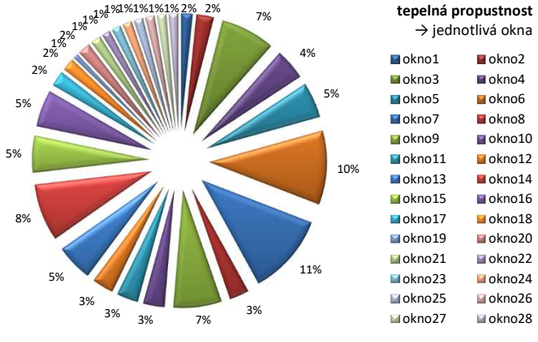
Orientace	celková plocha $A_{W,j}$ m²	sběrná plocha $A_{s,j}$ m²	tepelná propustnost $L_{D,4,j}$ W/K
S	19,0	**7,0**	12,5
J	14,0	**0,8**	23,9
V	31,9	**4,9**	10,9
Z	29,7	**4,8**	13,1
CELKEM	**94,6**	**17,5**	**60,4**

Dveře mezi vytápěným prostorem a vnějším prostředím:

Dveře	orientace	šířka b m	výška h m	plocha A_D m²	počet ks	celková plocha A_D m²	déka ostění o_1 m	déka parapetu o_2 m	souč. prost. tepla U W/(m²·K)	tepel. propust. $L_{D,4,j}$ W/K
dveře 1	S			2,205	1	2,21	0,00	0,00	0,67	**1,48**
dveře 2	J									
dveře 3	V									
dveře 4	Z									
					CELKEM	**2,21**	**0,00**	**0,00**		**1,5**

Celková plocha výplní otvorů dle orientace *j* :

Orientace	celková plocha A_j m²
S	**21,2**
J	**14,0**
V	**31,9**
Z	**29,7**
CELKEM	**96,8**



tepelná propustnost
→ jednotlivá okna

okno1 okno2
okno3 okno4
okno5 okno6
okno7 okno8
okno9 okno10
okno11 okno12
okno13 okno14
okno15 okno16
okno17 okno18
okno19 okno20
okno21 okno22
okno23 okno24
okno25 okno26
okno27 okno28

MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM - NEVYTÁPĚNÉ PROSTORY

dle ČSN EN ISO 13789

Měrná tepelná ztráta z nevytápěného prostoru do venkovního prostředí H_{ue} (W/K):

Prvek	orientace	celková plocha A_T m²	čistá plocha A m²	součinitel prostupu tepla U W/(m².K)	**tepelná propustnost L_{Due} W/K**
1	S	17,1	17,1	0,101	**1,7**
2	J	17,1	17,1	1,500	**25,6**
3	V	15,7	15,7	0,101	**1,6**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
				CELKEM	**28,9** W/K

Ztráta podlahou na terénu:

Plocha podlahy	A	41,3	m²
Exponovaný obvod podlahy	P	25,9	m
Charakteristický rozměr podlahy	B'	3,2	m
Tloušťka obvodové stěny	w	0,56	m
Tepelná vodivost zeminy	λ	2,0	W/(m.K)
Odpor při přestupu tepla na vnitřní staně podlahy	R_{si}	0,17	m².K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější staně podlahy	R_{se}	0,00	m².K/W
Tepelný odpor podlahové desky	R_f	3,00	m².K/W
Ekvivalentní tloušťka podlahy	d_t	6,90	m
Splnění podmínky $d_t \geq B'$		ANO	
Základní hodnota součinitele prostupu tepla podlahy	U_{ue0}	0,24	W/(m².K)
Ustálená tepelná propustnost zeminou	L_{Sue}	**9,8**	**W/K**

Objem vnitřního vzduchu nevytápěného prostoru	V_{ua}	82,5	m³
Násobnost výměny vzduchu mezi nevytápěným prostorem a venkovním prostředím	n	0,5	1/h
Vzduchový tok mezi nevyt. prostorem a venkovním prostředím	V_{ue}	41	m³/h
Měrná tepelná ztráta větráním mezi nevytápěným prostorem a venkovním prostředím	$H_{V,ue}$	**14,0**	**W/K**
Měrná tepelná ztráta z nevytáp. prostoru do venkovního prostředí	H_{ue}	**52,8**	**W/K**
Činitel teplotní redukce mezi vytápěným a nevytáp. prostorem	b	**0,92**	-
Měrná ztráta prostupem tepla nevytápěným prostorem	H_U	**4,1**	**W/K**

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do nevytápěného H_{iu} (W/K):

Prvek	celková plocha A_T m²	čistá plocha A m²	součinitel prostupu tepla U W/(m².K)	**tepelná propustnost L_{Diu} W/K**
Stěna	15,3	15,3	0,101	**1,5**
Strop	41,3	41,3	0,071	**2,9**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
			CELKEM	**4,5** W/K

Objem vnitřního vzduchu vytápěného prostoru	V_{ua}	0,0	m³
Násobnost výměny vzduchu mezi vytápěným prostorem a nevytápěným	n	0,00	1/h
Vzduchový tok mezi vytápěným prostorem a nevytápěným	V_{iu}	0	m³/h
Měrná tepelná ztráta větráním mezi vytápěným prostorem a nevytápěným	$H_{V,iu}$	**0,0**	**W/K**
Měrná tepelná ztráta z vytápěného do nevytápěného prostoru	H_{iu}	**4,5**	**W/K**

MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM - MECHANICKÉ VĚTRÁNÍ SE ZZT

dle ČSN EN ISO 13790

Vstupní parametry:

Objem vnitřního vzduchu	V_a	779,9	m^3
Měrný objemový tok přiváděného čerstvého vzduchu		25	$m^3/(os \cdot h)$
Násobnost výměny vzduchu	n	0,11	1/h
Objemový tok vzduchu při Δp = 50 Pa	n_{50}	0,60	1/h
Součinitel větrné expozice	e	0,01	-
Součinitel větrné expozice	f	20	-

Součinitele větrné expozice e a f:

Součinitel e pro třídu stínění:	Více než jedna exponovaná fasáda	Jedna exponovaná fasáda
bez stínění	0,10	0,03
mírné stínění	0,07	0,02
významné stínění	0,04	0,01
Součinitel f	15	20

Objemový tok vzduchu:

Objemový tok přiváděného vzduchu	V_f	87,5	m^3/h
Účinnost rekuperace	η	85%	
Zmenšený objemový tok přiváděného vzduchu	V	13,1	m^3/h
Přídavný objemový tok vzduchu	V_x	4,7	m^3/h
Celkový objemový tok vzduchu	V	17,8	m^3/h

Měrná tepelná ztráta větráním:

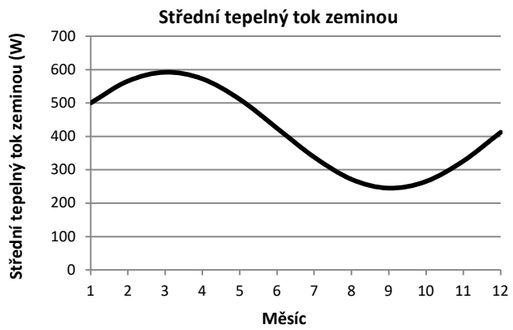
Měrná tepelná kapacita vzduchu o jednotkovém objemu	$\rho_a c_a$	0,34	$Wh/(m^3 \cdot K)$
Měrná tepelná ztráta větráním	H_V	**6,05**	**W/K**

TEPELNÝ TOK ZEMINOU - PODLAHA NA TERÉNU

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

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

Měsíc	měsíční prům. vnitřní teplota $T_{i,m}$ (°C)	měsíční prům. venkovní teplota $T_{e,m}$ (°C)	střední tepelný tok zeminou Φ_G (W)
1	20,0	-0,9	**500**
2	20,0	0,5	**566**
3	20,0	4,1	**592**
4	20,0	9,1	**572**
5	20,0	14,0	**511**
6	20,0	17,7	**425**
7	20,0	19,0	**338**
8	20,0	17,7	**272**
9	20,0	14,0	**245**
10	20,0	9,1	**265**
11	20,0	4,1	**326**
12	20,0	0,5	**412**
		9,1	



Roční průměrná vnitřní teplota	$T_{i,mean}$	20,00	°C
Roční průměrná vnější teplota	$T_{e,mean}$	9,07	°C
Amplituda kolísání měsíčních průměrných vnitřních teplot	$T_{i,amp}$	0,00	K
Amplituda kolísání měsíčních průměrných vnějších teplot	$T_{e,amp}$	9,95	K
Pořadové číslo měsíce, kdy je dosaženo nejnižší vnější teploty	τ	1	-

Základní hodnota součinitele prostupu tepla podlahy U_0 (W/(m^2.K)):

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

Plocha podlahy	A	242,8	m^2
Exponovaný obvod podlahy	P	99,7	m
Charakteristický rozměr podlahy	B'	4,9	m
Tloušťka obvodové stěny	w	0,5	m
Tepelná vodivost zeminy	λ	2,0	W/(m·K)
Odpor při přestupu tepla na vnitřní staně podlahy	$R_{si,f}$	0,17	m^2·K/W
Odpor při přestupu tepla na rozhraní podlaha / zemina	$R_{se,g}$	0,00	m^2·K/W
Odpor při přestupu tepla na povrchu terénu	R_{se}	0,04	m^2·K/W
Tepelný odpor skladby podlahy	R_f	4,6	m^2·K/W
Ekvivalentní tloušťka podlahy	d_t	10,02	m
Splnění podmínky $d_t \geq B'$		ANO	
Základní hodnota součinitele prostupu tepla podlahy	U_0	**0,162**	**W/(m^2·K)**

Tepelně-technické vlastnosti zeminy:

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

Součinitel prostupu tepla skladby podlahy

U_f 0,211 W/(m^2.K)

Ustálená tepelná prospustnost L_s (W/K):

(podlaha na zemině se svislou okrajovou izolací)

Tloušťka svislé okrajové izolace	d_n	0,08	m
Tepelná vodivost svislé okrajové izolace	λ_n	0,035	W/(m·K)
Tepelný odpor svislé okrajové izolace	R_n	2,29	m^2·K/W
Přídavná účinná tloušťka při umístění okrajové izolace	d'	2,25	m
Hloubka svislé okrajové izolace pod terénem	D	0,5	m
Doplňkový lin. čin. prost. tepla při umístění svislé okraj. izolace	$\Delta\Psi$	-0,0107	W/(m·K)
Ustálená tepelná propustnost zeminou	L_s	**38,3**	**W/K**

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

b 0,75 -

Periodické tepelné propustnosti:

(podlaha na zemině se svislou okrajovou izolací)

Objemová tepelná kapacita zeminy	$(\rho \cdot c)$	2,50E+06	J/(m^3·K)
Periodická hloubka průniku	δ	2,83	m
Časový předstih cyklu tepelného toku oproti cyklu vnitřní teploty	α	0,235	měsíců
Časové zpoždění cyklu tepelného toku oproti cyklu vnější teploty	β	2,071	měsíců
Vnitřní periodická tepelná propustnost	L_{pi}	**42,1**	**W/K**
Vnější periodická tepená propustnost	L_{pe}	**17,5**	**W/K**

KLIMATICKÁ DATA - MĚSÍČNÍ

Popis lokality:

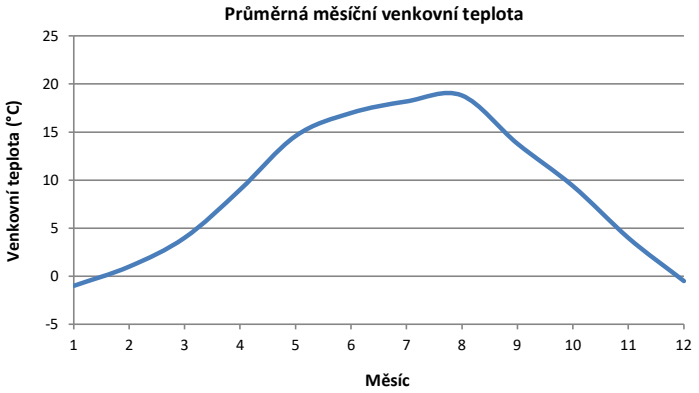
Místo:	Praha
GPS:	50° s.š. / 14° v.d.
Nadmořská výška:	220 m.n.m.

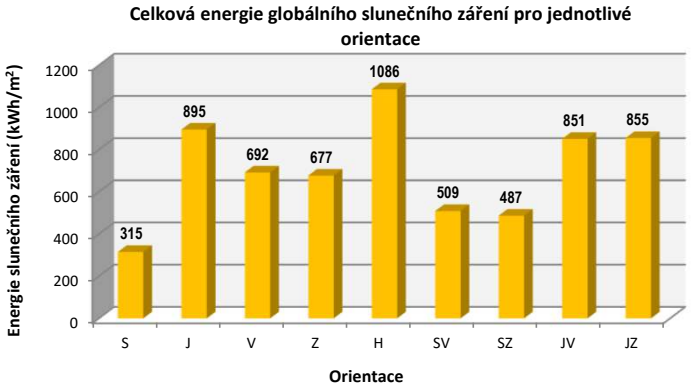
Energie slunečního záření v MJ/m^2:

Měsíc	počet dnů	venkovní teplota θ_e (°C)	Celková energie globálního slunečního záření pro jednotlivé orientace $I_{s,j}$ S	J	V	Z	H	SV	SZ	JV	JZ
			MJ/m^2								
1	31	-2,4	47	104	58	58	76	47	47	86	86
2	28	-0,9	72	162	97	97	133	76	76	137	137
3	31	3,0	115	234	162	162	259	122	122	209	209
4	30	7,7	158	292	238	238	410	184	184	277	277
5	31	12,7	209	313	299	299	536	245	245	320	320
6	30	15,9	216	284	292	292	526	248	248	299	299
7	31	17,5	212	292	288	288	518	245	245	302	302
8	31	17,0	184	320	277	277	490	216	216	313	313
9	30	13,3	126	256	187	187	313	140	140	234	234
10	31	8,3	86	220	126	126	205	90	90	184	184
11	30	2,9	47	112	61	61	90	47	47	94	94
12	31	-0,6	32	72	40	40	54	32	32	61	61

Energie slunečního záření v kWh/m^2:

Měsíc	počet dnů	venkovní teplota θ_e (°C)	Celková energie globálního slunečního záření pro jednotlivé orientace $I_{s,j}$ S	J	V	Z	H	SV	SZ	JV	JZ
			kWh/m^2								
1	31	-1,0	7	50	15	20	23	12	12	37	44
2	28	1,0	13	56	26	28	40	20	20	47	51
3	31	4,0	23	82	51	53	79	36	37	73	76
4	30	9,0	32	95	74	72	118	51	49	92	86
5	31	14,6	47	97	104	93	161	79	73	109	98
6	30	17,0	52	87	115	88	166	91	73	108	88
7	31	18,2	47	93	100	93	162	78	75	103	97
8	31	18,8	38	100	88	88	143	64	63	101	100
9	30	13,8	24	95	60	64	96	38	40	82	86
10	31	9,4	17	75	34	48	57	21	25	51	71
11	30	4,0	9	36	14	18	24	10	11	25	32
12	31	-0,5	6	29	11	12	17	9	9	23	26
	365	**9,1**	**315**	**895**	**692**	**677**	**1086**	**509**	**487**	**851**	**855**
			131	518	285	315	454	197	203	430	472
			77,02	103,65	211,23	348,32	416,99				





Příloha H - Výstupy z energetického modelu
Varianta A s uvažovaným stíněním

ČASOVÁ KONSTATNTA BUDOVY

dle ČSN EN ISO 13790

Konstanta pro výpočet kapacity dle třídy budovy	K	110 000	J/K
Podlahová plocha vytápěné zóny	A_f	234	m^2
Účinná vnitřní tepelná kapacita budovy	C_m	7162	Wh/K
Časová konstatnta budovy	**τ**	**41**	**hod**

Třída	K J/K
velmi lehká	80 000
lehká	110 000
střední	165 000
těžká	260 000
velmi těžká	370 000

Příloha H - Výstupy z energetického modelu
Varianta A s uvažovanou garáží jako vytápěný prostor

ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Základní popis zóny:

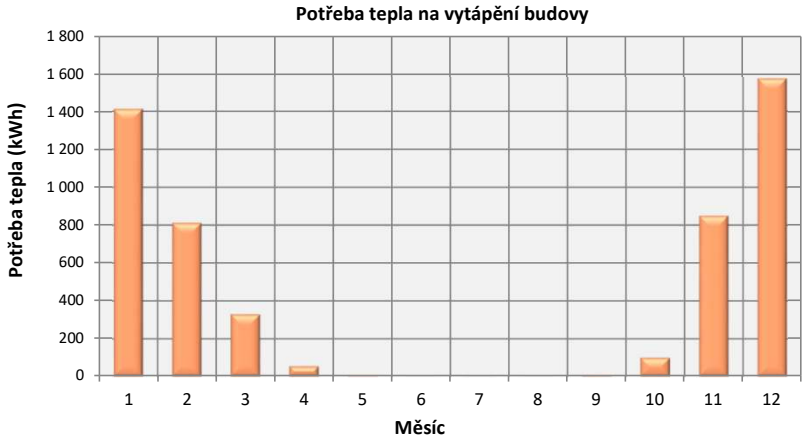
Počet osob	n_{os}	5	os		
Přítomnost osob (procento času)	p	70%			
Požadovaná vnitřní teplota	θ_i	20	°C		
Objem vytápěné zóny	V	1 174,9	m^3	← z vnějších rozměrů	989,8
Plocha obalových konstrukcí vytápěné zóny	A	1 016,5	m^2		974,0
Podlahová plocha vytápěné zóny	A_f	234,4	m^2	← z celkových vnitřních rozměrů	
Objemový faktor tvaru budovy	A/V	0,87	-		

POTŘEBA TEPLA

dle ČSN EN ISO 13790

Potřeba tepla na vytápění budovy Q_h (kWh):

Měsíc	délka *t* dny	délka *t* hodiny	venkovní teplota	vnitřní teplota	tepelná ztráta	celkové využ. tep. zisky	potřeba tepla
	d	hod	θ_e (°C)	θ_i (°C)	Q_L (kWh)	Q_g (kWh)	Q_h (kWh)
1	31	744	-1,0	20,0	2 560	1 146	1 414
2	28	672	1,0	20,0	2 169	1 357	811
3	31	744	4,0	20,0	2 108	1 780	329
4	30	720	9,0	20,0	1 521	1 468	53
5	31	744	14,6	20,0	943	940	3
6	30	720	17,0	20,0	609	608	0
7	31	744	18,2	20,0	439	439	0
8	31	744	18,8	20,0	327	327	0
9	30	720	13,8	20,0	802	796	6
10	31	744	9,4	20,0	1 302	1 203	99
11	30	720	4,0	20,0	1 849	999	849
12	31	744	-0,5	20,0	2 443	868	1 575
				CELKEM ZA ROK	17 072	11 931	5 141



Měrná potřeba tepla budovy:

Měrná potřeba tepla budovy vztažená k vytápěné ploše	E_A	21,9	kWh/(m²·a)
Měrná potřeba tepla budovy vztažená k vytápěnému objemu	E_V	4,4	kWh/(m³·a)

PROSTUP TEPLA OBÁLKOU BUDOVY

dle ČSN 730540-2

Vypočtená hodnota	U_{em}	0,17	W/(m²·K)

TEPELNÉ ZTRÁTY - JEDNOZÓNOVÝ VÝPOČET - BEZ PŘERUŠOVANÉHO VYTÁPĚNÍ

dle ČSN EN ISO 13790

Celková tepelná ztráta Q_L (kWh):

Měsíc	délka t dny	hodiny	venkovní teplota	vnitřní teplota	tepelná ztráta prostupem stěny	střechy	okna	dveře	vazby a mosty	nevytápěné	CELKEM	tep. ztráta větráním	tep. ztráta zeminou	tepelná ztráta Q_L
	d	hod	θ_e (°C)	θ_i (°C)	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
1	31	744	-1,0	20,0	442	367	944	23	318	0	**2 094**	**95**	**372**	**2 560**
2	28	672	1,0	20,0	361	300	771	19	260	0	**1 711**	**77**	**380**	**2 169**
3	31	744	4,0	20,0	337	280	719	18	242	0	**1 595**	**72**	**441**	**2 108**
4	30	720	9,0	20,0	224	186	478	12	161	0	**1 061**	**48**	**412**	**1 521**
5	31	744	14,6	20,0	114	94	243	6	82	0	**538**	**24**	**380**	**943**
6	30	720	17,0	20,0	61	51	130	3	44	0	**289**	**13**	**306**	**609**
7	31	744	18,2	20,0	38	31	81	2	27	0	**179**	**8**	**251**	**439**
8	31	744	18,8	20,0	25	21	54	1	18	0	**120**	**5**	**202**	**327**
9	30	720	13,8	20,0	126	105	270	7	91	0	**598**	**27**	**176**	**802**
10	31	744	9,4	20,0	223	185	476	12	160	0	**1 057**	**48**	**197**	**1 302**
11	30	720	4,0	20,0	326	271	696	17	234	0	**1 544**	**70**	**235**	**1 849**
12	31	744	-0,5	20,0	432	358	921	23	310	0	**2 044**	**92**	**307**	**2 443**
				CELKEM	2 709	2 250	5 785	141	1 947	0	**12 832**	**580**	**3 660**	**17 072**
					15,9%	13,2%	33,9%	0,8%	11,4%	0,0%	75,2%	3,4%	21,4%	100,0%

Rekapitulace měrných tepelných ztrát:

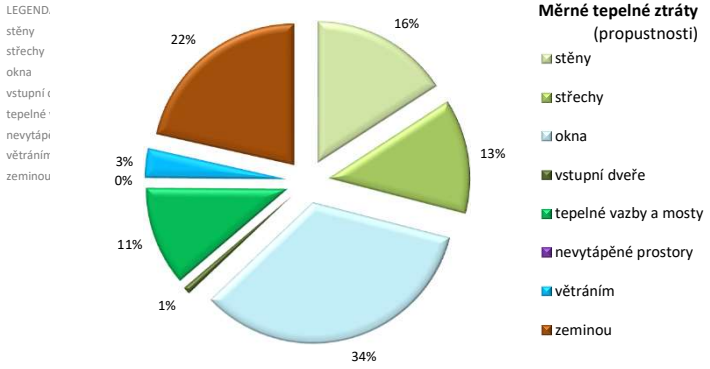
Tepelná propustnost - stěny	$L_{D,1}$	28,3	W/K
Tepelná propustnost - střechy	$L_{D,2}$	23,5	W/K
Tepelná propustnost - okna	$L_{D,3}$	60,4	W/K
Tepelná propustnost - vstupní dveře	$L_{D,4}$	1,5	W/K
Tepelná propustnost - tepelné vazby a mosty	$L_{D,5}$	20,3	W/K
Tepelná propustnost - nevytápěné prostory	$L_{D,6}$	0,0	W/K
Měrná tepelná ztráta prostupem	H_T	**134,0**	**W/K**
Měrná tepelná ztráta větráním	H_V	**6,1**	**W/K**
Ustálená tepelná propustnost zeminou	L_s	**38,3**	**W/K**
Měrná tepelná ztráta (bez ztráty zeminou)	H'	**140,1**	**W/K**

Přirážka na tepelné vazby a mosty: 0,02 W/(m^2·K)

Měrná tepelná ztráta (se ztrátou zeminou L_s) H 178,4 W/K

↑ pro výpočet časové konstanty budovy

Tepelná ztráta (potřebný výkon dodaný zdrojem tepla) Q 6 422 W



TEPELNÉ ZISKY - VNITŘNÍ A SOLÁRNÍ

dle ČSN EN ISO 13790

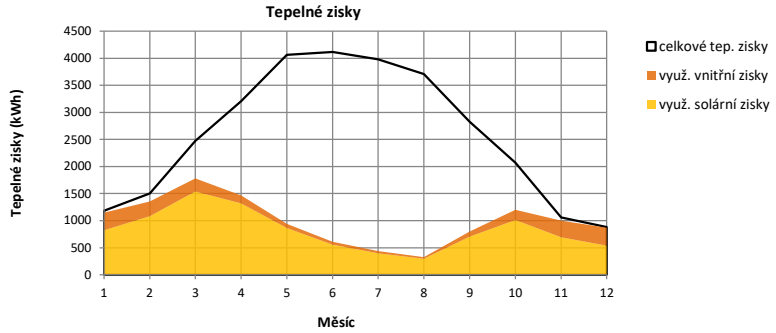
Vnitřní tepelné zisky:

Měrné vnitřní tepelné zisky		100	W/os
Vnitřní tepelné zisky	Q_i	450	W

Rekapitulace celkové sběrné plochy oken A_s:

Orientace	sběrná plocha $A_{s,j}$ (m²)
S	8,3
J	6,1
V	14,1
Z	13,7
H	0,0
SV	0,0
SZ	0,0
JV	0,0
JZ	0,0
CELKEM	**42,23**

← doplnit dle skutečnosti odkazem na okna!



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

Měsíc	délka t dny d	délka t hodiny hod	čisté solární zisky pro jednotlivé orientace $Q_{s,j}$ (kWh) S	J	V	Z	H	SV	SZ	JV	JZ	CELKEM	vnitřní tep. zisky Q_i (kWh)	celkové tep. zisky Q_g (kWh)	poměr zisků a ztrát γ (-)	**stupeň využití η (-)**
1	31	744	58	305	212	275	0	0	0	0	0	850	335	1184	0,46	**0,97**
2	28	672	107	342	367	385	0	0	0	0	0	1201	302	1504	0,69	**0,90**
3	31	744	190	500	720	729	0	0	0	0	0	2139	335	2474	1,17	**0,72**
4	30	720	264	580	1045	990	0	0	0	0	0	2879	324	3203	2,11	**0,46**
5	31	744	388	592	1469	1278	0	0	0	0	0	3727	335	4062	4,31	**0,23**
6	30	720	429	531	1624	1210	0	0	0	0	0	3794	324	4118	6,77	**0,15**
7	31	744	388	567	1412	1278	0	0	0	0	0	3646	335	3981	9,08	**0,11**
8	31	744	314	610	1243	1210	0	0	0	0	0	3376	335	3711	11,35	**0,09**
9	30	720	198	580	847	880	0	0	0	0	0	2505	324	2829	3,53	**0,28**
10	31	744	140	458	480	660	0	0	0	0	0	1738	335	2073	1,59	**0,58**
11	30	720	74	220	198	247	0	0	0	0	0	739	324	1063	0,58	**0,94**
12	31	744	50	177	155	165	0	0	0	0	0	547	335	882	0,36	**0,98**
												27141,7		**31 084**		

Využitelné solární a vnitřní tepelné zisky:

Měsíc	délka t dny d	délka t hodiny hod	využitelné solární zisky pro jednotlivé orientace $Q_{s,j}$ (kWh) S	J	V	Z	H	SV	SZ	JV	JZ	**CELKEM**	**využ. vnitřní tep. zisky Q_i (kWh)**	**celkové využ. tep. zisky Q_g (kWh)**
1	31	744	56	295	205	266	0	0	0	0	0	**822**	**324**	**1 146**
2	28	672	97	308	332	347	0	0	0	0	0	**1 084**	**273**	**1 357**
3	31	744	137	360	518	524	0	0	0	0	0	**1 539**	**241**	**1 780**
4	30	720	121	266	479	454	0	0	0	0	0	**1 320**	**149**	**1 468**
5	31	744	90	137	340	296	0	0	0	0	0	**862**	**77**	**940**
6	30	720	63	78	240	179	0	0	0	0	0	**560**	**48**	**608**
7	31	744	43	63	156	141	0	0	0	0	0	**402**	**37**	**439**
8	31	744	28	54	110	107	0	0	0	0	0	**298**	**30**	**327**
9	30	720	56	163	239	248	0	0	0	0	0	**705**	**91**	**796**
10	31	744	81	266	279	383	0	0	0	0	0	**1 009**	**194**	**1 203**
11	30	720	70	206	186	233	0	0	0	0	0	**695**	**305**	**999**
12	31	744	49	174	153	162	0	0	0	0	0	**538**	**330**	**868**
											CELKEM	**9 833**	**2 098**	**11 931**

Pomocné charakteristiky pro výpočet stupně využití tepelných zisků:

Číselný parametr	a_0	1	-	← hodnota pro trvale vytápěné budovy a měsíční výpočet
Časová konstanta	τ_0	15	h	← hodnota pro trvale vytápěné budovy a měsíční výpočet
Číselný parametr	a	3,7	-	

MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM - NEPRŮSVITNÉ KONSTRUKCE

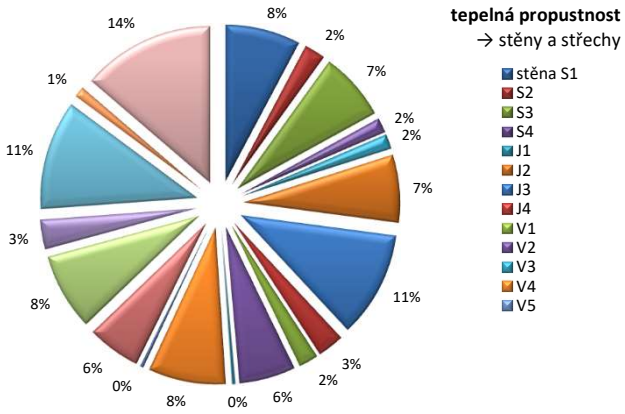
dle ČSN EN ISO 13789 - přímý prostup tepla do vnějšího prostředí (→ plošné neprůsvitné konstrukce, kromě dveří)

Obvodové stěny mezi vytápěným prostorem a vnějším prostředím:

Stěna	orientace	šířka b m	výška h m	celková plocha A_T m²	plocha výplní otvorů A_G m²	A_G %	čistá plocha A m²	součinitel prostupu tepla U W/(m².K)	tepelná propustnost $L_{D,1,i}$ W/K	
stěna S1	S	-	-				25,2	0,101	2,55	
S2	S						7,1	0,101	0,71	
S3	S						23,0	0,101	2,32	
S4	S						5,0	0,101	0,51	
J1							5,02	0,101	0,51	
J2							35,60	0,101	2,29	22,69
J3							35,60	0,101	3,60	
J4							8,94	0,101	0,90	
V1							6,53	0,101	0,66	
V2							18,85	0,101	1,90	
V3							1,04	0,101	0,11	
V4							26,03	0,101	2,63	
V5							1,13	0,101	0,11	
V6							17,93	0,101	1,81	
Z1							25,84	0,101	2,61	
Z2							9,94	0,101	1,00	
Z3							36,74	0,101	3,71	
Boční světlík							5,18	0,071	0,37	
				0,0	0,0		**294,6**		**28,3**	
								CELKEM		

Střechy (mezi vytápěným prostorem a venkovním) prostředím:

Střechy	šířka b m	výška h m	celková plocha A_T m²	plocha výplní otvorů A_G m²	A_G %	čistá plocha A m²	součinitel prostupu tepla U W/(m².K)	tepelná propustnost $L_{D,2,i}$ W/K	
1	-	-				63,33	0,071	4,50	
2						69,70	0,071	4,95	
P						164,56	0,074	12,18	
Světlík						26,39	0,071	1,87	
			0,0			**63,33**		**23,5**	
							CELKEM		



MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM - VÝPLNĚ OTVORŮ

dle ČSN EN ISO 10077-1 a ČSN EN ISO 13790

Okna mezi vytápěným prostorem a vnějším prostředím:

Okno	součinitel prostupu tepla			podlaží	orientace	energetická propustnost	šířka	výška	plocha	počet	celková plocha	plocha zasklení	korekční činitelé					sběrná plocha	déka ostění	déka parapetu	tepelná propustnost	
	U_g W/(m²·K)	U_f W/(m²·K)	U_W W/(m²·K)			g_{normal} -	b m	h m	A_W m²	ks	A_W m²	A_g m²	F_F -	F_C -	F_o -	F_f -	F_h -	A_s m²	o_1 m	o_2 m	$L_{D,3,j}$ W/K	
okno1	0,52	0,59	0,71	1	S	0,58			1,35	1	1,35	0,88	0,65	1,00	1,00	1,00	1,00	0,51	0,00	0,00	**0,96**	
okno2	0,52	0,59	0,68	1	V	0,58			2,16	1	2,16	1,5	0,69	1,00	1,00	1,00	1,00	0,87	0,00	0,00	**1,46**	
okno3	0,52	0,59	0,61	1	V	0,58			7,371	1	7,37	6,025	0,82	1,00	1,00	1,00	1,00	3,49	0,00	0,00	**4,51**	
okno4	0,52	0,59	0,64	1	V	0,58			4,05	1	4,05	3,25	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,89	0,00	0,00	**2,59**	
okno5	0,52	0,59	0,63	1	V	0,58			4,685	1	4,69	3,538	0,76	1,00	1,00	1,00	1,00	2,05	0,00	0,00	**2,97**	
okno6	0,52	0,59	0,60	1	S	0,58			10,26	1	10,26	8,7	0,85	1,00	1,00	1,00	1,00	5,05	0,00	0,00	**6,15**	
okno7	0,52	0,59	0,60	1	J	0,58			11,26	1	11,26	8,7	0,77	1,00	1,00	1,00	1,00	5,05	0,00	0,00	**6,74**	
okno8	0,52	0,59	0,67	1	V	0,58			2,43	1	2,43	1,75	0,72	1,00	1,00	1,00	1,00	1,02	0,00	0,00	**1,63**	
okno9	0,52	0,59	0,62	1	V	0,58			6,48	1	6,48	5,3	0,82	1,00	1,00	1,00	1,00	3,07	0,00	0,00	**4,00**	
okno10	0,52	0,59	0,66	1	J	0,58			2,7	1	2,70	1,82	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	1,06	0,00	0,00	**1,79**	
okno11	0,52	0,59	0,66	1	Z	0,58			2,7	1	2,70	2	0,74	1,00	1,00	1,00	1,00	1,16	0,00	0,00	**1,79**	
okno12	0,52	0,59	0,66	1	Z	0,58			2,7	1	2,70	2	0,74	1,00	1,00	1,00	1,00	1,16	0,00	0,00	**1,79**	
okno13	0,52	0,59	0,63	1	Z	0,58			4,86	1	4,86	4	0,82	1,00	1,00	1,00	1,00	2,32	0,00	0,00	**3,07**	
okno14	0,52	0,59	0,61	1	Z	0,58			7,83	1	7,83	6,45	0,82	1,00	1,00	1,00	1,00	3,74	0,00	0,00	**4,77**	
okno15	0,52	0,59	0,63	1	Z	0,58			4,86	1	4,86	4	0,82	1,00	1,00	1,00	1,00	2,32	0,00	0,00	**3,07**	
okno16	0,52	0,59	0,63	1	Z	0,58			4,86	1	4,86	4	0,82	1,00	1,00	1,00	1,00	2,32	0,00	0,00	**3,07**	
okno17	0,52	0,59	0,68	1	Z	0,58			1,89	1	1,89	1,25	0,66	1,00	1,00	1,00	1,00	0,73	0,00	0,00	**1,29**	
okno18	0,52	0,59	0,70	1	V	0,58			1,505	1	1,51	0,975	0,65	1,00	1,00	1,00	1,00	0,57	0,00	0,00	**1,06**	
okno19	0,52	0,59	0,79	1	V	0,58			0,525	1	0,53	0,275	0,52	1,00	1,00	1,00	1,00	0,16	0,00	0,00	**0,42**	
okno20	0,52	0,59	0,70	1	V	0,58			1,505	1	1,51	0,975	0,65	1,00	1,00	1,00	1,00	0,57	0,00	0,00	**1,06**	
okno21	0,52	0,59	0,72	1	V	0,58			1,235	1	1,24	0,765	0,62	1,00	1,00	1,00	1,00	0,44	0,00	0,00	**0,88**	
okno22	0,52	0,59	0,73	1	S	0,58			0,965	1	0,97	0,555	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	0,32	0,00	0,00	**0,71**	
okno23	0,52	0,59	0,73	1	S	0,58			1,063	1	1,06	0,683	0,64	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40	0,00	0,00	**0,78**	
okno24	0,52	0,59	0,73	1	S	0,58			1,063	1	1,06	0,683	0,64	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40	0,00	0,00	**0,78**	
okno25	0,52	0,59	0,73	1	S	0,58			1,063	1	1,06	0,683	0,64	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40	0,00	0,00	**0,78**	
okno26	0,52	0,59	0,73	1	S	0,58			1,063	1	1,06	0,683	0,64	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40	0,00	0,00	**0,78**	
okno27	0,52	0,59	0,73	1	S	0,58			1,063	1	1,06	0,683	0,64	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40	0,00	0,00	**0,78**	
okno28	0,52	0,59	0,73	1	S	0,58			1,063	1	1,06	0,683	0,64	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40	0,00	0,00	**0,78**	Uprům
										28	94,6						**CELKEM**	**42,2**	**0,0**	**0,0**	**60,4**	**0,64** W/m2K

Rekapitulace oken dle orientace *j* :

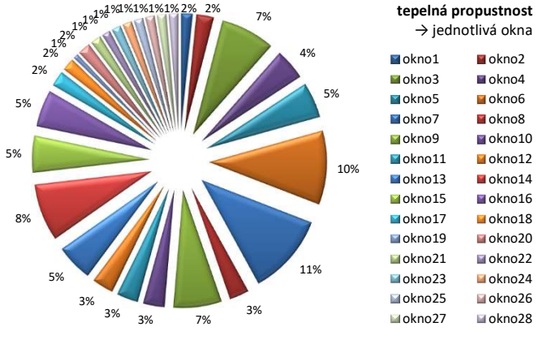
Orientace	celková plocha $A_{W,j}$ m²	sběrná plocha $A_{s,j}$ m²	tepelná propustnost $L_{D,4,j}$ W/K
S	19,0	**8,3**	12,5
J	14,0	**6,1**	23,9
V	31,9	**14,1**	10,9
Z	29,7	**13,7**	13,1
CELKEM	**94,6**	**42,2**	**60,4**

Dveře mezi vytápěným prostorem a vnějším prostředím:

Dveře	orientace	šířka b m	výška h m	plocha A_D m²	počet ks	celková plocha A_D m²	déka ostění o_1 m	déka parapetu o_2 m	souč. prost. tepla U W/(m²·K)	tepel. propust. $L_{D,4,j}$ W/K
dveře 1	S			2,205	1	2,21	0,00	0,00	0,67	**1,48**
dveře 2	J									
dveře 3	V									
dveře 4	Z									
					CELKEM	**2,21**	**0,00**	**0,00**		**1,5**

Celková plocha výplní otvorů dle orientace *j* :

Orientace	celková plocha A_j m²
S	**21,2**
J	**14,0**
V	**31,9**
Z	**29,7**
CELKEM	**96,8**



tepelná propustnost
→ jednotlivá okna

okno1 okno2
okno3 okno4
okno5 okno6
okno7 okno8
okno9 okno10
okno11 okno12
okno13 okno14
okno15 okno16
okno17 okno18
okno19 okno20
okno21 okno22
okno23 okno24
okno25 okno26
okno27 okno28

MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM - NEVYTÁPĚNÉ PROSTORY

dle ČSN EN ISO 13789

Měrná tepelná ztráta z nevytápěného prostoru do venkovního prostředí H_{ue} (W/K):

Prvek	orientace	celková plocha A_T m²	čistá plocha A m²	součinitel prostupu tepla U W/(m².K)	**tepelná propustnost L_{Due} W/K**
1	S	0,0	0,0	0,101	**0,0**
2	J	0,0	0,0	1,500	**0,0**
3	V	0,0	0,0	0,101	**0,0**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
xxx					**0,0**
				CELKEM	**0,0** **W/K**

Ztráta podlahou na terénu:

Plocha podlahy	A	41,3	m²
Exponovaný obvod podlahy	P	25,9	m
Charakteristický rozměr podlahy	B'	3,2	m
Tloušťka obvodové stěny	w	0,56	m
Tepelná vodivost zeminy	λ	2,0	W/(m.K)
Odpor při přestupu tepla na vnitřní stanê podlahy	R_{si}	0,17	m².K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější stanê podlahy	R_{se}	0,00	m².K/W
Tepelný odpor podlahové desky	R_f	3,00	m².K/W
Ekvivalentní tloušťka podlahy	d_t	6,90	m
Splnění podmínky $d_t \geq B'$		ANO	
Základní hodnota součinitele prostupu tepla podlahy	U_{ue0}	0,24	W/(m².K)
Ustálená tepelná propustnost zeminou	L_{sue}	**9,8**	**W/K**

Objem vnitřního vzduchu nevytápěného prostoru	V_{ua}	82,5	m³
Násobnost výměny vzduchu mezi nevytápěným prostorem a venkovním prostředím	n	0,5	1/h
Vzduchový tok mezi nevyt. prostorem a venkovním prostředím	V_{ue}	41	m³/h
Měrná tepelná ztráta větráním mezi nevytápěným prostorem a venkovním prostředím	$H_{V,ue}$	**14,0**	**W/K**
Měrná tepelná ztráta z nevytáp. prostoru do venkovního prostředí	H_{ue}	**23,8**	**W/K**
Činitel teplotní redukce mezi vytápěným a nevytáp. prostorem	b	**1,00**	-
Měrná ztráta prostupem tepla nevytápěným prostorem	H_U	**0,0**	**W/K**

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do nevytápěného H_{iu} (W/K):

Prvek	celková plocha A_T m²	čistá plocha A m²	součinitel prostupu tepla U W/(m².K)	**tepelná propustnost L_{Diu} W/K**
Stěna	0,0	0,0	0,101	**0,0**
Strop	0,0	0,0	0,071	**0,0**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
xxx				**0,0**
			CELKEM	**0,0** **W/K**

Objem vnitřního vzduchu vytápěného prostoru	V_{ua}	0,0	m³
Násobnost výměny vzduchu mezi vytápěným prostorem a nevytápěným	n	0,00	1/h
Vzduchový tok mezi vytápěným prostorem a nevytápěným	V_{iu}	0	m³/h
Měrná tepelná ztráta větráním mezi vytápěným prostorem a nevytápěným	$H_{V,iu}$	**0,0**	**W/K**
Měrná tepelná ztráta z vytápěného do nevytápěného prostoru	H_{iu}	**0,0**	**W/K**

17,1	17,1	0,101
17,1	17,1	1,500
15,7	15,7	0,101

15,3	15,3	0,101
41,3	41,3	0,071

MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM - MECHANICKÉ VĚTRÁNÍ SE ZZT

dle ČSN EN ISO 13790

Vstupní parametry:

Objem vnitřního vzduchu	V_a	779,9	m^3
Měrný objemový tok přiváděného čerstvého vzduchu		25	$m^3/(os \cdot h)$
Násobnost výměny vzduchu	n	0,11	1/h
Objemový tok vzduchu při Δp = 50 Pa	n_{50}	0,60	1/h
Součinitel větrné expozice	e	0,01	-
Součinitel větrné expozice	f	20	-

Součinitele větrné expozice *e* a *f*:

Součinitel *e* pro třídu stínění:	Více než jedna exponovaná fasáda	Jedna exponovaná fasáda
bez stínění	0,10	0,03
mírné stínění	0,07	0,02
významné stínění	0,04	0,01
Součinitel *f*	15	20

Objemový tok vzduchu:

Objemový tok přiváděného vzduchu	V_f	87,5	m^3/h
Účinnost rekuperace	η	85%	
Zmenšený objemový tok přiváděného vzduchu	V	13,1	m^3/h
Přídavný objemový tok vzduchu	V_x	4,7	m^3/h
Celkový objemový tok vzduchu	V	17,8	m^3/h

Měrná tepelná ztráta větráním:

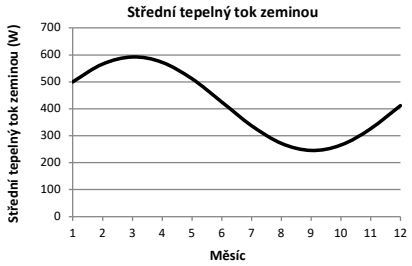
Měrná tepelná kapacita vzduchu o jednotkovém objemu	$\rho_a c_a$	0,34	$Wh/(m^3 \cdot K)$
Měrná tepelná ztráta větráním	H_V	**6,05**	**W/K**

TEPELNÝ TOK ZEMINOU - PODLAHA NA TERÉNU

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

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

Měsíc	měsíční prům. vnitřní teplota $T_{i,m}$ (°C)	měsíční prům. venkovní teplota $T_{e,m}$ (°C)	střední tepelný tok zeminou Φ_G (W)
1	20,0	-0,9	500
2	20,0	0,5	566
3	20,0	4,1	592
4	20,0	9,1	572
5	20,0	14,0	511
6	20,0	17,7	425
7	20,0	19,0	338
8	20,0	17,7	272
9	20,0	14,0	245
10	20,0	9,1	265
11	20,0	4,1	326
12	20,0	0,5	412
		9,1	



Roční průměrná vnitřní teplota	$T_{i,mean}$	20,00	°C
Roční průměrná vnější teplota	$T_{e,mean}$	9,07	°C
Amplituda kolísání měsíčních průměrných vnitřních teplot	$T_{i,amp}$	0,00	K
Amplituda kolísání měsíčních průměrných vnějších teplot	$T_{e,amp}$	9,95	K
Pořadové číslo měsíce, kdy je dosaženo nejnižší vnější teploty	τ	1	-

Základní hodnota součinitele prostupu tepla podlahy U_0 (W/(m^2.K)):

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

Plocha podlahy	A	242,8	m^2
Exponovaný obvod podlahy	P	99,7	m
Charakteristický rozměr podlahy	B'	4,9	m
Tloušťka obvodové stěny	w	0,5	m
Tepelná vodivost zeminy	λ	2,0	W/(m·K)
Odpor při přestupu tepla na vnitřní staně podlahy	$R_{si,f}$	0,17	m^2·K/W
Odpor při přestupu tepla na rozhraní podlaha / zemina	$R_{se,g}$	0,00	m^2·K/W
Odpor při přestupu tepla na povrchu terénu	R_{se}	0,04	m^2·K/W
Tepelný odpor skladby podlahy	R_f	4,6	m^2·K/W
Ekvivalentní tloušťka podlahy	d_t	10,02	m
Splnění podmínky $d_t \geq B'$		ANO	
Základní hodnota součinitele prostupu tepla podlahy	U_0	**0,162**	**W/(m^2·K)**

Tepelně-technické vlastnosti zeminy:

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

Součinitel prostupu tepla skladby podlahy

U_f 0,211 W/(m^2.K)

Ustálená tepelná prospustnost L_s (W/K):

(podlaha na zemině se svislou okrajovou izolací)

Tloušťka svislé okrajové izolace	d_n	0,08	m
Tepelná vodivost svislé okrajové izolace	λ_n	0,035	W/(m·K)
Tepelný odpor svislé okrajové izolace	R_n	2,29	m^2·K/W
Přídavná účinná tloušťka při umístění okrajové izolace	d'	2,25	m
Hloubka svislé okrajové izolace pod terénem	D	0,5	m
Doplňkový lin. čin. prost. tepla při umístění svislé okraj. izolace	$\Delta\Psi$	-0,0107	W/(m·K)
Ustálená tepelná propustnost zeminou	L_s	**38,3**	**W/K**

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

b 0,75 -

Periodické tepelné propustnosti:

(podlaha na zemině se svislou okrajovou izolací)

Objemová tepelná kapacita zeminy	$(\rho \cdot c)$	2,50E+06	J/(m^3·K)
Periodická hloubka průniku	δ	2,83	m
Časový předstih cyklu tepelného toku oproti cyklu vnitřní teploty	α	0,235	měsíců
Časové zpoždění cyklu tepelného toku oproti cyklu vnější teploty	β	2,071	měsíců
Vnitřní periodická tepelná propustnost	L_{pi}	**42,1**	**W/K**
Vnější periodická tepená propustnost	L_{pe}	**17,5**	**W/K**

KLIMATICKÁ DATA - MĚSÍČNÍ

Popis lokality:

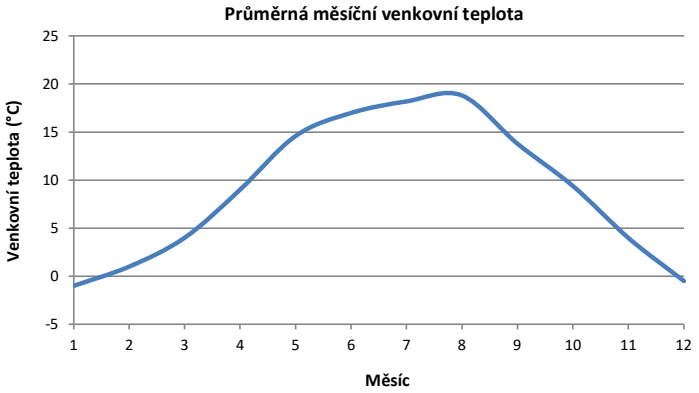
Místo:	Praha
GPS:	50° s.š. / 14° v.d.
Nadmořská výška:	220 m.n.m.

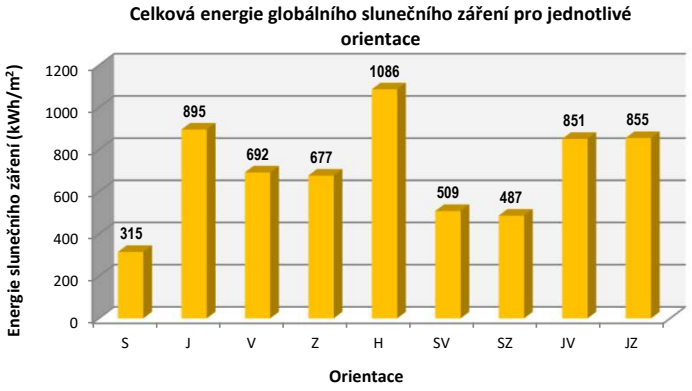
Energie slunečního záření v MJ/m²:

Měsíc	počet dnů	venkovní teplota θ_e (°C)	Celková energie globálního slunečního záření pro jednotlivé orientace $I_{s,j}$ S	J	V	Z	H	SV	SZ	JZ
			MJ/m²							
1	31	-2,4	47	104	58	58	76	47	47	86	86
2	28	-0,9	72	162	97	97	133	76	76	137	137
3	31	3,0	115	234	162	162	259	122	122	209	209
4	30	7,7	158	292	238	238	410	184	184	277	277
5	31	12,7	209	313	299	299	536	245	245	320	320
6	30	15,9	216	284	292	292	526	248	248	299	299
7	31	17,5	212	292	288	288	518	245	245	302	302
8	31	17,0	184	320	277	277	490	216	216	313	313
9	30	13,3	126	256	187	187	313	140	140	234	234
10	31	8,3	86	220	126	126	205	90	90	184	184
11	30	2,9	47	112	61	61	90	47	47	94	94
12	31	-0,6	32	72	40	40	54	32	32	61	61

Energie slunečního záření v kWh/m²:

Měsíc	počet dnů	venkovní teplota θ_e (°C)	Celková energie globálního slunečního záření pro jednotlivé orientace $I_{s,j}$ S	J	V	Z	H	SV	SZ	JZ	
			kWh/m²								
1	31	-1,0	7	50	15	20	23	12	12	37	44	220
2	28	1,0	13	56	26	28	40	20	20	47	51	301
3	31	4,0	23	82	51	53	79	36	37	73	76	510
4	30	9,0	32	95	74	72	118	51	49	92	86	669
5	31	14,6	47	97	104	93	161	79	73	109	98	861
6	30	17,0	52	87	115	88	166	91	73	108	88	868
7	31	18,2	47	93	100	93	162	78	75	103	97	848
8	31	18,8	38	100	88	88	143	64	63	101	100	785
9	30	13,8	24	95	60	64	96	38	40	82	86	585
10	31	9,4	17	75	34	48	57	21	25	51	71	399
11	30	4,0	9	36	14	18	24	10	11	25	32	179
12	31	-0,5	6	29	11	12	17	9	9	23	26	142
	365	**9,1**	**315**	**895**	**692**	**677**	**1086**	**509**	**487**	**851**	**855**	
			131	518	285	315	454	197	203	430	472	
			77,02	103,65	211,23	348,32	416,99				





Příloha H - Výstupy z energetického modelu
Varianta A s uvažovanou garáží jako vytápěný prostor

ČASOVÁ KONSTATNTA BUDOVY

dle ČSN EN ISO 13790

Konstanta pro výpočet kapacity dle třídy budovy	K	110 000	J/K
Podlahová plocha vytápěné zóny	A_f	234	m^2
Účinná vnitřní tepelná kapacita budovy	C_m	7162	Wh/K
Časová konstatnta budovy	**τ**	**40**	**hod**

Třída	K J/K
velmi lehká	80 000
lehká	110 000
střední	165 000
těžká	260 000
velmi těžká	370 000

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Budovy a prostředí

Katedra konstrukcí pozemních staveb

Příloha I - Výstup z programu NTC

Příloha I - Výstup z programu NTC

VSTUPNÍ ÚDAJE:

Klimatická data:	Praha - Mořina 2011																	
Tepelné čerpadlo - název:	WPF 16 (země/voda)																	
Tepelné čerpadlo - spád:	35/-5	35/0	35/5	35/10	35/15	35/20	50/-5	50/0	50/5	50/10	50/15	50/20	60/5	60/10	60/15	60/20		
Tepelné čerpadlo - výkon:	13,7	16,1	18,4	20,9	23,6	25,3	12,9	15,1	17,2	19,7	22,2	24,9	17,2	19,4	22,3	25,2		
Tepelné čerpadlo - COP:	3,7	4,5	5,1	5,6	6,6	7	2,6	3	3,4	4	4,5	5,1	3	3,4	3,9	4,4		

Výpočtová venkovní teplota:	te,N =	-12	[°C]
Mezní teplota otopného období:	te,m =	13	[°C]
Průměrná teplota vzduchu v interiéru	ti =	20	[°C]
Teplota připravované teplé vody:	tTV =	55	[°C]
Teplota topné vody v soustavě:	tw1,N =	30	[°C]
Teplota vratné voda v soustavě:	tw2,N =	20	[°C]
Roční potřeba tepla na přípravu tepl	Qp,tv,rok =	5 729	[kWh]
Roční potřeba tepla na vytápění:	Qp,vyt,rok	5 157	[kWh]
Elektrický příkon pomocných zařízení	Ppom,tv =	0	[kW]
Elektrický příkon pomocných zařízení	Ppom,vyt =	0	[kW]
Teplotní exponent podle převažujícíc	n =	1,1	[-]

VYPOČTENÉ HODNOTY:

Počet hodinostupňů za otopné obdo	DHrok =	92 329	[K·hod]
Roční potřeba tepla na vytápění a oh	Qp,rok =	10 886	[kWh]
Roční dodávka tepla tepelným čerpa	Qtč,rok =	10 886	[kWh]
Roční dodávka tepla doplňkovým zdr	Qd,rok =	0	[kWh]
Roční potřeba elektrické energie pro	Etč,rok =	3 142	[kWh]
Roční potřeba elektrické energie pro	Epom,rok =	0	[kWh]
Roční pokrytí potřeby tepla z tepelné	f =	100	[%]
Sezónní topný faktor tepelného čerp	SPFtč =	3,46	[-]
Sezónní topný faktor celé soustavy:	SPF =	3,46	[-]

TABULKOVÝ VÝPOČET:

Klimatická data				Teplá voda										
Výpočetní	te,j	τj	DHj	tv1,tv,j	tk2,tv,j	Φk,tv,j	COP,tv,j	Qp,tv,j	Qk,tv,j	Qtč,tv,j	τtč,tv,j	Etč,tv,j	Epom,tv,j	Qd,tv,j
interval	[°C]	[hod]	[K·hod]	[°C]	[°C]	[kW]	[-]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[hod]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
< -16,50 , -15,50 >	-16	2	72	0	60	15	2,6	1,31	30	1,31	0,09	0,5	0	0
< -15,50 , -14,50 >	-15	2	70	0	60	15	2,6	1,31	30	1,31	0,09	0,5	0	0
< -14,50 , -13,50 >	-14	13	442	0	60	15	2,6	8,5	195	8,5	0,57	3,27	0	0
< -13,50 , -12,50 >	-13	5	165	0	60	15	2,6	3,27	75	3,27	0,22	1,26	0	0
< -12,50 , -11,50 >	-12	14	448	0	60	15	2,6	9,16	210	9,16	0,61	3,52	0	0
< -11,50 , -10,50 >	-11	23	713	0	60	15	2,6	15,04	345	15,04	1	5,79	0	0
< -10,50 , -09,50 >	-10	47	1410	0	60	15	2,6	30,74	705	30,74	2,05	11,82	0	0
< -09,50 , -08,50 >	-9	43	1247	0,15	60	15,07	2,61	28,12	647,84	28,12	1,87	10,77	0	0
< -08,50 , -07,50 >	-8	38	1064	0,3	60	15,13	2,62	24,85	575,02	24,85	1,64	9,47	0	0
< -07,50 , -06,50 >	-7	59	1593	0,45	60	15,2	2,64	38,59	896,68	38,59	2,54	14,64	0	0
< -06,50 , -05,50 >	-6	74	1924	0,6	60	15,26	2,65	48,4	1129,54	48,4	3,17	18,28	0	0
< -05,50 , -04,50 >	-5	81	2025	0,75	60	15,33	2,66	52,97	1241,73	52,97	3,46	19,91	0	0
< -04,50 , -03,50 >	-4	142	3408	0,9	60	15,4	2,67	92,87	2186,23	92,87	6,03	34,76	0	0
< -03,50 , -02,50 >	-3	181	4163	1,05	60	15,46	2,68	118,37	2798,62	118,37	7,66	44,1	0	0
< -02,50 , -01,50 >	-2	204	4488	1,2	60	15,53	2,7	133,42	3167,71	133,42	8,59	49,49	0	0
< -01,50 , -00,50 >	-1	294	6174	1,35	60	15,59	2,71	192,27	4584,64	192,27	12,33	71	0	0
< -00,50 , 00,50 >	0	404	8080	1,5	60	15,66	2,72	264,21	6326,64	264,21	16,87	97,14	0	0
< 00,50 , 01,50 >	1	242	4598	1,65	60	15,73	2,73	158,27	3805,69	158,27	10,06	57,93	0	0
< 01,50 , 02,50 >	2	349	6282	1,8	60	15,79	2,74	228,24	5511,41	228,24	14,45	83,18	0	0
< 02,50 , 03,50 >	3	298	5066	1,95	60	15,86	2,76	194,89	4725,69	194,89	12,29	70,72	0	0
< 03,50 , 04,50 >	4	384	6144	2,1	60	15,92	2,77	251,13	6114,82	251,13	15,77	90,73	0	0
< 04,50 , 05,50 >	5	231	3465	2,25	60	15,99	2,78	151,07	3693,69	151,07	9,45	54,34	0	0
< 05,50 , 06,50 >	6	395	5530	2,4	60	16,06	2,79	258,33	6342,12	258,33	16,09	92,52	0	0
< 06,50 , 07,50 >	7	374	4862	2,55	60	16,12	2,8	244,59	6029,63	244,59	15,17	87,23	0	0
< 07,50 , 08,50 >	8	380	4560	2,7	60	16,19	2,82	248,52	6151,44	248,52	15,35	88,25	0	0
< 08,50 , 09,50 >	9	317	3487	2,85	60	16,25	2,83	207,32	5152,52	207,32	12,75	73,31	0	0
< 09,50 , 10,50 >	10	331	3310	3	60	16,32	2,84	216,47	5401,92	216,47	13,26	76,22	0	0
< 10,50 , 11,50 >	11	293	2637	3,15	60	16,39	2,85	191,62	4801,1	191,62	11,69	67,19	0	0
< 11,50 , 12,50 >	12	317	2536	3,3	60	16,45	2,86	207,32	5215,29	207,32	12,6	72,39	0	0
< 12,50 , 13,50 >	13	338	2366	3,45	60	16,52	2,88	221,05	5583,08	221,05	13,38	76,86	0	0
< 13,50 , 14,50 >	14	407	0	3,6	60	16,58	2,89	266,18	6749,69	266,18	16,05	92,17	0	0
< 14,50 , 15,50 >	15	279	0	3,75	60	16,65	2,9	182,46	4645,35	182,46	10,96	62,92	0	0
< 15,50 , 16,50 >	16	330	0	3,9	60	16,72	2,91	215,82	5516,28	215,82	12,91	74,11	0	0
< 16,50 , 17,50 >	17	310	0	4,05	60	16,78	2,92	202,74	5202,42	202,74	12,08	69,34	0	0
< 17,50 , 18,50 >	18	269	0	4,2	60	16,85	2,94	175,92	4532,11	175,92	10,44	59,92	0	0
< 18,50 , 19,50 >	19	254	0	4,35	60	16,91	2,95	166,11	4296,16	166,11	9,82	56,35	0	0
< 19,50 , 20,50 >	20	205	0	4,5	60	16,98	2,96	134,07	3480,9	134,07	7,9	45,29	0	0
< 20,50 , 21,50 >	21	155	0	4,5	60	16,98	2,96	101,37	2631,9	101,37	5,97	34,25	0	0
< 21,50 , 22,50 >	22	170	0	4,5	60	16,98	2,96	111,18	2886,6	111,18	6,55	37,56	0	0
< 22,50 , 23,50 >	23	117	0	4,5	60	16,98	2,96	76,52	1986,66	76,52	4,51	25,85	0	0
< 23,50 , 24,50 >	24	112	0	4,5	60	16,98	2,96	73,25	1901,76	73,25	4,31	24,75	0	0
< 24,50 , 25,50 >	25	89	0	4,5	60	16,98	2,96	58,21	1511,22	58,21	3,43	19,66	0	0
< 25,50 , 26,50 >	26	67	0	4,5	60	16,98	2,96	43,82	1137,66	43,82	2,58	14,8	0	0
< 26,50 , 27,50 >	27	56	0	4,5	60	16,98	2,96	36,62	950,88	36,62	2,16	12,37	0	0
< 27,50 , 28,50 >	28	32	0	4,5	60	16,98	2,96	20,93	543,36	20,93	1,23	7,07	0	0
< 28,50 , 29,50 >	29	11	0	4,5	60	16,98	2,96	7,19	186,78	7,19	0,42	2,43	0	0
< 29,50 , 30,50 >	30	14	0	4,5	60	16,98	2,96	9,16	237,72	9,16	0,54	3,09	0	0
< 30,50 , 31,50 >	31	7	0	4,5	60	16,98	2,96	4,58	118,86	4,58	0,27	1,55	0	0
< 31,50 , 32,50 >	32	1	0	4,5	60	16,98	2,96	0,65	16,98	0,65	0,04	0,22	0	0
Průměr:	9,03			2,8	60	16,23	2,82							
Celkem:		8760	92329					5729	142206,3	5729	353,28	2030,79	0	0

Vytápění											Sumy				
tv1,vyt,j	tk2,vyt,j	Φk,vyt,j	COP,vyt,j	Qp,vyt,j	Qk,vyt,j	Qtč,vyt,j	ττč,vyt,j	Etč,vyt,j	Epom,vyt,j	Qd,vyt,j	Qp,j	Qtč,j	Qd,j	Etč,j	Epom,j
[°C]	[°C]	[kW]	[-]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[hod]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
0	36,19	16,1	4,5	4,02	30,8	4,02	0,25	0,89	0	0	5,33	5,33	0	1,4	0
0	35,89	16,1	4,5	3,91	30,8	3,91	0,24	0,87	0	0	5,22	5,22	0	1,37	0
0	35,6	16,1	4,5	24,69	200,17	24,69	1,53	5,49	0	0	33,19	33,19	0	8,76	0
0	35,3	16,1	4,5	9,22	76,99	9,22	0,57	2,05	0	0	12,49	12,49	0	3,31	0
0	35	16,1	4,5	25,02	215,57	25,02	1,55	5,56	0	0	34,18	34,18	0	9,08	0
0	34,7	16,1	4,5	39,82	354,16	39,82	2,47	8,85	0	0	54,87	54,87	0	14,64	0
0	34,4	16,1	4,5	78,76	723,71	78,76	4,89	17,5	0	0	109,49	109,49	0	29,32	0
0,15	34,1	16,1	4,5	69,65	662,25	69,65	4,33	15,48	0	0	97,77	97,77	0	26,24	0
0,3	33,8	16,1	4,5	59,43	585,36	59,43	3,69	13,21	0	0	84,28	84,28	0	22,68	0
0,45	33,5	16,1	4,5	88,98	909,02	88,98	5,53	19,77	0	0	127,56	127,56	0	34,41	0
0,6	33,2	16,1	4,5	107,46	1140,35	107,46	6,67	23,88	0	0	155,86	155,86	0	42,16	0
0,75	32,9	16,1	4,5	113,11	1248,47	113,11	7,03	25,13	0	0	166,08	166,08	0	45,05	0
0,9	32,6	16,1	4,5	190,35	2189,09	190,35	11,82	42,3	0	0	283,22	283,22	0	77,06	0
1,05	32,3	16,1	4,5	232,52	2790,84	232,52	14,44	51,67	0	0	350,9	350,9	0	95,77	0
1,2	31,99	16,1	4,5	250,68	3146,07	250,68	15,57	55,71	0	0	384,09	384,09	0	105,19	0
1,35	31,69	16,1	4,5	344,85	4534,89	344,85	21,42	76,63	0	0	537,12	537,12	0	147,64	0
1,5	31,39	16,1	4,5	451,31	6232,76	451,31	28,03	100,29	0	0	715,52	715,52	0	197,43	0
1,65	31,08	16,1	4,5	256,82	3734,17	256,82	15,95	57,07	0	0	415,09	415,09	0	115	0
1,8	30,78	16,1	4,5	350,88	5386,2	350,88	21,79	77,97	0	0	579,12	579,12	0	161,15	0
1,95	30,47	16,1	4,5	282,96	4599,94	282,96	17,58	62,88	0	0	477,85	477,85	0	133,59	0
2,1	30,16	16,1	4,5	343,17	5928,49	343,17	21,31	76,26	0	0	594,3	594,3	0	166,99	0
2,25	29,85	16,1	4,5	193,54	3566,99	193,54	12,02	43,01	0	0	344,61	344,61	0	97,35	0
2,4	29,55	16,1	4,5	308,88	6100,46	308,88	19,18	68,64	0	0	567,2	567,2	0	161,16	0
2,55	29,24	18,4	5,1	271,57	6602,45	271,57	14,76	53,25	0	0	516,16	516,16	0	140,48	0
2,7	28,92	18,4	5,1	254,7	6709,52	254,7	13,84	49,94	0	0	503,22	503,22	0	138,19	0
2,85	28,61	18,4	5,1	194,77	5598,11	194,77	10,59	38,19	0	0	402,08	402,08	0	111,5	0
3	28,3	18,4	5,1	184,88	5846,34	184,88	10,05	36,25	0	0	401,35	401,35	0	112,47	0
3,15	27,98	18,4	5,1	147,29	5176,03	147,29	8	28,88	0	0	338,91	338,91	0	96,07	0
3,3	27,67	18,4	5,1	141,65	5600,94	141,65	7,7	27,77	0	0	348,96	348,96	0	100,16	0
3,45	27,35	18,4	5,1	132,15	5972,96	132,15	7,18	25,91	0	0	353,2	353,2	0	102,77	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	266,18	266,18	0	92,17	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	182,46	182,46	0	62,92	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	215,82	215,82	0	74,11	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	202,74	202,74	0	69,34	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	175,92	175,92	0	59,92	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	166,11	166,11	0	56,35	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	134,07	134,07	0	45,29	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	101,37	101,37	0	34,25	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	111,18	111,18	0	37,56	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76,52	76,52	0	25,85	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73,25	73,25	0	24,75	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58,21	58,21	0	19,66	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43,82	43,82	0	14,8	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36,62	36,62	0	12,37	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20,93	20,93	0	7,07	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,19	7,19	0	2,43	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,16	9,16	0	3,09	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,58	4,58	0	1,55	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,65	0,65	0	0,22	0
1,44	20,16	11,41	3,18												
				5157	95893,88	5157	310,01	1111,31	0	0	10886	10886	0	3142,09	0

Příloha I - Výstup z programu NTC

VYSVĚTLIVKY:

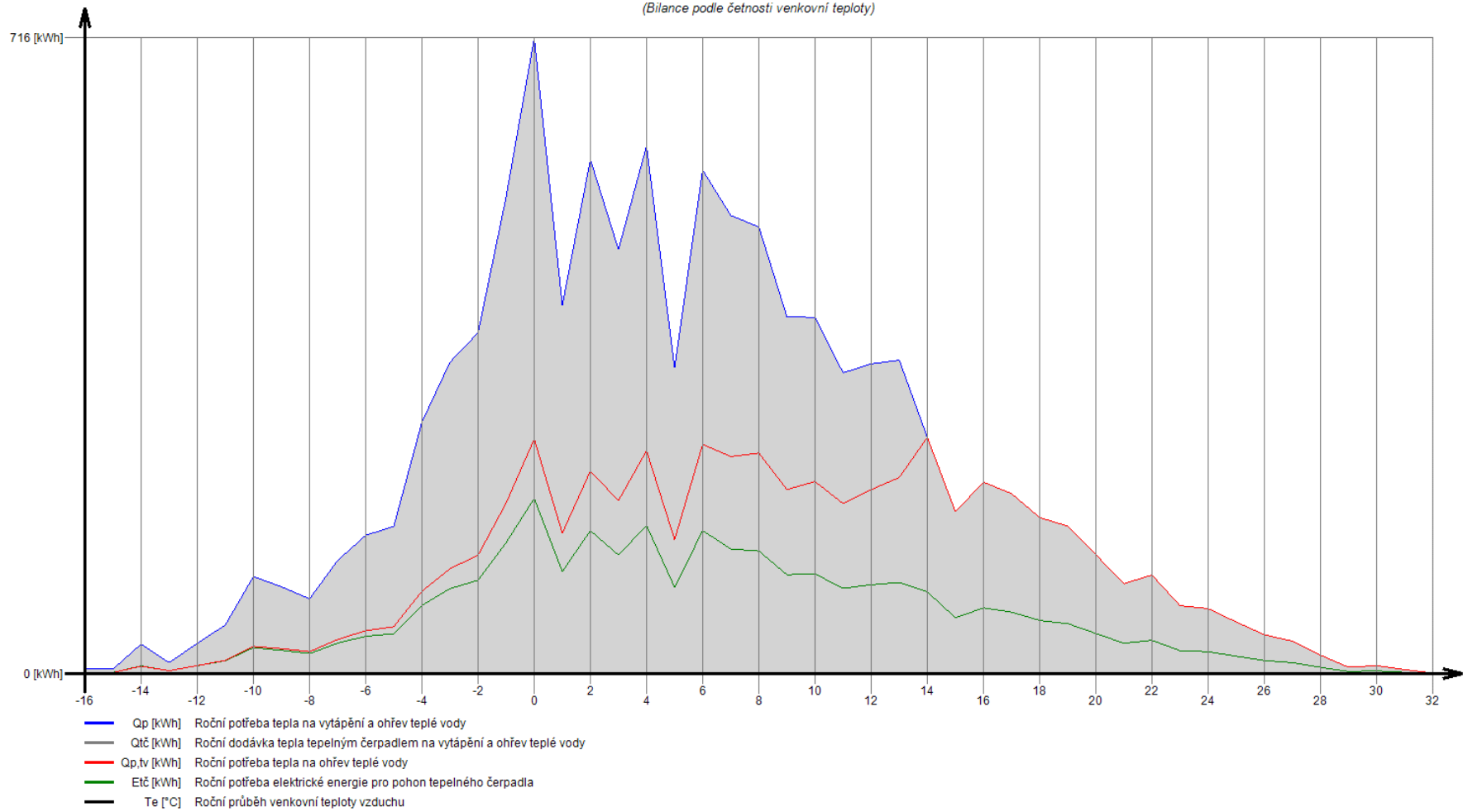
Klimatická data		
te	[°C]	Střední venkovní teplota v intervalu
τ	[hod]	Doba trvání teplotního intervalu
DH	[K·hod]	Počet hodinostupňů v teplotním intervalu
Teplá voda		
tv1,tv	[°C]	Teplota vody na vstupu do výparníku v tepelném čerpadle při ohřevu teplé vody
tk2,tv	[°C]	Teplota vody na výstupu z kondenzátoru v tepelném čerpadle při ohřevu teplé vody
Φk,tv	[kW]	Okamžitý tepelný výkon tepelného čerpadla při ohřevu teplé vody
COP,tv	[-]	Okamžitý topný faktor COP tepelného čerpadla při ohřevu teplé vody
Qp,tv	[kWh]	Teplo potřebné pro ohřev teplé vody
Qk,tv	[kWh]	Teplo dostupné z tepelného čerpadla pro ohřev teplé vody
Qtč,tv	[kWh]	Teplo skutečně dodané z tepelného čerpadla pro ohřev teplé vody
τtč,tv	[hod]	Doba běhu tepelného čerpadla při ohřevu teplé vody
Etč,tv	[kWh]	Elektrická energie pro pohon tepelného čerpadla při ohřevu teplé vody
Epom,tv	[kWh]	Elektrická energie pro pohon pomocných zařízení při ohřevu teplé vody
Qd,tv	[kWh]	Teplo pro dohřev teplé vody z doplňkového zdroje tepla
Vytápění		
tv1,vyt	[°C]	Teplota vody na vstupu do výparníku v tepelném čerpadle při vytápění
tk2,vyt	[°C]	Teplota vody na výstupu z kondenzátoru v tepelném čerpadle při vytápění
Φk,vyt	[kW]	Okamžitý tepelný výkon tepelného čerpadla při vytápění
COP,vyt	[-]	Okamžitý topný faktor COP tepelného čerpadla při vytápění
Qp,vyt	[kWh]	Teplo potřebné pro vytápění
Qk,vyt	[kWh]	Teplo dostupné z tepelného čerpadla pro vytápění
Qtč,vyt	[kWh]	Teplo skutečně dodané z tepelného čerpadla pro vytápění
τtč,vyt	[hod]	Doba běhu tepelného čerpadla při vytápění
Etč,vyt	[kWh]	Elektrická energie pro pohon tepelného čerpadla při vytápění
Epom,vyt	[kWh]	Elektrická energie pro pohon pomocných zařízení při vytápění
Qd,vyt	[kWh]	Teplo pro dohřev topné vody z doplňkového zdroje tepla
Sumy		
Qp	[kWh]	Roční potřeba tepla na vytápění a ohřev teplé vody
Qtč	[kWh]	Roční dodávka tepla tepelným čerpadlem na vytápění a ohřev teplé vody
Qd	[kWh]	Roční dodávka tepla doplňkovým zdrojem tepla na vytápění a ohřev teplé vody
Etč	[kWh]	Roční potřeba elektrické energie pro pohon tepelného čerpadla
Epom	[kWh]	Roční potřeba elektrické energie pro pohon pomocných zařízení

Příloha I - Výstup z programu NTC

NÁVRH TEPELNÉHO ČERPADLA
software NTC.exe (verze 1.0)

Graf provozu tepelného čerpadla

(Bilance podle četnosti venkovní teploty)



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Budovy a prostředí

Katedra konstrukcí pozemních staveb

Příloha J - Výstup z aplikace PVGIS

Performance of grid-connected PV

PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

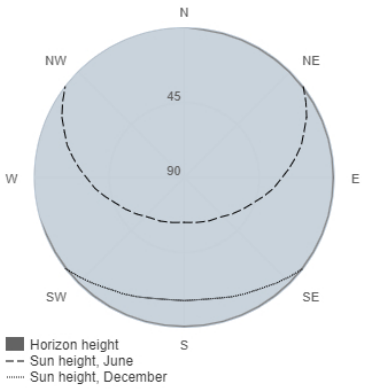
Provided inputs:

Latitude/Longitude:	50.153, 14.910
Horizon:	Calculated
Database used:	PVGIS-SARAH
PV technology:	Crystalline silicon
PV installed:	5.25 kWp
System loss:	14 %

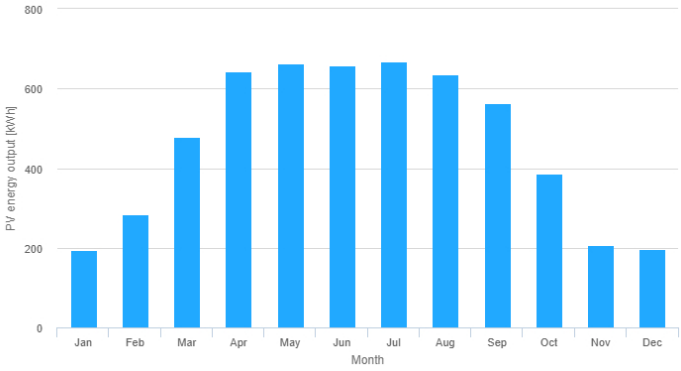
Simulation outputs

Slope angle:	44 °
Azimuth angle:	0 °
Yearly PV energy production:	5578.04 kWh
Yearly in-plane irradiation:	1328.45 kWh/m²
Year to year variability:	297.56 kWh
Changes in output due to:	
Angle of incidence:	-2.88 %
Spectral effects:	1.59 %
Temperature and low irradiance:	-5.74 %
Total loss:	-20.02 %

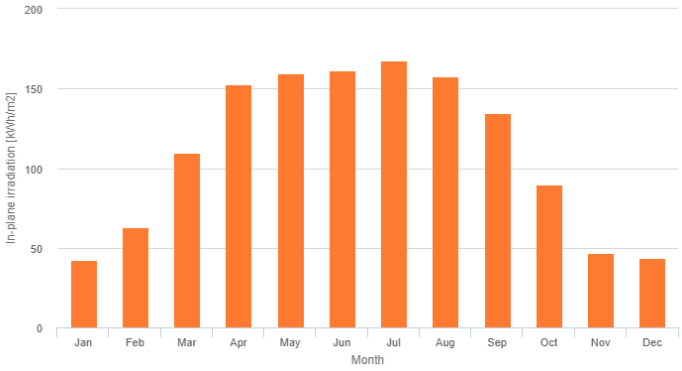
Outline of horizon at chosen location:



Monthly energy output from fix-angle PV system:



Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:



Monthly PV energy and solar irradiation

Month	E_m	H(i)_m	SD_m
January	193.7	42.4	48.7
February	284.0	62.7	84.2
March	478.3	109.5	104.7
April	644.2	152.5	106.5
May	661.8	159.7	85.3
June	658.4	161.7	50.9
July	669.1	167.5	71.5
August	635.7	157.4	72.3
September	562.2	134.8	68.0
October	386.4	89.8	111.3
November	206.8	47.0	47.1
December	197.4	43.4	43.2

E_m: Average monthly electricity production from the given system [kWh].

H(i)_m: Average monthly sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system [kWh/m²].

SD_m: Standard deviation of the monthly electricity production due to year-to-year variation [kWh].

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. Our goal is to keep this information timely and accurate. If errors are brought to our attention, we will try to correct them.
However the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.
This information is: i) of a general nature only and is not intended to address the specific circumstances of any particular individual or entity; ii) not necessarily comprehensive, complete, accurate or up to date; iii) sometimes linked to external sites over which the Commission services have no control and for which the Commission assumes no responsibility; iv) not professional or legal advice (if you need specific advice, you should always consult a suitably qualified professional).
Some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsability with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.

Joint Research Centre

PVGIS ©European Union, 2001-2020.
Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Report generated on 2020/04/27

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

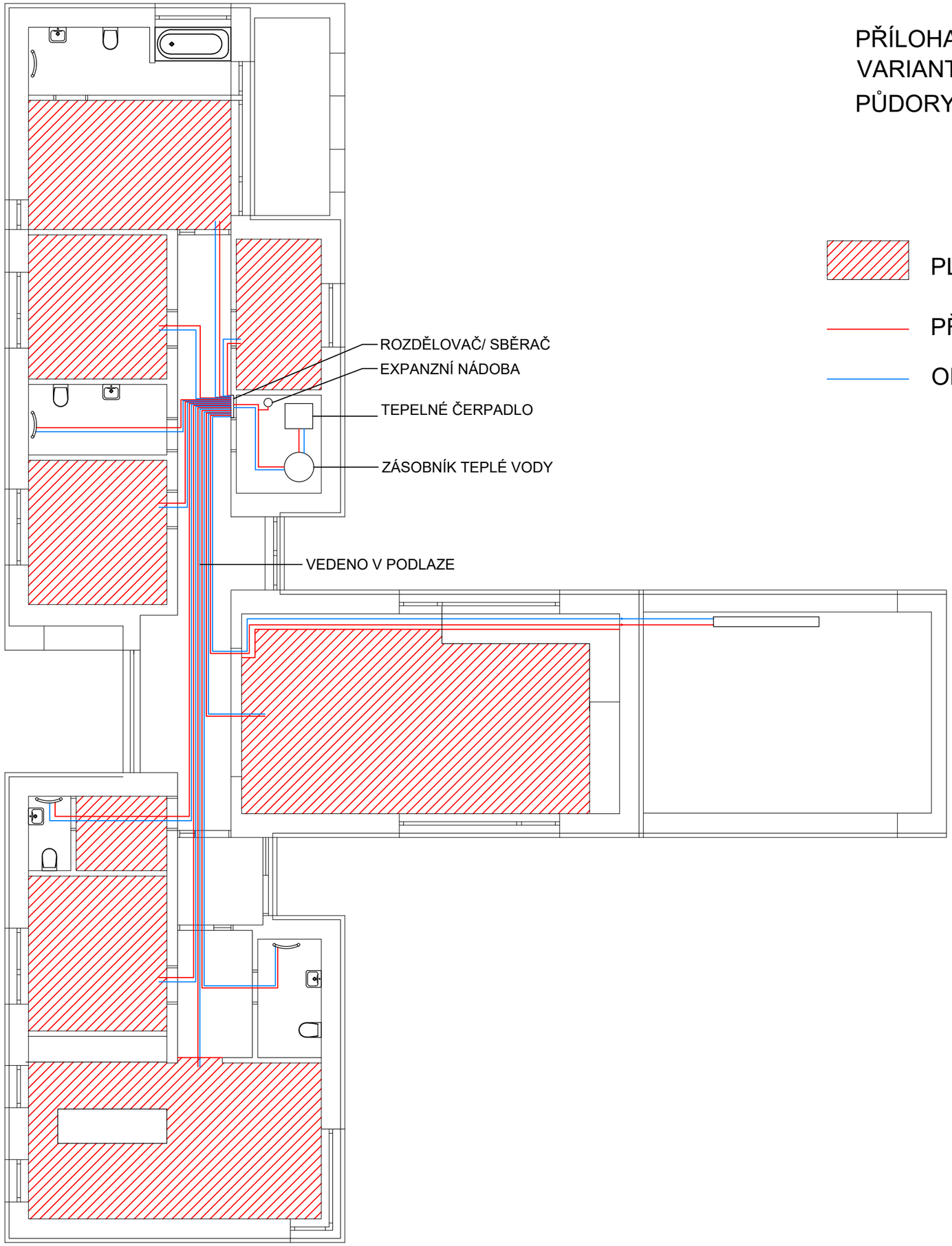
Fakulta stavební

Budovy a prostředí

Katedra konstrukcí pozemních staveb

Příloha K – Schémata vytápění

PŘÍLOHA K - SCHÉMATA VYTÁPĚNÍ
VARIANTA 1
PŮDORYSNÉ SCHÉMA PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ

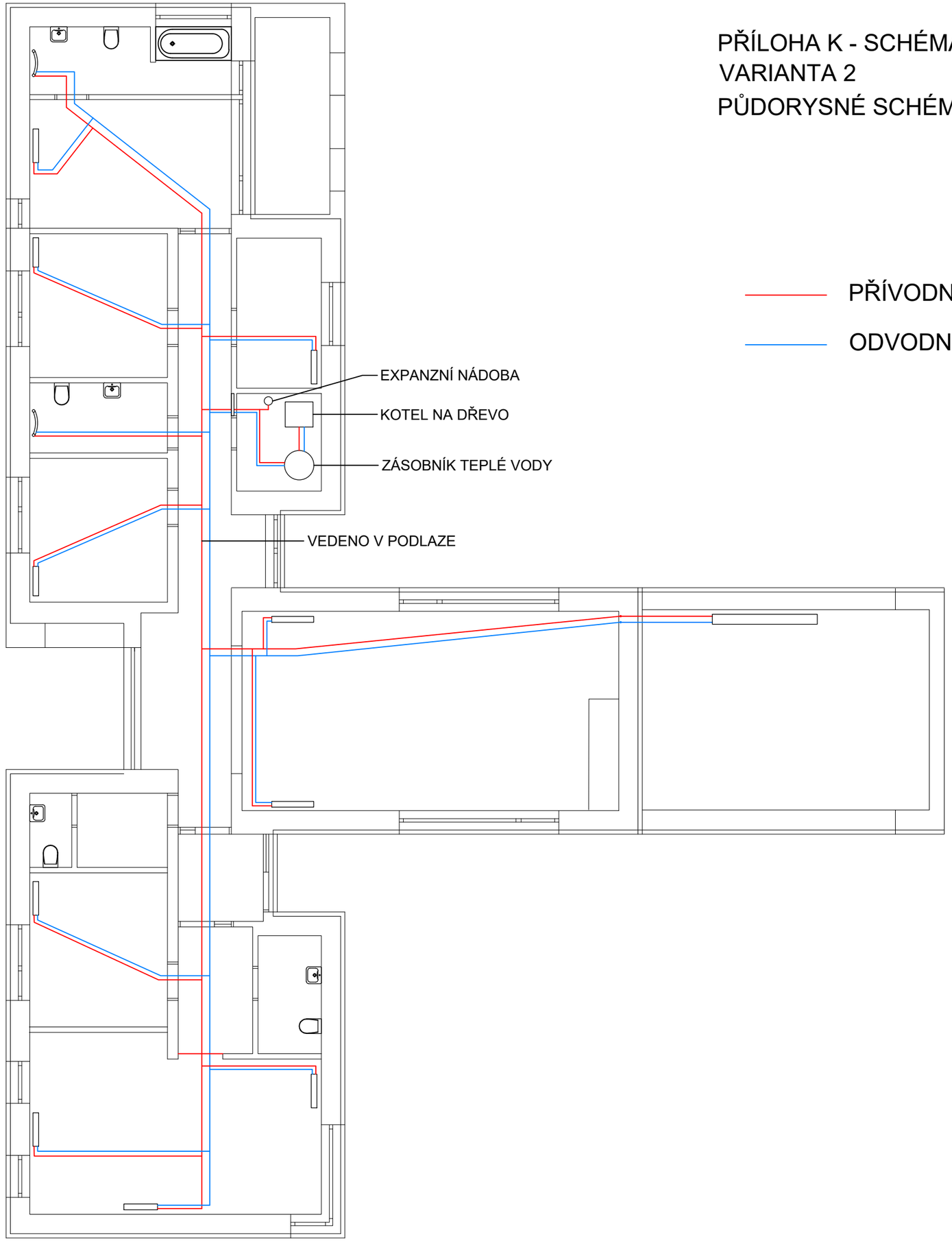


PLOCHA PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ

PŘÍVODNÍ POTRUBÍ

ODVODNÍ POTRUBÍ

PŘÍLOHA K - SCHÉMATA VYTÁPĚNÍ
VARIANTA 2
PŮDORYSNÉ SCHÉMA OTOPNÉ SOUSTAVY



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Budovy a prostředí

Katedra konstrukcí pozemních staveb

Příloha L - Výkresová dokumentace

Seznam výkresové dokumentace

Výkres č. 1 – Půdorys 1.NP

Výkres č. 2 – Půdorys 2.NP

Výkres č. 3 – Řez A – A‘

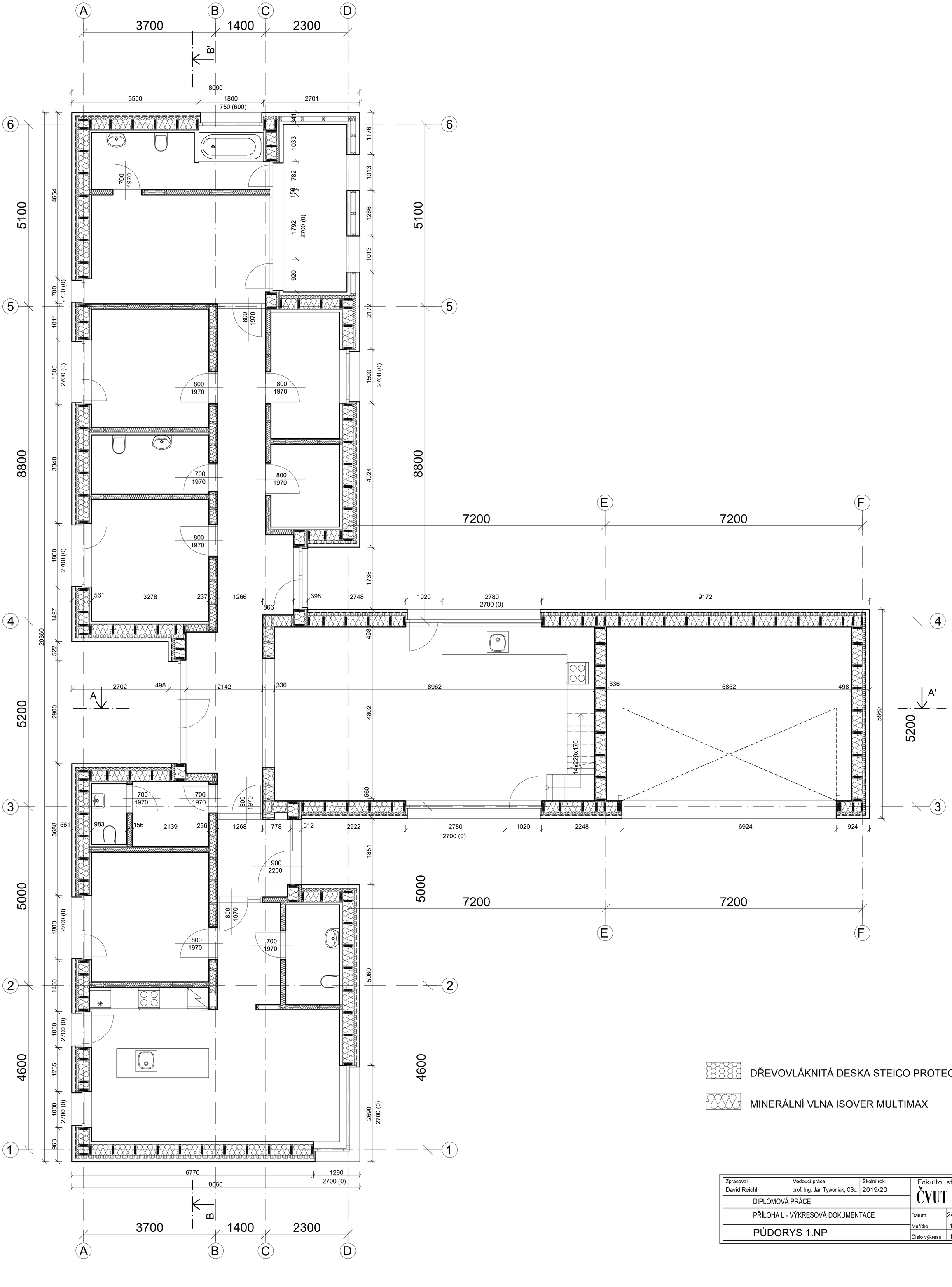
Výkres č. 4 – Řez B – B‘

Výkres č. 5 – Detail soklu

Výkres č. 6 – Detail atiky

Výkres č. 7 – Detail napojení šikmé střechy

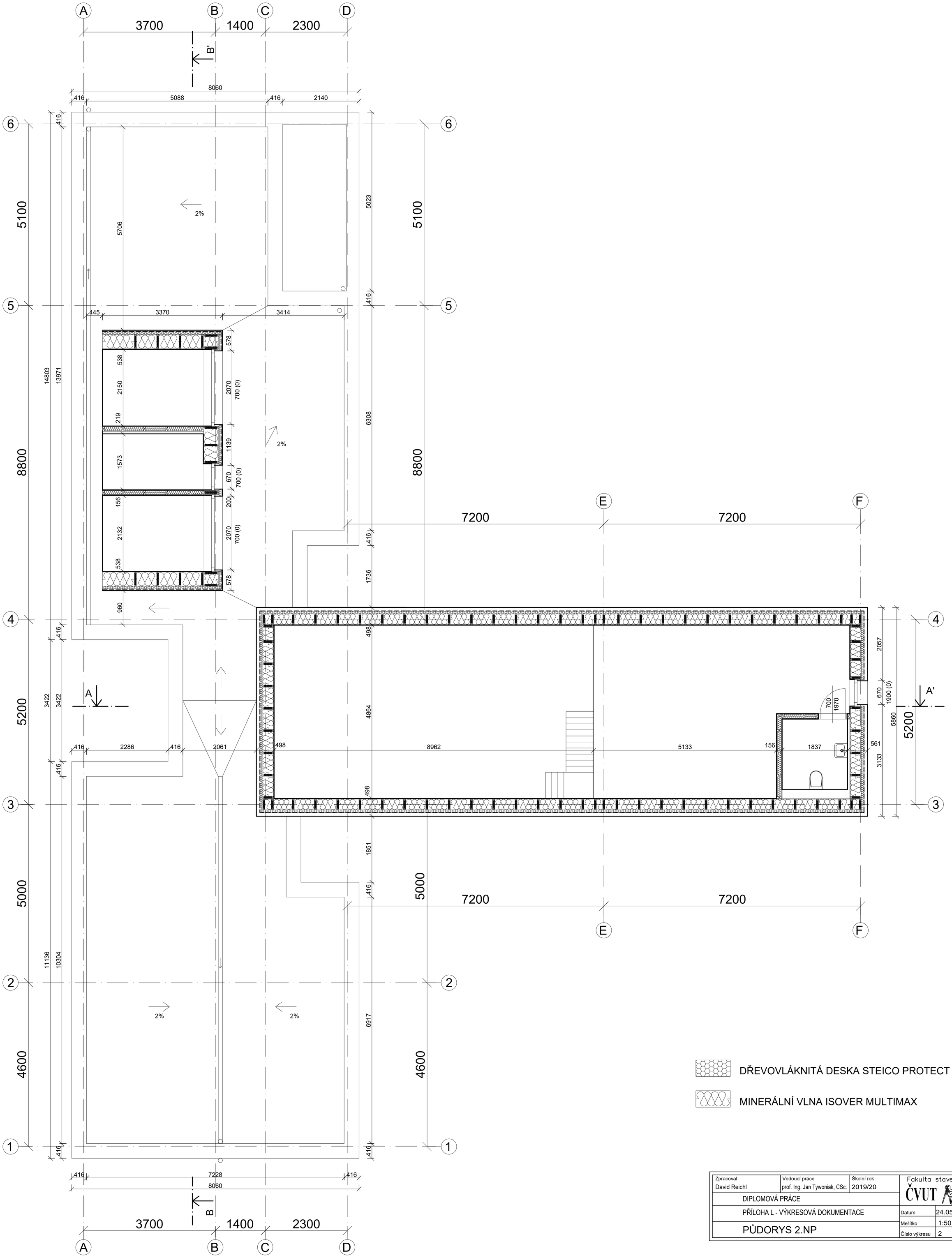
Výkres č. 8 – Detail ostění



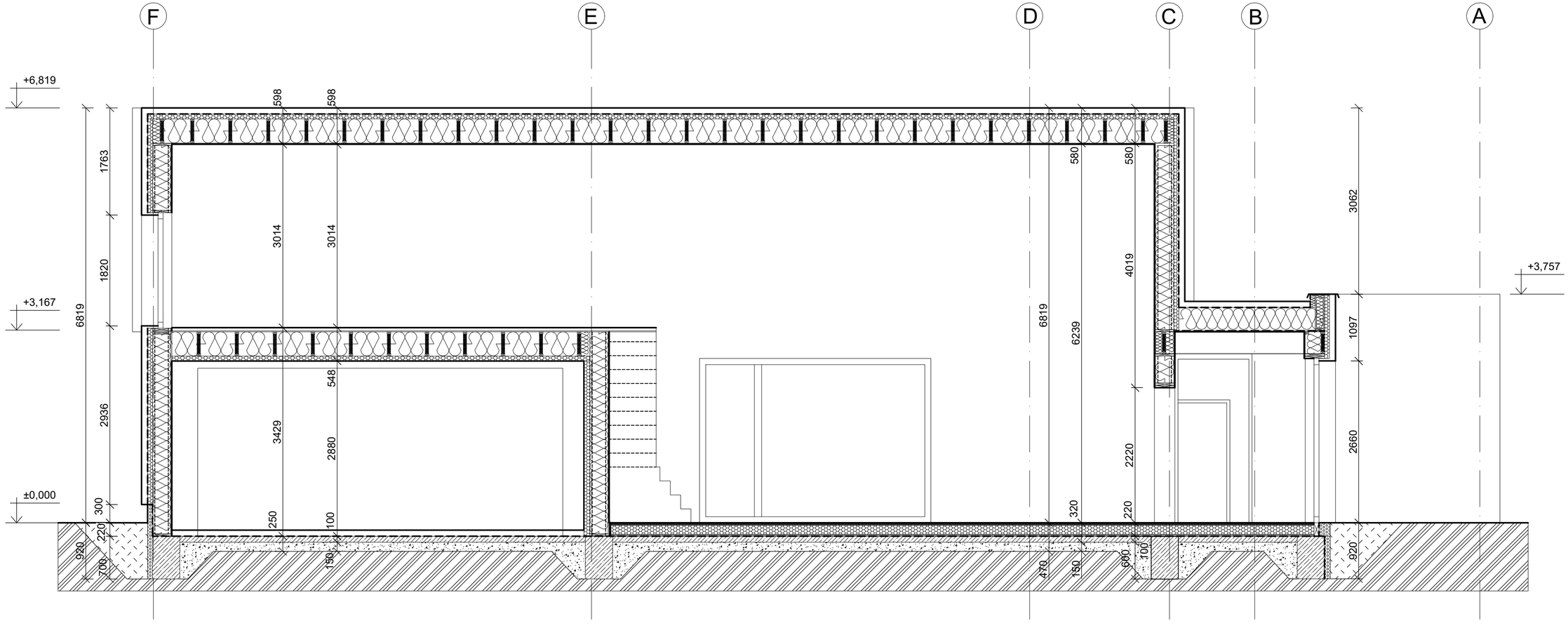
DŘEVOVLÁKNITÁ DESKA STEICO PROTECT

MINERÁLNÍ VLNA ISOVER MULTIMAX

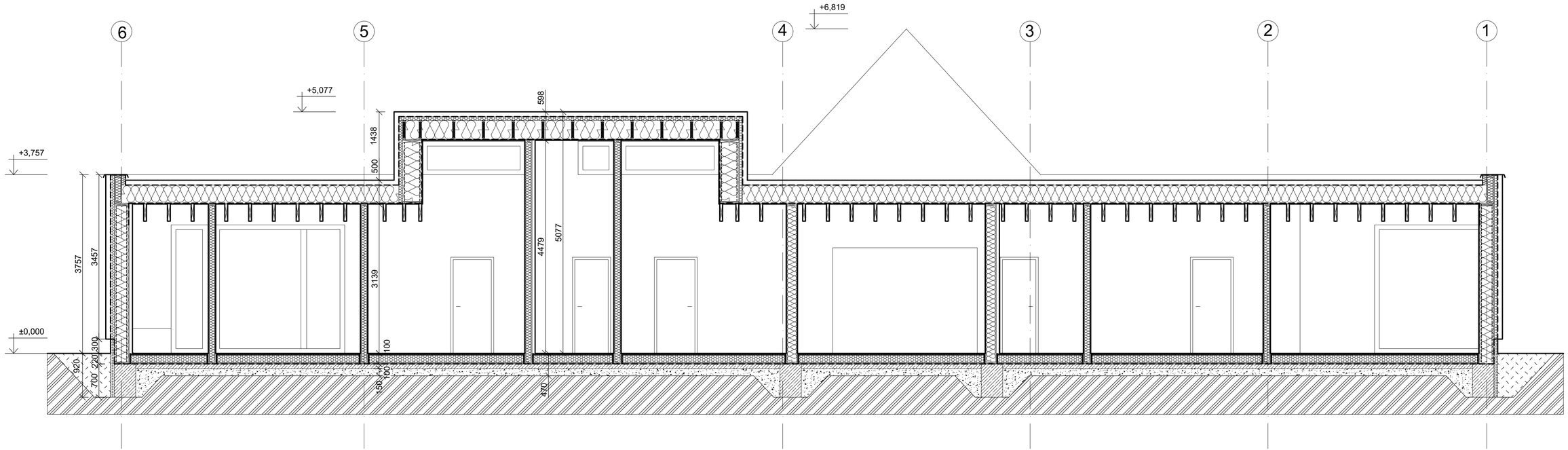
Zpracoval	Vedoucí práce	Školní rok	Fakulta stavební ČVUT
David Reichl	prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	2019/20	
DIPLOMOVÁ PRÁCE			
PŘÍLOHA L - VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE		Datum	24.05.2020
		Měřítko	1:50
PŮDORYS 1.NP		Číslo výkresu	1



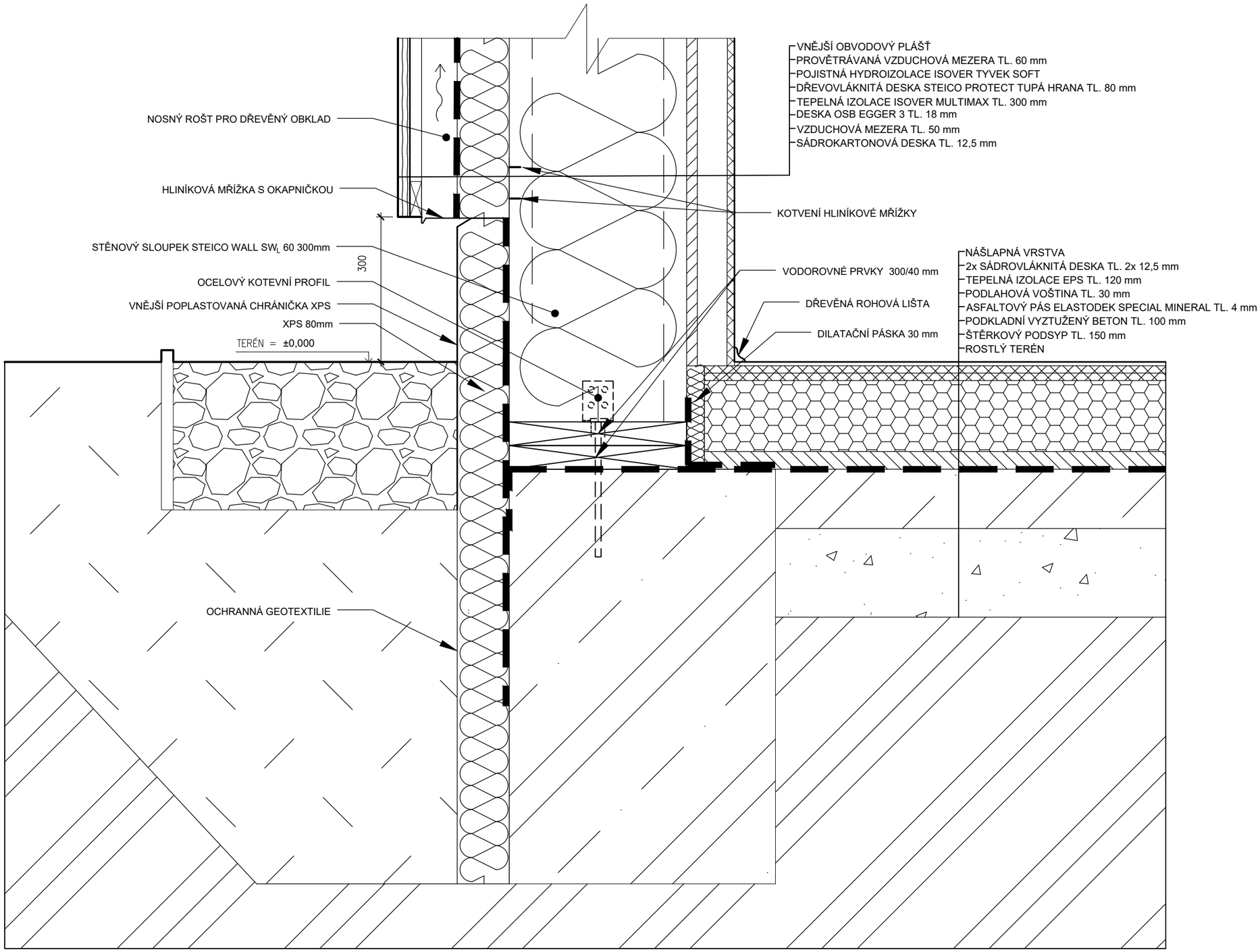
Zpracoval	Vedoucí práce	Školní rok	Fakulta stavební ČVUT
David Reichl	prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	2019/20	
DIPLOMOVÁ PRÁCE			
PŘÍLOHA L - VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE		Datum	24.05.2020
		Měřítko	1:50
PŮDORYS 2.NP		Číslo výkresu	2



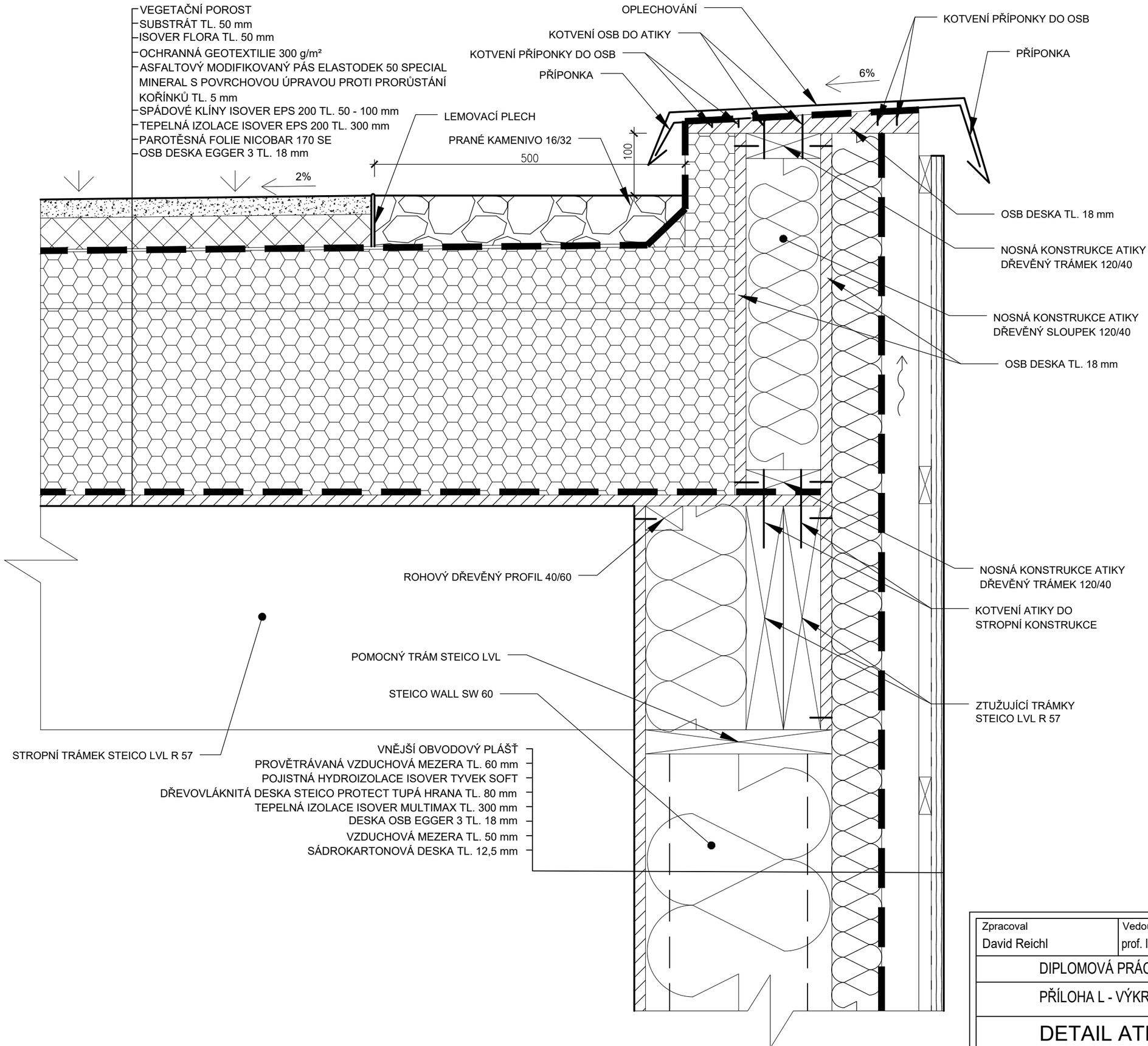
Zpracoval	Vedoucí práce	Školní rok	Fakulta stavební ČVUT
David Reichl	prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	2019/20	
DIPLOMOVÁ PRÁCE			
PŘÍLOHA L - VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE		Datum	24.05.2020
		Měřítko	1:50
ŘEZ A - A'		Číslo výkresu	3



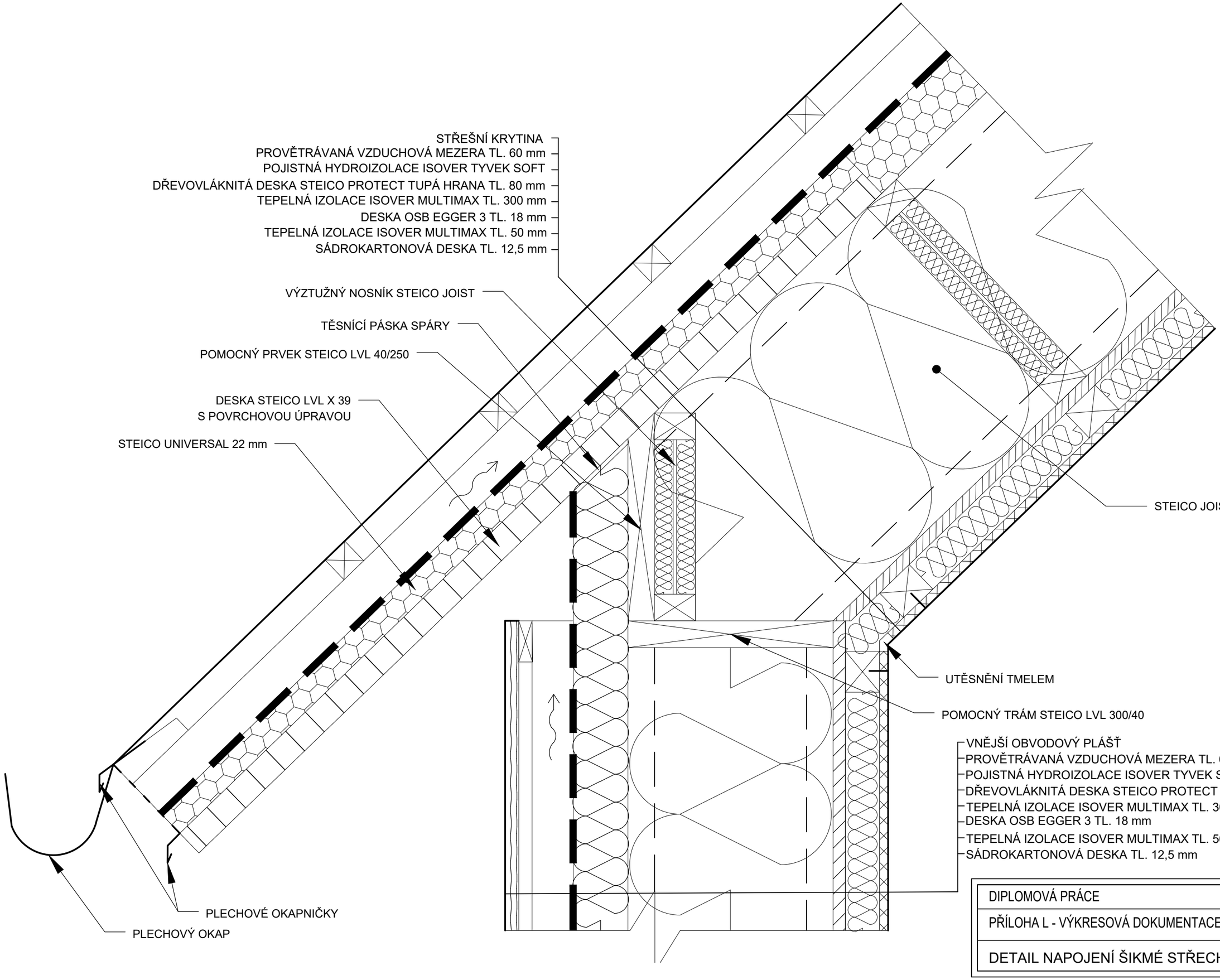
Zpracoval	Vedoucí práce	Školní rok	Fakulta stavební ČVUT
David Reichl	prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	2019/20	
DIPLOMOVÁ PRÁCE			
PŘÍLOHA L - VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE			Datum 24.05.2020
			Měřítko 1:50
ŘEZ B - B'			Číslo výkresu 4



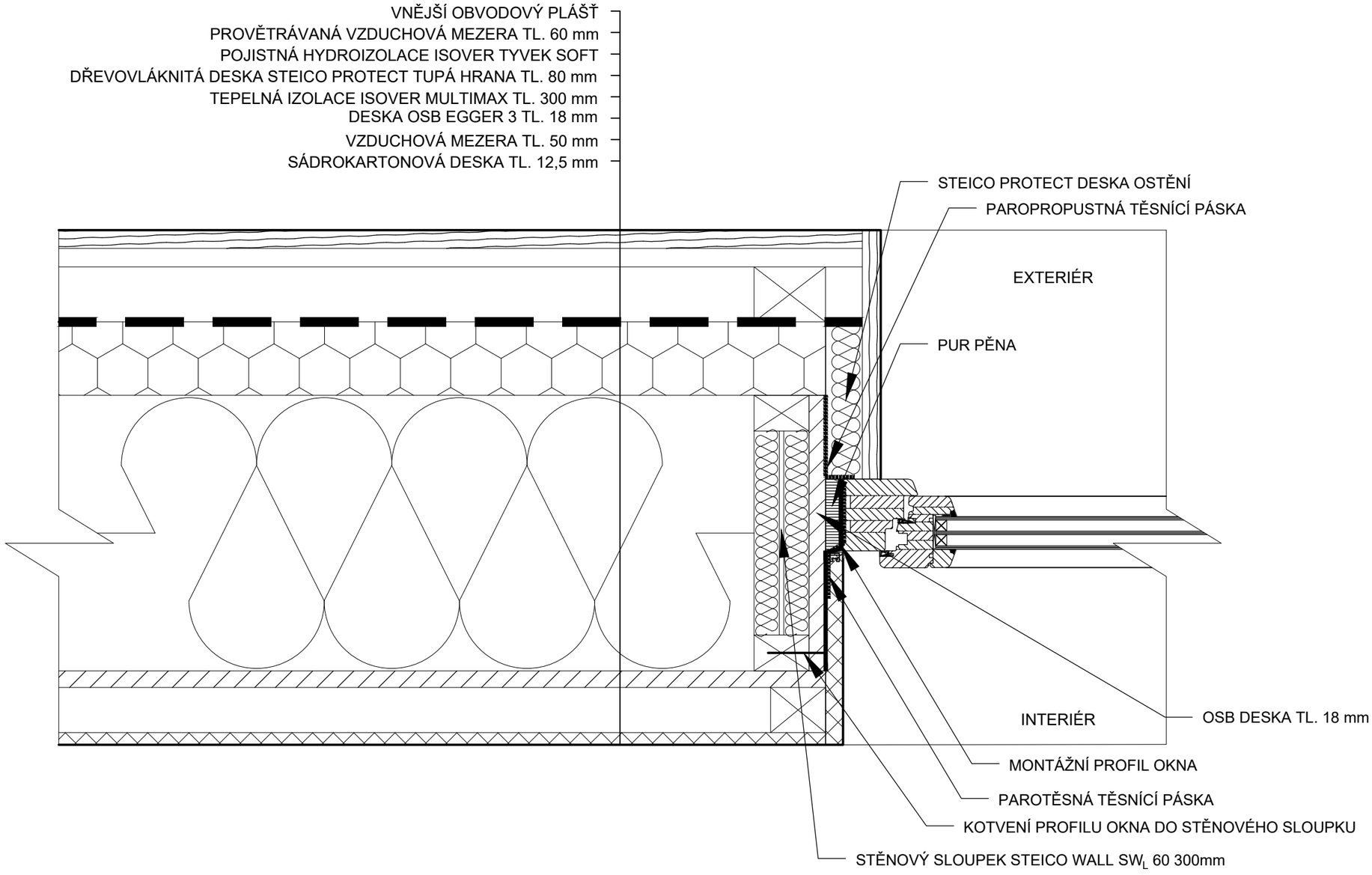
Zpracoval	Vedoucí práce	Školní rok	Fakulta stavební ČVUT
David Reichl	prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	2019/20	
DIPLOMOVÁ PRÁCE			
PŘÍLOHA L - VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE		Datum	24.05.2020
		Měřítko	1:5
DETAIL SOKLU		Číslo výkresu	5



Zpracoval	Vedoucí práce	Školní rok	Fakulta stavební ČVUT
David Reichl	prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	2019/20	
DIPLOMOVÁ PRÁCE			
PŘÍLOHA L - VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE		Datum	24.05.2020
		Měřítko	1:5
DETAIL ATIKY		Číslo výkresu	6



DIPLOMOVÁ PRÁCE		
PŘÍLOHA L - VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE	Datum	24.05.2020
	Meřítko	1:5
DETAIL NAPOJENÍ ŠIKMÉ STŘECHY	Číslo výkresu	7



Zpracoval	Vedoucí práce	Školní rok	Fakulta stavební ČVUT
David Reichl	prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	2019/20	
DIPLOMOVÁ PRÁCE			
PŘÍLOHA L - VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE		Datum	24.05.2020
		Měřítko	1:5
DETAIL OSTĚNÍ		Číslo výkresu	8

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Budovy a prostředí

Katedra konstrukcí pozemních staveb

Příloha M – Výpočet spotřeby primární energie

Příloha M – Výpočet spotřeby primární energie

Konstrukce/materiál	**M.j.**	**Výměra** (M.j.)	**Objemová hmotnost** (kg/m^3)	**Objem** (m^3)	**Hmotnost** (kg)	**Jednotková svázaná spotřeba primární energie** (MJ/kg)	**Svázaná spotřeba energie** (MJ)	**Životnost** (roky)	**Roční svázaná spotřeba energie** (MJ/a)
					a	b	c=a*b	d	e=c/d
Varianta A									
Horní stavba									
Sloupky 300mm + minerálí vlna - stěny	m^3	80,757	68,8	80,757	5556,0816	19,723654	109586,2311	50	2191,724621
Dřevovláknité desky	m^3	21,5352	140	21,5352	3014,928	5,09544	15362,38473	50	307,2476946
OSB desky	m^3	4,84542	650	11,406	7413,9	12,505	92710,8195	50	1854,21639
Pojistná hydroizolace	m^3	0,04710825	960	0,000707	0,6783588	76,402	51,82796904	50	1,036559381
Trámky 400mm + minerálí vlna - strop	m^3	65,824	68,8	65,824	4528,6912	19,723654	89322,3383	50	1786,446766
								∑	**6140,672031**
Varianta B									
Horní stavba									
Zdivo	m^3	64,6056	1530	64,6056	98846,568	1,27912	126436,6221	50	2528,732441
Betonové konstrukce	m^3	32,912	2500	32,912	82280	0,5749	47302,772	50	946,05544
Výztuž	kg		7850	0,65824	5167,184	22,572	116633,6772	50	2332,673545
B_Tepelná izolace Isover Multimax	m^3	80,757	32	80,757	2584,224	20,1923	52181,42628	50	1043,628526
								∑	**6851,089952**
Varianta C									
Horní stavba									
CLT stěny	m^3	32,3028	495	32,3028	15989,886	8,769	140215,3103	50	2804,306207
CLT vodorovné	m^3	28,8204	495	28,8204	14266,098	8,769	125099,4134	50	2501,988267
C_Tepelná izolace Isover Multimax	m^3	80,757	32	80,757	2584,224	20,1923	52181,42628	50	1043,628526
								∑	**6349,922999**

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Budovy a prostředí

Katedra konstrukcí pozemních staveb

Příloha N – Prohlášení autora studie

Prohlášení autora studie

Tímto dokumentem prohlašuji, že uděluji souhlas Davidu Reichlovi nar. 21.08.1994 k tomu, aby použil studii stavby rodinného domu v Kersku jako podklad pro zpracování své diplomové práce.

V Praze dne 17.05.2020

.....

Ing. arch. David Starý
starý moos architekti
Davidstary@email.cz