

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra konstrukcí pozemních staveb



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Návrh energeticky úsporného bytového domu

D1.4. Technika prostředí staveb


Vedoucí práce: Ing. Kamil Staněk, Ph.D.

Student: Bc. Michal Fencel

Studijní program, specializace: Budovy a prostředí, Konstrukce budov

Praha 2023

D1.4. Technika prostředí staveb			
Číslo výkresu	Název výkresu	Měřítko	Formát
01	Technická zpráva	-	-
02	Koncept TZB	-	2xA4
03	Koordinační půdorys základů	1:100	3xA4
04	Koordinační půdorys 1.NP	1:100	3xA4
05	Koordinační půdorys 2.NP	1:100	3xA4
06	Koordinační půdorys 3.NP	1:100	3xA4
07	Koordinační půdorys 4.NP	1:100	3xA4
08	Koordinační půdorys střechy	1:100	3xA4

STUDENT	VEDOUcí PRÁCE	AKAD. ROK	Fakulta stavební ČVUT 	
Bc. Michal Fencel	Ing. K. Staněk, Ph.D.	2023/2024		
Předmět	124DPM			
Úloha	NÁVRH ENERGETICKY ÚSPORNÉHO BYTOVÉHO DOMU		DATUM	12/2023
Část	TECHNIKA PROSTŘEDÍ STAVEB		MĚŘÍTKO	–
Výkres	TECHNICKÁ ZPRÁVA		ČÍSLO VÝKRESU	D1.4. 01
			FORMÁT	A4

Obsah

1. Popis objektu	2
2. Seznam norem	2
3. Použitý software	2
4. Textová část.....	3
4.1 Splašková kanalizace.....	3
4.2 Dešťová kanalizace	3
4.3 Vodovod	3
4.4 Vytápění a chlazení	3
4.5 Vzduchotechnika	4
4.6 Elektroinstalace	4
5. Výpočty	5
5.1 Zdroj tepla	5
5.1.1 Tepelná ztráta objektu	5
5.1.2 Příprava teplé vody.....	5
5.1.3 Zemní vrty	5
5.2 Zásobník teplé vody	6
5.3 VZT a potrubí.....	6
5.4 Akumulace dešťové vody.....	7
5.5 FV panely	8

1. Popis objektu

Jedná se o čtyřpodlažní bytový dům situovaný ve Žďáru nad Sázavou. V prvním nadzemním podlaží jsou tři byty, technické zázemí objektu a sklepní kóje, v dalších patrech jsou pouze byty, kterých je celkem 18. Vertikální komunikaci zajišťuje předsunuté železobetonové jádro se schodištěm a výtahem, pro vstup do bytů slouží pavlač. Část technického zázemí se sklepy je pod svažujícím se terénem. Střecha obytné a sklepní části je zelená extenzivní, na střeše schodišťového jádra je povlaková izolace s kačírkem.

2. Seznam norem

ČSN 75 6101 Stokové sítě a kanalizační přípojky

ČSN EN 12056 Vnitřní kanalizace

ČSN 75 5409 Vnitřní vodovody

ČSN 73 0540-3: Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin

ČSN EN 15316-3 Tepelné soustavy v budovách

ČSN EN 15450: Tepelné soustavy v budovách - Navrhování tepelných soustav s tepelnými čerpadly

ČSN EN ISO 52016-1 Energetická náročnost budov – potřeba energie na vytápění a chlazení, vnitřní teploty a citelné latentní tepelné výkon – Část 1: Výpočtové postupy

Vyhláška 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby

Vyhláška 264/2020 Sb. o energetické náročnosti budov

3. Použitý software

Autodesk AutoCAD 2019

Energie 2023

On-line nástroj pro výpočet produkce fotovoltaických panelů, dostupný na stránce:

https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/

Kalkulátor objemu retenční nádrže na dešťovou vodu:

<https://voda.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/105-vypocet-objemu-nadrze-na-destovou-vodu>

4. Textová část

4.1 Splašková kanalizace

Kanalizační přípojka je napojena na kanalizační síť. Přípojka se nachází na severní části pozemku k ulici Sázavská. Přípojka je navržena z plastového potrubí z PP, ze stejného materiálu jsou všechna potrubí vnitřní kanalizace. Připojovací potrubí je vedeno v předstěných či v kuchyňské lince, odpadní potrubí je vedeno v instalačních šachtách, svodné v úrovni základů. Potrubí je opatřeno revizními šachtami a čistícími tvarovkami. V místech prostupů konstrukcí je potrubí vybaveno chráničkami. V místě opuštění konstrukcí je potrubí uloženo v minimální nezámrazné hloubce. Odvětrávání svislého potrubí je zajištěno vyvedením nad střešní plášť a opatření konce potrubí větrací hlavicí.

4.2 Dešťová kanalizace

Dešťová voda je zachytávána ve dvou separátních nádržích o maximálním společném objemu 7 m³. Voda je zužitkována na závlivky společné zahrady. Zpětné využití do WC není navrženo. Potrubí je také z PP. Z důvodů podzemního kolektoru a následné komplikovanosti vedení rozvodů nelze z některých střech přivést vodu do retenčních nádrží, a proto bude vsakována přes vsakovací tunely.

4.3 Vodovod

Vodovodní přípojka je z HDPE a situována na severní části pozemku do ulice Sázavská. Vnitřní rozvody jsou z trubek PP s izolací. Vodoměrná sestava je umístěna v technické místnosti v 1.NP. Je zajištěn centrální ohřev teplé vody pomocí tepelného čerpadla země-voda a zásobníku teplé vody. Cirkulační potrubí je vedeno souběžně s rozvody teplé vody a je také z trubek PP. Rozvody jsou vedeny z technické místnosti ke stoupacímu potrubí pod stropem, či v podzemním kolektoru spolu s rozvody pro vytápění ke stoupacímu potrubí. Stoupací potrubí jsou umístěna v instalačních šachtách k rozvodům jednotlivých bytů. Bytové vodoměry jsou umístěny v šachtách, ve výšce revizních otvorů.

4.4 Vytápění a chlazení

Jako zdroj tepla je navrženo tepelné čerpadlo země-voda s hlubinnými vrty. Tepelné čerpadlo je umístěno v technické místnosti, spolu se zásobníkem teplé vody a oběhovými čerpadly. Potrubí pro vytápění je plastové ze síťovaného polyethylenu PE-X.

Vytápění technického zázemí a sklepu je pomocí deskových otopných těles, byty jsou vytápěny podlahovým vytápěním v systémové desce Fermacell Therm25. Rozdělovače jsou ve zdvojené stěně šachty.

Chlazení není uvažováno dle výpočtu letní stability.



4.5 Vzduchotechnika

Větrání objektu je zajištěno centrální rovnotlakou větrací vzduchotechnickou jednotkou Atrea MultiEco-N 3500 (nástřešní provedení) umístěnou na střeše objektu. Jednotka má rekuperační výměník tepla s maximální 88% účinností rekuperace. Nasávání a odtah vzduchu je na střeše, rozvody vedou po střeše k jednotlivým šachtám. Vnitřní potrubí je vedeno v instalačních šachtách a v SDK boxech nad stropem. Přívod vzduchu je veden do obytných místností, odtah je v kuchyních a v koupelnách s WC. Koncové prvky tvoří přívodní mřížky a odtahové talířové ventily

4.6 Elektroinstalace

Přípojková skříň a elektroměrový rozvaděč je ve schodišťovém jádře. Z přípojkové skříň vede kabeláž do hlavní rozvodní skříň v technické místnosti, z té vedou rozvody do patrových rozdělovačů v instalačních šachtách. Z rozvaděčů vedou rozvody do bytů a dále do koncových prvků (zásuvky, osvětlení aj.).

Na střeše objektu se nachází fotovoltaická elektrárna. Skládá se z 37 panelů AEG 460Wp. Panely jsou umístěny na hliníkové konstrukci ve sklonu 35° na jih. Přebytný výkon bude posílán do sítě, bateriové úložiště není navrženo.

5. Výpočty

5.1 Zdroj tepla

5.1.1 Tepelná ztráta objektu

Pro návrh zdroje tepla je potřeba znát celkový měrný tepelný tok H . Ten byl stanoven v programu Energie 2023 a činí 645,296 W/K. Tepelná ztráta objektu pro venkovní teplotu -18°C a vnitřní teplotu 20°C činí **24,52 kW**, což je minimální návrhový výkon pro vytápění objektu.

5.1.2 Příprava teplé vody

Objekt je navržen pro 36 osob a průměrná spotřeba teplé vody na osobu činí 30 l/den. Pro objekt je to celkem 1080 l/den. Teplo pro ohřátí přívodní vody je dáno vzorcem:

$$E_{2t} = V_{2p} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1) \quad [\text{Wh/den}]$$

t_2 = teplota teplé vody (55°C)

t_1 = teplota přívodní vody (10°C)

ρ = měrná hmotnost vody ($\approx 1000 \text{ kg/m}^3$)

c = měrná tepelná kapacita vody ($1,163 \text{ Wh/kg}\cdot\text{K}$)

$$E_{2t} = \mathbf{56,521 \text{ kW/den}}$$

Teplo ztracené při ohřevu a dopravě teplé vody já dáno zjednodušeně jako $0,5 \times E_{2t}$, což je **28,26 kW/den**. V součtu vychází potřeba tepla na ohřev včetně ztrát na **84,781 kWh/den (3,6 kW výkonu TČ)**. Minimální potřebný výkon tepelného čerpadla je tedy vypočten na **28,12 kW**.

Návrh: TČ země-voda Mastertherm AquaMaster-90l s výkonem 32,2 kW (B0W35) a topným faktorem 4,7.

5.1.3 Zemní vrty

Zdroj energie pro TČ jsou zemní vrty, přičemž měrný tepelný výkon vrtu je uvažován pro běžné podloží 50 W/m (doba provozu 2400 h). Z topného výkonu a COP se vypočte chladicí výkon výparníku:

$$\Phi_{ch} = \Phi_{TC} \left(1 - \frac{1}{COP} \right)$$

$$\Phi_{ch} = 32,2 * (1 - 1/4,7) = \mathbf{25,35 \text{ kW}}$$

Potřebná délka vrtu se stanoví ze vztahu:

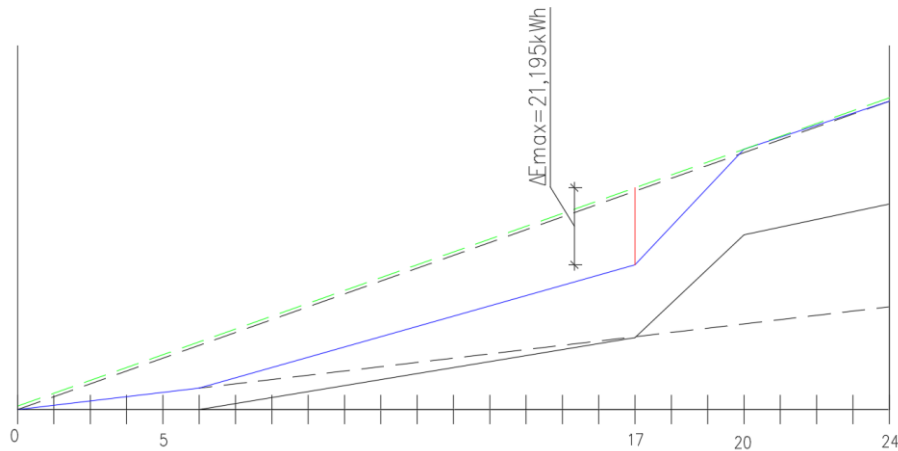
$$L = \frac{1000 \cdot \Phi_{ch} [\text{kW}]}{q_l}$$

$$L = 1000 * 25,35 / 50 = \mathbf{507 \text{ m}}$$

Návrh: 5 vrtů po 120 m.

5.2 Zásobník teplé vody

Velikost zásobníku teplé vody je určena z grafu a pomocí výpočtu, viz níže:



$$V_z = \frac{\Delta E_{max}}{\rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1)} \quad [\text{m}^3]$$

$$V_z = 0,405 \text{ m}^3 = 405 \text{ l}$$

Návrh: zásobník teplé vody o objemu 450 l.

5.3 VZT a potrubí

Rovnotlaká centrální jednotka je navržena na maximální průtok větracího vzduchu se započtením součinitele současnosti o hodnotě 0,7.

Počet osob: 36

Větrací vzduch na osobu: 25 m³/h

Odváděný vzduch z kuchyně: 150 m³/h

Odváděný vzduch z hygienického zázemí: 90 m³/h

Počet bytů: 18

Maximální množství přiváděného vzduchu: 25 x 36 = 900 m³/h

Maximální množství odváděného vzduchu: 18 x (150 + 90) x 0,7 = 3024 m³/h

Návrh: VZT větrací jednotka Atrea Duplex MultiEco-N 3500 s maximálním průtokem 3200 m³/h a účinností rekuperace 88%.

Výpočet dimenze rozvodů:

Ústí ze vzduchotechniky								
Úsek	průtok m ³ /h	průtok m ³ /s	rychlost m/s	Plocha S m ²	Šířka m	Výška m	Plocha S _{ssk} m ²	Rychlost m/s
S1	3024	0,84	6	0,14	0,4	0,4	0,16	5,3



Vedení ke stoupačkám - levá větev								
Úsek	průtok m ³ /h	průtok m ³ /s	rychlost m/s	Plocha S m ²	Šířka m	Výška m	Plocha S _{ssk} m ²	Rychlost m/s
S2L	1680	0,47	6	0,08	0,3	0,3	0,09	5,2
S3L	1008	0,28	6	0,05	0,3	0,18	0,05	5,2
S4L	504	0,14	5	0,03	0,2	0,155	0,03	4,5

Vedení ke stoupačkám - pravá větev								
Úsek	průtok m ³ /h	průtok m ³ /s	rychlost m/s	Plocha S m ²	Šířka m	Výška m	Plocha S _{ssk} m ²	Rychlost m/s
S2P	1344	0,37	6	0,06	0,3	0,3	0,09	4,1
S3P	672	0,19	5	0,04	0,2	0,2	0,04	4,7

Stoupačka - 3 byty								
Úsek	průtok m ³ /h	průtok m ³ /s	rychlost m/s	Plocha S m ²	Šířka m	Výška m	Plocha S _{ssk} m ²	Rychlost m/s
L1	336	0,09	4	0,02	0,155	0,155	0,02	3,9
L2	240	0,07	3	0,02	0,155	0,155	0,02	2,8

Stoupačka - 4 byty								
Úsek	průtok m ³ /h	průtok m ³ /s	rychlost m/s	Plocha S m ²	Šířka m	Výška m	Plocha S _{ssk} m ²	Rychlost m/s
P1	504	0,14	5	0,03	0,2	0,155	0,03	4,5
P2	336	0,09	4	0,02	0,155	0,155	0,02	3,9
P3	240	0,07	3	0,02	0,155	0,155	0,02	2,8

Rozvody po bytech							
Úsek	průtok m ³ /h	průtok m ³ /s	rychlost m/s	Plocha S m ²	Průměr (kulaté potrubí) m	Plocha S _{ssk} m ²	Rychlost m/s
B	240	0,07	2	0,03	0,125	0,05	1,4

5.4 Akumulace dešťové vody

Dešťová voda je akumulována do nádrží pouze pro využití na závlivku na společné zahradě, v případě využití dešťové vody z pavlačí a jádra je vsakována. Zpětné využití akumulovaných vod není navrženo. Pro výpočet objemu akumulční nádrže byl použit kalkulátor na serveru TZB-info.cz:

Množství srážek	j = 900 mm/rok ???
Délka půdorysu včetně přesahů	a = 10 m ???
Šířka půdorysu včetně přesahů	b = 12 m ???
Využitelná plocha střechy (<input checked="" type="checkbox"/> zadat ručně)	P = 554,6 m ² ???
Koeficient odtoku střechy	f _s = 0.25 <= ozelenění ???
Koeficient účinnosti filtru mechanických nečistot	f _f = 0.9 ???
Množství zachycené srážkové vody Q: 112.320675 m³/rok ???	

Objem nádrže dle množství využitelné srážkové vody

Množství odvedené srážkové vody	Q = 112.3 m ³ /rok
Koeficient optimální velikosti (-)	z = 20
Objem nádrže dle množství využitelné srážkové vody V_p: 6.2 m³ ???	

Návrh: Apoplast retenční nádrž samonosná kruhová 5 m³ a 2 m³ (rozdělené).

5.5 FV panely

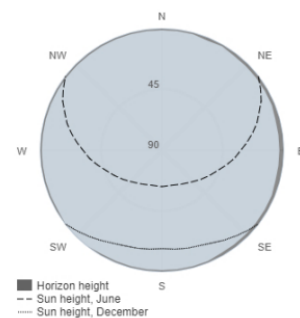
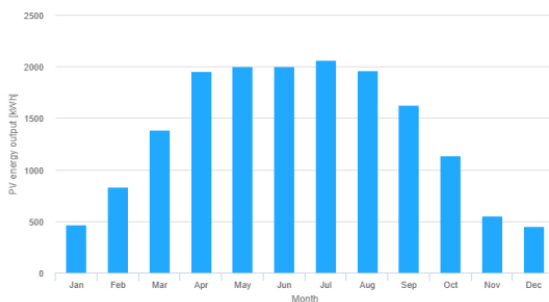
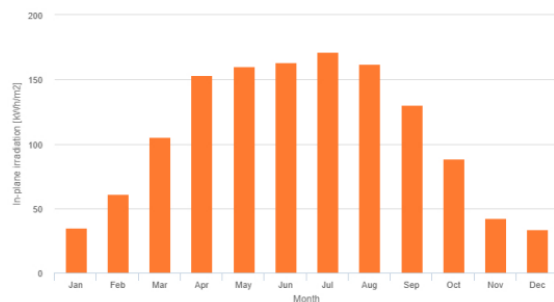
Fotovoltaické panely jsou nainstalovány na střeše objektu. Panely jsou v počtu 37 ks ve sklonu 35° na hliníkové konstrukci orientované na jih viz výkresová část. Celkový špičkový výkon nainstalovaných panelů je 17,02 kWp, což činí v celoroční produkci 16,43 MWh (spočteno v on-line programu PVGIS-5):

Provided inputs:

Latitude/Longitude: 49.566,15.940
 Horizon: Calculated
 Database used: PVGIS-SARAH2
 PV technology: Crystalline silicon
 PV installed: 17.02 kWp
 System loss: 21.32 %

Simulation outputs

Slope angle: 35 °
 Azimuth angle: 0 °
 Yearly PV energy production: 16429.55 kWh
 Yearly in-plane irradiation: 1305.32 kWh/m²
 Year-to-year variability: 917.13 kWh
 Changes in output due to:
 Angle of incidence: -3.1 %
 Spectral effects: 1.67 %
 Temperature and low irradiance: -4.59 %
 Total loss: -26.05 %

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	463.7	34.9	134.7
February	835.3	61.3	203.3
March	1382.7	105.0	291.1
April	1951.7	153.6	340.4
May	2003.8	159.9	303.8
June	1997.8	163.0	217.2
July	2062.5	171.3	196.6
August	1964.7	161.8	193.3
September	1630.6	130.0	222.3
October	1134.9	88.2	302.6
November	551.5	42.4	139.2
December	450.4	33.9	91.6

E_m: Average monthly electricity production from the defined 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].

Po zadání parametrů panelů v programu Energie 2023 vyšlo více – 18,9 MWh vyrobené elektrické energie – protokol z programu viz níže:

PRODUKCE ELEKTRINY JEDNOTLIVÝMI FOTOVOLTAICKÝMI SYSTÉMY

Označení FV panelu: AEG 460Wp AS-M1203Z-H(M10)-460-HV

Počet FV panelů daného typu: 37

Plocha FV panelu: 2,16 m²

Účinnost FV panelu: 21,35 %

Výkonový teplotní součinitel FV panelu: -0,30 %/K

Úhlový ztrátový činitel: 0,165

Jmenovitá provozní teplota: 46,0 C

Snížení účinnosti při poklesu ozáření z 1000 na 200 W/m²: 4,0 %

Orientace FV panelu: Jih

Sklon FV panelu: 35,0 °

Způsob instalace panelu: otevřená poloha (volná zadní strana)

Stínění FV panelu: ne

Označení střídače (měniče): ABB TRIO-20.0-TL-OUTD

Maximální účinnost střídače: 98,2 %

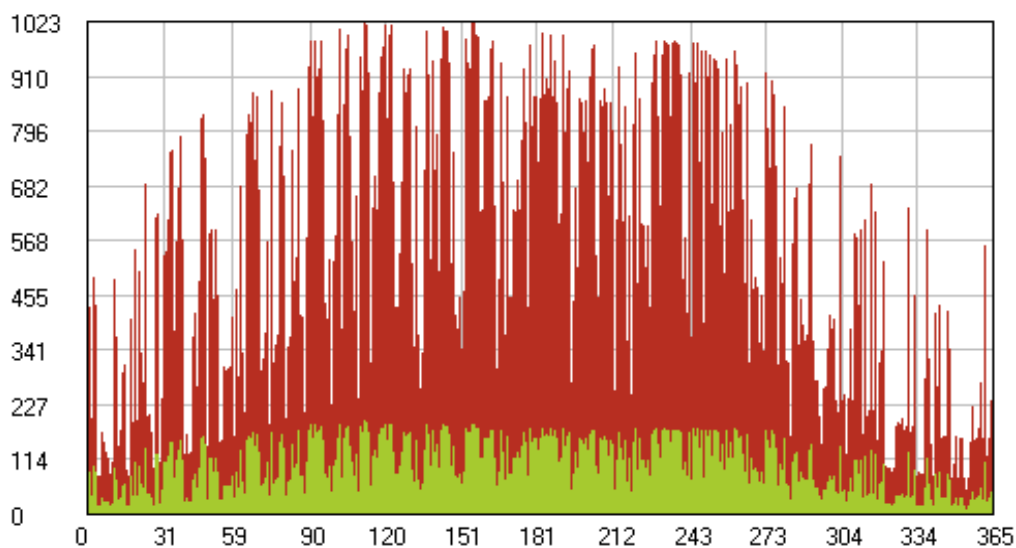
EURO účinnost střídače: 98,0 %

Ztráty po průchodu střídačem: 1,0 %

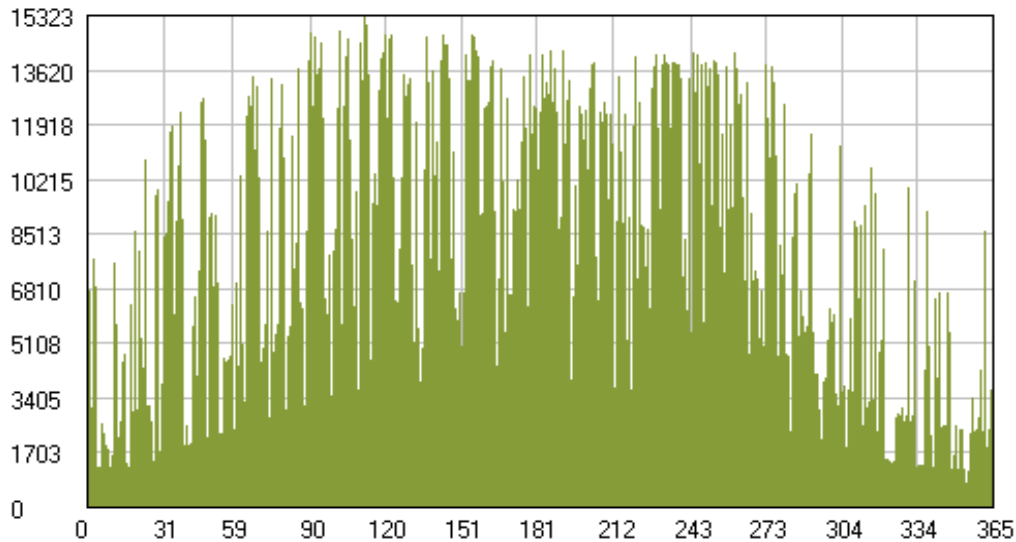
Ztráty mezi panelem a střídačem: 2,0 %

Ztráty v kabeláži apod.: 2,0 %

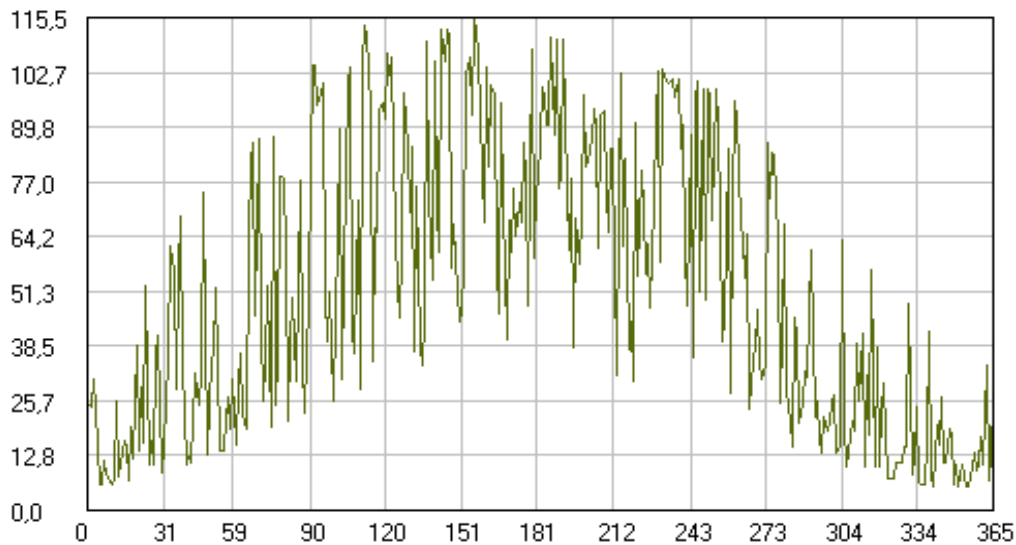
Glob. slun. záření dopadající na FV panel a výsledná měrná produkce střídavého proudu [W/m²]:



Celková produkce střídavého proudu FV systémem (37x FV panel) [Wh]:



Denní produkce střídavého proudu FV systémem (37x FV panel) [kWh/den]:



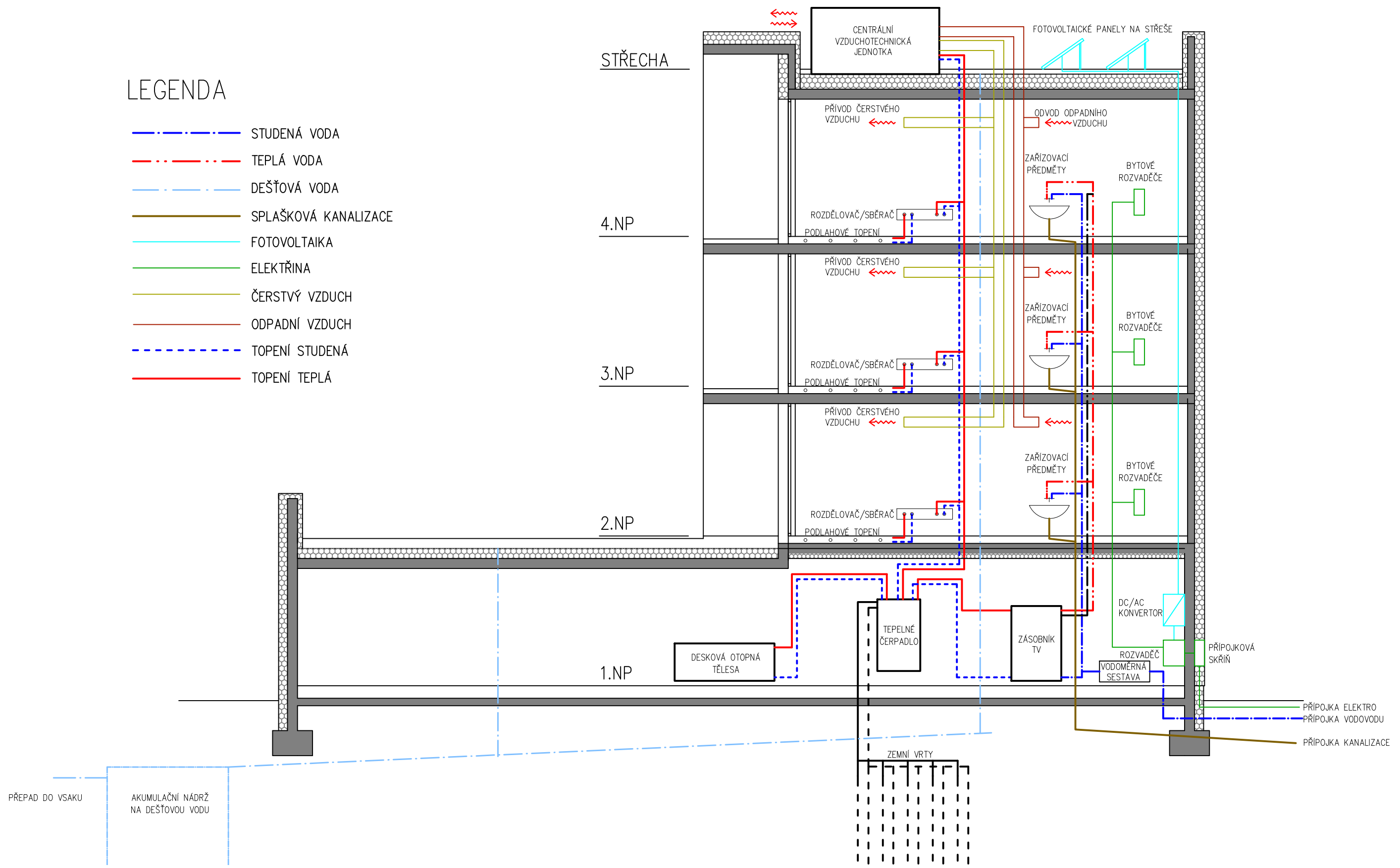
Měsíc	Dopad. sl. záření [kWh]	Produkce stříd. proudu [kWh]	Prům. účinnost panelu [%]
1	2855,23	557,80	19,5
2	4769,17	924,60	19,4
3	7768,12	1482,73	19,1
4	12053,91	2232,52	18,5
5	12552,02	2288,00	18,2
6	13292,38	2396,91	18,0
7	14308,51	2565,27	17,9
8	12922,48	2326,51	18,0
9	10417,10	1903,71	18,3
10	6225,37	1172,66	18,8
11	3155,35	604,39	19,2
12	2118,06	409,46	19,3

Dopadající sluneční energie na celý FV systém (37x FV panel): 102437,75 kWh/rok
 Produkce střídavého proudu celým FV systémem (37x FV panel): 18864,55 kWh/rok
 Průměrná roční účinnost FV panelu: 18,4 %

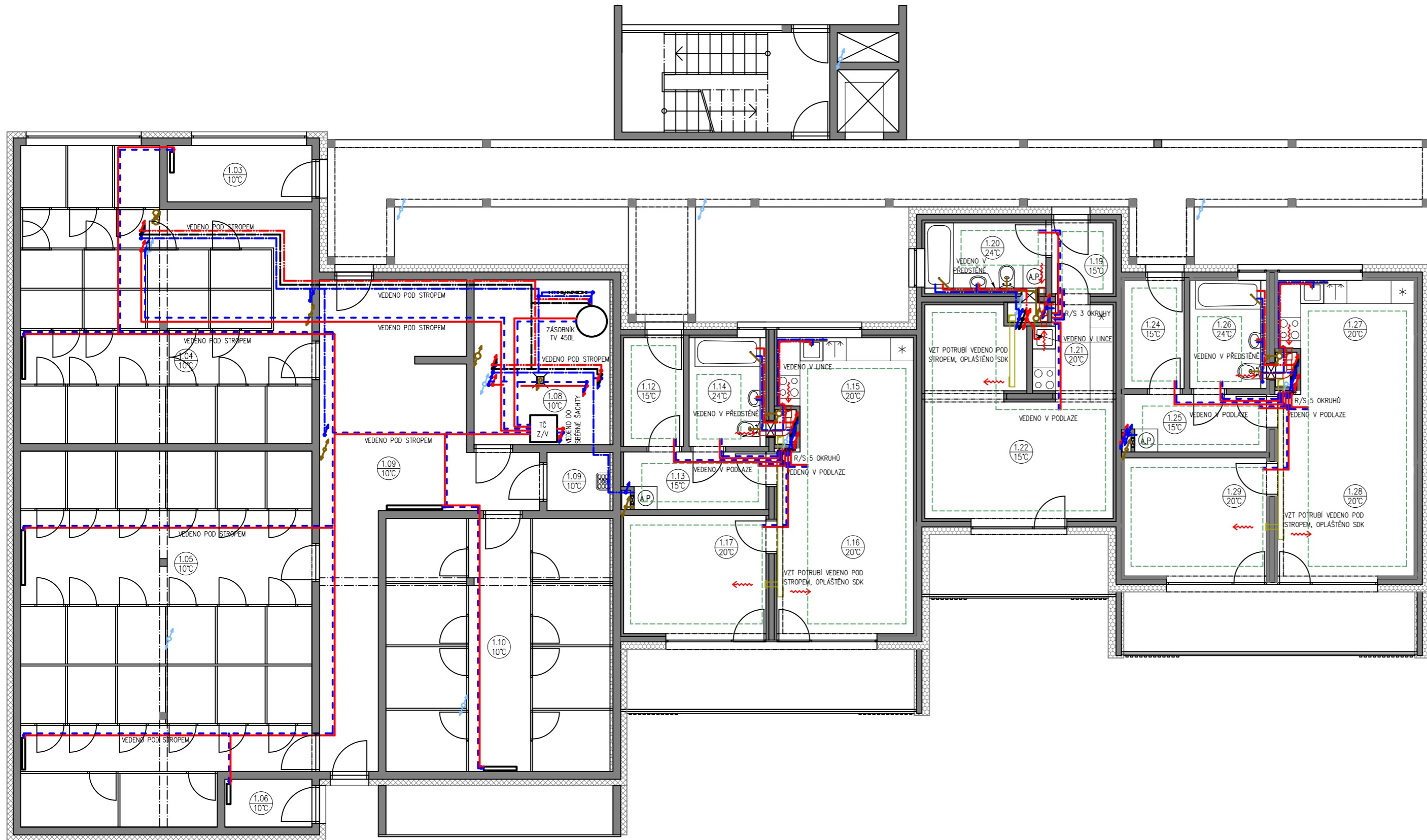
Celkový instalovaný špičkový výkon všech FV systémů v budově: 17,05 kWp

LEGENDA

- - - - - STUDENÁ VODA
- - - - - TEPLÁ VODA
- . - . - DEŠŤOVÁ VODA
- — — — — SPLAŠKOVÁ KANALIZACE
- — — — — FOTOVOLTAIKA
- — — — — ELEKTRINA
- — — — — ČERSTVÝ VZDUCH
- — — — — ODPADNÍ VZDUCH
- - - - - TOPENÍ STUDENÁ
- — — — — TOPENÍ TEPLÁ



STUDENT Bc. Michal Fencel	VEDOUČÍ PRÁCE Ing. Kamil Staněk, Ph.D.	AKAD. ROK 2023/2024	Fakulta stavební ČVUT
Předmět 124DPM			
Úloha NÁVRH ENERGETICKY ÚSPORNÉHO BYTOVÉHO DOMU			DATUM 11/2023
Část TECHNIKA PROSTŘEDÍ STAVEB			MĚŘÍTKO —
Výkres KONCEPT TZB			ČÍSLO VÝKRESU D1.4. 02
			FORMÁT 2xA4

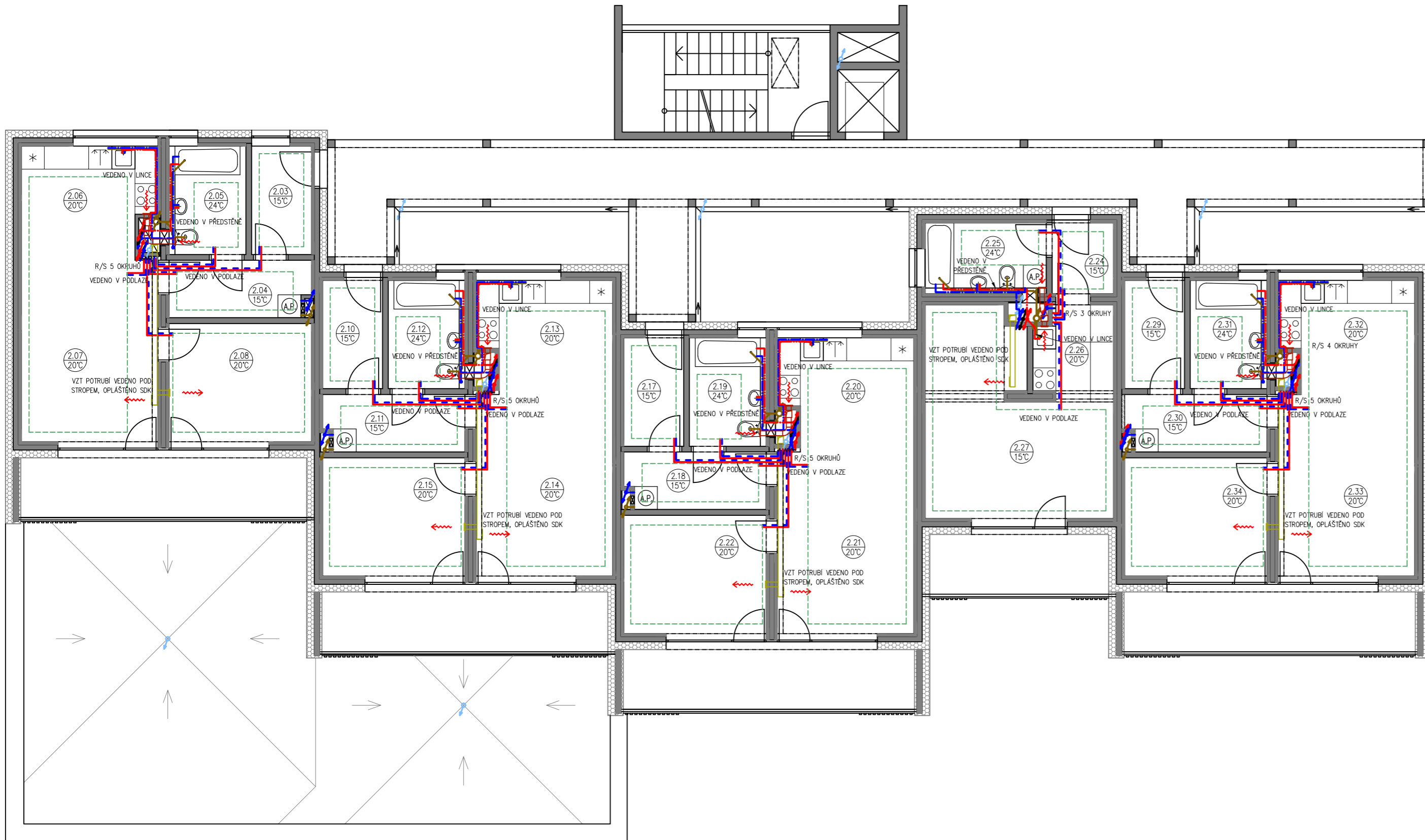


LEGENDA

- - - STUDENÁ VODA
- - - TEPLÁ VODA
- - - CIRKULAČNÍ VODA
- - - DEŠŤOVÁ VODA
- SPLAŠKOVÁ KANALIZACE
- ČERSTVÝ VZDUCH
- ODPADNÍ VZDUCH
- - - TOPENÍ STUDENÁ
- - - TOPENÍ TEPLÁ
- - - PODLAHOVÉ TOPENÍ
- DESKOVÁ OTOPNÁ TĚLESA



STUDENT Bc. Michal Fencel	VEDOUCÍ PRÁCE Ing. Kamil Staněk, Ph.D.	AKAD. ROK 2023/2024	Fakulta stavební ČVUT
Předmět 124DPM			DATUM 12/2023
Úloha NÁVRH ENERGETICKY ÚSPORNÉHO BYTOVÉHO DOMU			MĚŘÍTKO 1:100
Část TECHNIKA PROSTŘEDÍ STAVĚB			ČÍSLO VÝKRESU D1.4. 04
Výkres KOORDINAČNÍ PŮDORYS 1.NP			FORMÁT 3xA4

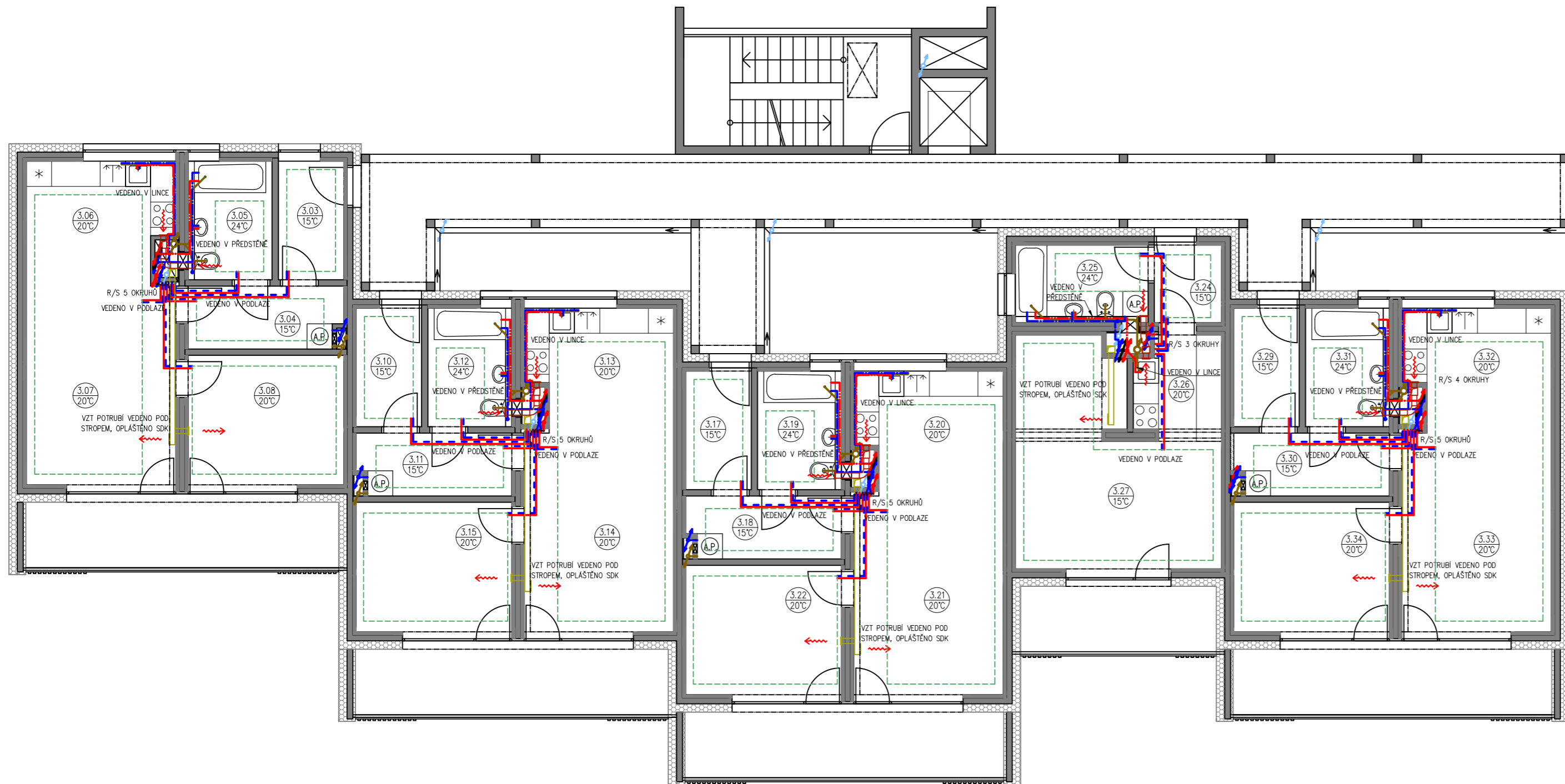


LEGENDA

- - - - - STUDENÁ VODA
- - - - - TEPLÁ VODA
- - - - - CÍRKULAČNÍ VODA
- - - - - DEŠŤOVÁ VODA
- - - - - SPLAŠKOVÁ KANALIZAC
- - - - - ČERSTVÝ VZDUCH
- - - - - ODPADNÍ VZDUCH
- - - - - TOPENÍ STUDENÁ
- - - - - TOPENÍ TEPLÁ
- - - - - PODLAHOVÉ TOPENÍ




STUDENT Bc. Michal Fencel	VEDOUCÍ PRÁCE Ing. Kamil Staněk, Ph.D.	AKAD. ROK 2023/2024	Fakulta stavební ČVUT
Předmět 124DPM			DATUM 12/2023
Úloha NÁVRH ENERGETICKY ÚSPORNÉHO BYTOVÉHO DOMU			MĚŘÍTKO 1:100
Část TECHNIKA PROSTŘEDÍ STAVEB			ČÍSLO VÝKRESU D1.4. 05
Výkres KOORDINAČNÍ PŮDORYS 2.NP			FORMÁT 3xA4

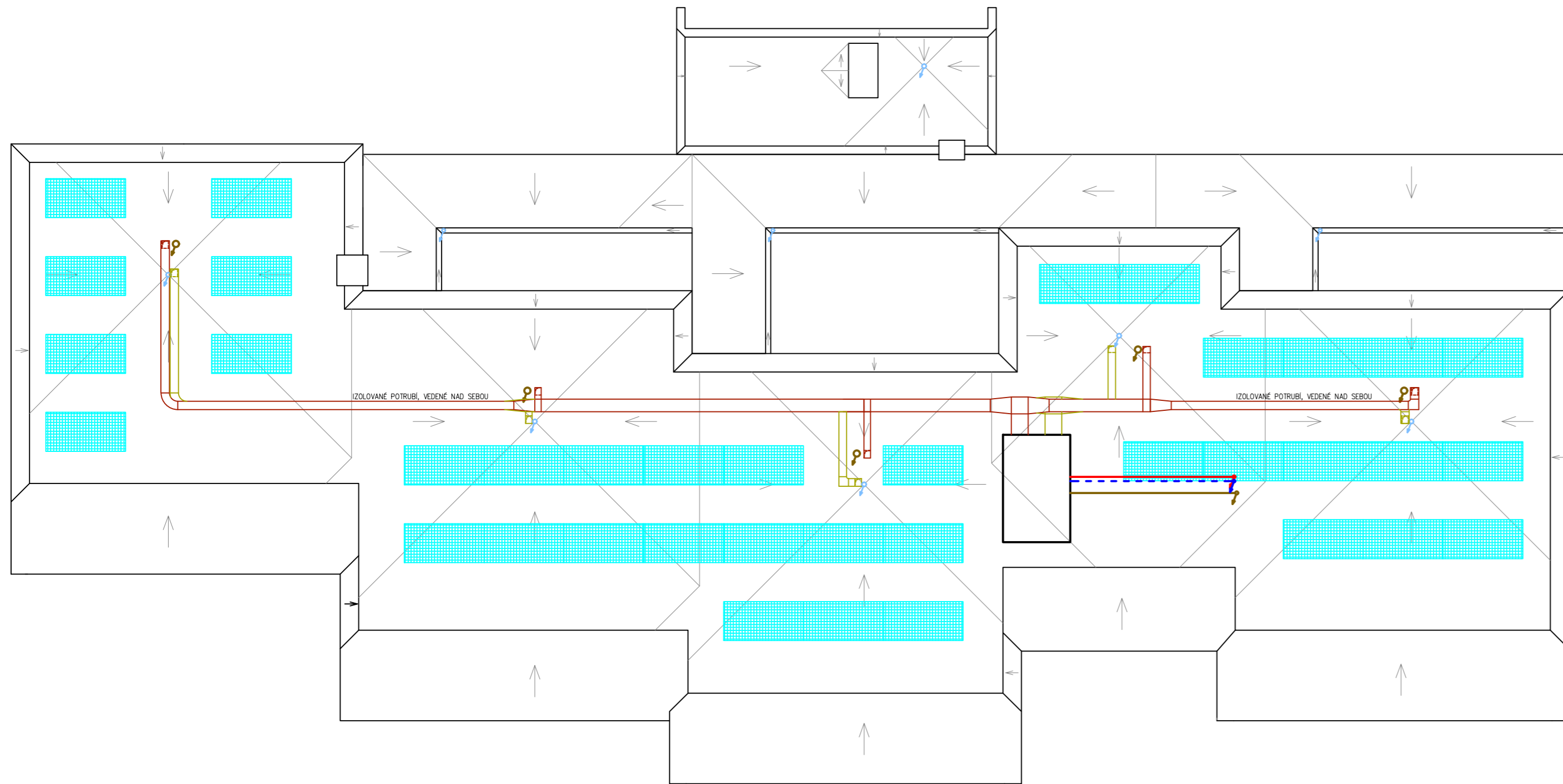


LEGENDA

- - - STUDENÁ VODA
- - - TEPLÁ VODA
- - - CÍRKULAČNÍ VODA
- - - DEŠŤOVÁ VODA
- SPLAŠKOVÁ KANALIZACE
- ČERSTVÝ VZDUCH
- ODPADNÍ VZDUCH
- - - TOPENÍ STUDENÁ
- TOPENÍ TEPLÁ
- - - PODLAHOVÉ TOPENÍ



STUDENT Bc. Michal Fencel	VEDOUČÍ PRÁCE Ing. Kamil Staněk, Ph.D.	AKAD. ROK 2023/2024	Fakulta stavební ČVUT 
Předmět 124DPM			
Úloha NÁVRH ENERGETICKY ÚSPORNÉHO BYTOVÉHO DOMU	DATUM 12/2023		
Část TECHNIKA PROSTŘEDÍ STAVEB	MĚŘITKO 1:100		
Výkres KOORDINAČNÍ PŮDORYS 3.NP	ČÍSLO VÝKRESU D1.4. 06	FORMÁT 3xA4	



LEGENDA

- - - TOPENÍ STUDENÁ
- TOPENÍ TEPLÁ
- · - · - DEŠŤOVÁ VODA – VPUSTI
- SPLAŠKOVÁ KANALIZACE
- ČERSTVÝ VZDUCH
- ODPADNÍ VZDUCH
- FOTOVOLTAICKÉ PANELE 37x AEG 460 Wp (=79,85 m²)
- SKLON 35°, ÚČINNOST 21%
- VZT VĚTRACÍ JEDNOTKA



STUDENT Bc. Michal Fencel	VEDOUČÍ PRÁCE Ing. Kamil Staněk, Ph.D.	AKAD. ROK 2023/2024	Fakulta stavební ČVUT
Předmět 124DPM			DATUM 12/2023
Úloha NÁVRH ENERGETICKY ÚSPORNÉHO BYTOVÉHO DOMU			MĚŘÍTKO 1:100
Část TECHNIKA PROSTŘEDÍ STAVEB			ČÍSLO VÝKRESU D1.4. 08
Výkres KOORDINAČNÍ PŮDORYS STŘECHY			FORMÁT 3xA4