

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ
Katedra konstrukcí pozemních staveb**



**DIPLOMOVÁ PRÁCE
Návrh energeticky efektivní mateřské školy**

D.1.4 TECHNIKA PROSTŘEDÍ STAVEB

Bc. Jakub Wright

2023

D.1.4 TECHNIKA PROSTŘEDÍ STAVEB


D.1.4.1 – TECHNICKÁ ZPRÁVA TECHNIKY PROSTŘEDÍ STAVEB

D.1.4.2 – KONCEPT ENERGETICKÝCH SYSTÉMŮ

D.1.4.3 – KOORDINAČNÍ PŮDORYS 1.PP M 1:50

D.1.4.4 – KOORDINAČNÍ PŮDORYS 1.NP M 1:50

D.1.4.5 – KOORDINAČNÍ PŮDORYS 2.NP M 1:50

Zpracoval Bc. Jakub Wright	Vedoucí diplomové práce Ing. Kamil Staněk, PhD.	Školní rok 2022-2023	Fakulta stavební ČVUT 
Diplomová práce – Katedra konstrukcí pozemních staveb			
Název: Návrh energeticky efektivní mateřské školy		Datum: 5/2023	
		Měřítko: -	
		Číslo: D.1.4.1	
Příloha: D.1.4.1 Technická zpráva techniky prostředí staveb		Konzultant: Ing. Miroslav Urban, PhD. Ing. Kamil Staněk, PhD.	

D.1.4.1 – TECHNICKÁ ZPRÁVA K TECHNICE PROSTŘEDÍ STAVEB

1. TEXTOVÁ ČÁST.....	2
1.1 Popis objektu.....	2
1.2 Seznam norem.....	2
1.3 Zdravotně technická instalace	3
1.4 Vytápění a chlazení.....	5
1.5 Vzduchotechnika	5
1.6 Elektroinstalace.....	6
2. VÝPOČTOVÁ ČÁST	7
2.1 Návrh zdroje tepla	7
2.2 Návrh VZT.....	9
2.3 Hospodaření s dešťovou vodou.....	14
2.4 Návrh FVE	15

1. TEXTOVÁ ČÁST

1.1 Popis objektu

Dispoziční řešení

Budova mateřské školy se skládá z jednoho podzemního a dvou nadzemních podlaží. V prvním podzemním podlaží je umístěna technické zázemí, komunitní místnost s vlastní toaletou a kuchyňkou a obecní archiv. Nadzemní podlaží slouží pro prostory mateřské školy, kde v prvním podlaží je třída, jídelna, tělocvična a kabinety učitelů. Druhé nadzemní podlaží obsahuje dvě třídy. Každé třídě náleží vlastní šatna a umývárna.

Konstrukční řešení

Objekt je navržen jako konstrukce na bázi dřeva z masivních CLT panelů tl. 100 mm. Vodorovné konstrukce jsou dřevěné žebrové panely tl. 300 mm. Objekt je založen na základových pasech. Spodní stavba je tvořena tvárnici ztraceného bednění vyplněné betonem a vnitřními keramickými cihlami, strop je tvořen předpjatými železobetonovými panely.

1.2 Seznam norem

- [1] ČSN 730540-3: Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin
- [2] ČSN EN 12831 Otopné soustavy v budovách – Výpočtová metoda pro tepelné ztráty
- [3] ČSN EN 15665 Větrání budov – Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov
- [4] ČSN EN ISO 52016-1 Energetická náročnost budov – Potřeba energie na vytápění a chlazení, vnitřní teploty a citelné a latentní tepelné výkony - Část 1: Výpočtové postupy
- [5] Vyhláška č. 264/2020 Sb. o energetické náročnosti budov

Seznam výrobců:

- [1] Tepelné čerpadlo EcoGEO 9 Basic: www.geocore.cz
- [2] Chladicí stropy Uponor: www.uponor.com
- [3] FVE JA solar 460 W: www.jasolar.com
- [4] VZT jednotka DUPLEX MultiEco 5500: www.atrea.cz
- [5] Nádrž na dešťovou vodu AS-REWA: www.asio.cz

Použitý software:

- [1] AutoCAD 2023
- [2] MS Excel
- [3] Energie 2023

1.3 Zdravotně technická instalace

1.3.1 Přípojky

Kanalizace

Přípojka kanalizace je na jižní části objektu, klesá spádem 3% z revizní šachty a je zhotovena z PVC DN 150. Revizní šachta je vzdálena 5 m od fasády objektu.

Vodovod

Jako zdroj vody slouží veřejný vodovodní řád. Voda je přiváděna veřejnou venkovní přípojkou z jižní části objektu a je zhotovena z plastového potrubí PE DN 50. Vodoměrná soustava je umístěna uvnitř objektu v 1.PP. Vodoměrná soustava obsahuje kulový ventil, filtr, vodoměr mezi redukčními ventily, zpětnou klapku a druhý kulový ventil.

1.3.2 Vnitřní kanalizace

Splašková kanalizace

Splašková kanalizace slouží pro odvádění odpadních vod od zařizovacích předmětů. Splaškové potrubí je navrženo z PVC. Odpadní potrubí bude v příslušných patrech vybaveno čistícími kusy. Splaškové potrubí bude ukončeno větracím potrubím, které bude vyvedeno na střechu.

Vzhledem k tomu, že zařizovací předměty v 1.PP se nachází pod výškou zpětného vzduť, je zde použit systém přečerpávání. Přečerpávací stanice se bude nacházet v technické místnosti, bude obsahovat nerezovou nádrž pro maximální objem odpadních vod z 1.PP.

Připojovací potrubí je navrženo z polypropylenových trubek vedených v přičkách, v předstěnách. Sklon potrubí je minimálně 3%.

Dešťová kanalizace

Dešťová voda je z ploché střechy o ploše 412 m² odváděna pomocí dvou střešních vpustí. Veškeré vpusti jsou zaústěny vnitřně do svodného potrubí, které je vedeno do venkovní akumulární nádrže se zpětným částečným užitím šedé vody v domě a na užitkovou vodu. Potrubí je zhotoveno z PVC DN150. Svislé potrubí je z PVC DN100. Svodné potrubí je navrženo z PVC. Je vedeno pod stropem 1.PP se sklonem 3%.

1.3.3 Hospodaření s dešťovou vodou

Dešťová voda je vedena svodným potrubím do venkovní retenční nádrže. Nádrž je válcová typu AS-REWA KOMBI 8 s akumulárním objemem 8 m³. Šedá voda je využita pro splachování WC a jako užitková voda, především k zalévání zeleně. Před použitím pro splachování WC je voda přefiltrována kvůli odstranění nečistot.

V retenční nádrži se nachází plovák s čerpadlem. Retenční nádrž je vybavena systémem pro sledování maximální a minimální hladiny vody. V případě, že je hladina příliš nízká, je nádrž dopouštěna z vodovodu (z důvodu dostupnosti pro splachování WC a zalévání). V případě, že je příliš vysoká, je dešťová voda vedena do přepadu. Přebytečná dešťová voda, která není využita, je vsakována na pozemku pomocí vsakovacích bloků.

1.3.4 Vnitřní vodovod

Vodovod je řešen s centrálním ohřevem vody, který je částečně zajištěn tepelným čerpadlem země-voda ECOGEO Basic napojeným do zásobníku o objemu 120l, umístěným v 1.PP v technické místnosti. V zásobníku se nachází elektrická patrona, která zajišťuje dohřev vody na požadovanou teplotu.

Cirkulační potrubí je zhotoveno z PE DN 30 a vedeno sdruženě spolu s teplou vodou. Odvzdušňovací ventil je umístěn v nejvyšším místě potrubí a rozvody vedou přes stoupací potrubí a ležaté potrubí zpět zásobníku. Cirkulaci zajišťuje čerpadlo umístěné v technické místnosti

Rozvody studené vody budou vedeny trubkami PE DN 30 od vodoměrné soustavy přes zásobník v technické místnosti ke stoupacím potrubím. Stoupacím potrubím se voda přivádí k zařizovacím předmětům. Hlavní vodoměr je umístěn uvnitř objektu v rámci vodoměrné soustavy.

1.4 Vytápění a chlazení

Systém vytápění a chlazení se skládá z tepelného čerpadla země-voda (pro vytápění a chlazení), elektrokotle a akumulární nádrže.

Zdroj tepla a chladu

Zdroj tepla i chladu bude tepelné čerpadlo země-voda ECOGEO Basic B4 1-9 s výkonem do 9,0 kW (B0W35) s hlubinnými vrty 2×60 m, umístěné v technické místnosti v 1.PP. Tepelné čerpadlo umožňuje pasivní i aktivní chlazení. Jako doplňkový zdroj vytápění je navržen také elektrokotel o výkonu 4,0 kW.

Distribuce tepla

Teplá voda je vedena do akumulární nádrže a dále do otopné soustavy a do rozdělovačů podlahového topení. V 1.PP je vytápění zajištěno pomocí otopných těles. V 1.NP a 2.NP je potrubí vedeno z rozdělovačů do podlahového vytápění, kde je přichyceno sponami (tzv. Tacker systém) na systémovou desku. Potrubí je plastové PEX-c.

Distribuce chladu

Distribuce chladu je realizována pomocí chladících stropů v 1.NP a 2.NP. Chladicí voda je získána z tepelného čerpadla a je vedena do chladících stropů, kde je teplo odváděno a prostor se chladí. Jako systém pro stropní chlazení je navržen systém Uponor Renovis, s integrovaným potrubím v podhledech. Pasivní chlazení je realizováno bez zapnutého kompresoru, kdy chladicí voda je přiváděna do chladících stropů pouze přirozenou cirkulací. Aktivní chlazení zahrnuje spuštění kompresoru a výrazně zvyšuje výkon chlazení. Pomocí třífázového ventilu lze teplo odvádět do země nebo pro ohřev TV.

Teplá a chladicí voda je využívána pro ohřev/chlazení VZT.

1.5 Vzduchotechnika

Větrání objektu je řešeno rovnotlakou centrální vzduchotechnickou jednotkou umístěné v technické místnosti v 1.PP.

Vzduchotechnická jednotka

Vzduchotechnická jednotka je DUPLEX MultiEco 5500 se zpětným získáváním tepla pomocí rotačního regenerátoru, a o průtoku max. 7 750 m³h⁻¹. Jednotka je navržena pro vnitřní umístění do samostatné strojovny VZT, která se nachází v 1.PP. Nasávání čerstvého vzduchu a odvod odpadního vzduchu je řešeno odvodem přes fasádu. K ohříváči a chladiči v jednotce je vedena teplá a chladicí voda.

Distribuce vzduchu

Rozvod vzduchu po objektu je realizován čtyřhranným potrubím, které má proměnné dimenze vedených v podhledech. Distribuční prvky jsou navrženy jako hranaté, vedené v 1.PP volně pod stropem a v 1.NP a 2.NP v podhledu. Výška podhledu je 200 mm a uvažuje se potrubí o výškách 125-180 mm.

Koncové prvky

Přívod čerstvého vzduchu je realizován do zón s trvalým pobytem osob, tj. třídy, herny, kuchyňky, kabiety, jídelna. Dále je v místech zajištěn přívod na chodby pro korekci rovnotlakého větrání. Distribuční elementy pro přívodní vzduch jsou většinou anemostaty, případně mřížky nebo talířové ventily dle výkresové dokumentace.

Odvoz vzduchu je zajištěn ve všech místnostech, kde je přívod vzduchu a dále v podřadných prostorech, tj. toalety, sklady, technická místnost. Vzduch je odsáván buď anemostaty, nebo mřížkami či talířovými ventily. Do místností, kde není zajištěn přívod vzduchu, se dostává vzduch přes mřížky ve dveřích.

1.6 Elektroinstalace

Elektroinstalace

Přípojková skříň a elektroměrový rozvaděč bude umístěn před vstupem do objektu. Před elektroměrem bude umístěn jistič 3×125 A. Přívod do objektu bude proveden kabely CYKY 5×35 uloženými v zemi. Z přípojkové skříňe povede kabeláž do hlavní rozvodní skříňe umístěné v zádveři objektu. Z té se rozvody dělí do patrového rozdělovače v suterénu a do patrových rozdělovačů v nadzemních podlažích. V suterénu je dále umístěn rozvaděč pro technickou místnost. Z patrových rozvaděčů v nadzemních podlažích jsou vedeny rozvody do jednotlivých tříd, pro elektroinstalace osvětlení a zásuvek.

Osvětlení

Ve všech místnostech je navrženo umělé osvětlení. Osvětlení bude realizováno pomocí LED svítidel. Intenzita osvětlení ve třídách je dle požadavků mezi 300 až 500 lx. Ovládání svítidel bude individuální, zpravidla u vstupu do místnosti, řešeno tak, aby bylo možné zapnout/vypnout pouze část svítidel v místnosti. Současně bude použit automatizovaný systém s detekováním denního světlení pro tlumení intenzity světla. Na sociálních zařízeních a chodbách bude spínání řešeno pohybovými čidly.

Fotovoltaická elektrárna

Fotovoltaická elektrárna se bude nacházet na střeše objektu. Plánované je pokrytí celé střechy FVE o výkonu 31,28 kWp, která se bude skládat z 68 ks panelů o výkonu 460 Wp. Panely budou umístěny na hliníkové konstrukci se sklonem 15°. Panely budou orientované s azimutem 15° na jih. Systém bude vybaven hybridním měničem. Přebytečný výkon bude ukládán do lithiové baterie, která bude umístěna v budově. V případě potřeby bude dodávána energie do sítě. Celý systém bude propojen tak, že výstupní proud z panelů bude vstupovat do hybridního měniče, který bude generovat střídavý proud pro napájení objektu nebo pro účely dodávky do sítě.

2. VÝPOČTOVÁ ČÁST

2.1 Návrh zdroje tepla

Zdroj tepla bude tepelné čerpadlo země-voda ECOGEO Basic s výkonem do 9,0 kW (B0W35) umístěné v technické místnosti v 1.PP. Jako doplňkový zdroj vytápění je navržen také elektrokotel o výkonu 4,0 kW. Zdroje tepla bude zapojen přes akumulární (taktovací) nádrž. Pro účely ohřevu TV je tepelné čerpadlo napojeno na zásobník s elektrickou patronou.

Tepelná ztráta objektu:

Základní údaje:

- Místo stavby: Cheb (uvažováno pro účely DP, reálné místo stavby - Muntlix, Rakousko)
- Návrhová venkovní teplota v zimě: -17 °C
- Návrhová teplota interiéru: 20 °C

Tepelná ztráta budovy byla orientačně stanovena pomocí energetického modelu budovy v software Energie 2023. Tepelná ztráta odpovídá návrhovému výkonu na vytápění.

- Celkový měrný tepelný tok $H = 298,98 \text{ W/K}$
- Orientační tepelná ztráta objektu (pro venkovní teplotu $T_e = -17 \text{ °C}$): **10,5 kW**

NÁVRH TEPELNÉHO ČERPADLA ECOGEO BASIC B4 1-9

- Topný faktor COP = 4,4
- Topný výkon do až 9 kW (B0W35)

Tepelné čerpadlo země-voda je navrženo na pokrytí v rozmezí 80-95% potřebného výkonu. Pro pokrytí zbylého výkonu je navržen jako doplňkový zdroj elektrokotel.

NÁVRH ELEKTROKOTLE – Výkon 4,0 kW

Návrh zemních vrtů:

Zdroj energie tepelného čerpadla budou hlubinné zemní vrty. Měrný tepelný výkon vrtu je uvažován pro běžné podloží 60 W/m. Topný faktor tepelného čerpadla je COP = 4,4. Pro návrh zemních vrtů se uvažuje chladicí výkon, který v tomto případě udává množství tepla, které je nutno odebrat z okolního prostředí pro pokrytí potřebného tepla v interiéru.

$$\text{Chladicí výkon je: } \dot{Q}_{CH} = \dot{Q}_T - \frac{\dot{Q}_T}{COP} = 9,0 - \frac{9,0}{4,4} = \mathbf{6,9 \text{ kW}}$$

$$\text{Hloubka vrtu je: } H = \frac{\dot{Q}_{CH}}{Q_{VRT}} = \frac{6\,900}{60} = \mathbf{115 \text{ m}}$$

Pro objekt jsou navrženy 2 vrty po 60 m.

Potřeba tepla – Příprava TV:

Vstupní hodnoty:

Název	Hodnota	Jednotka
Počet osob – n	33	osob
Potřeba teplé vody – $W_{w,f,day}$	10	l/osob·den

Potřeba TV za den:

- $V_{W,day} = 0,010 \cdot 33 = \mathbf{0,33 \text{ m}^3/\text{den}}$

Teoretické teplo pro ohřátí množství E_{2t} :

- $E_{2t} = V_{2p} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1)$ [Wh/den]
 t_1 ... teplota studené vody (10°C)
 t_2 ... teplota teplé vody (55°C)
- $E_{2t} = 0,33 \cdot 1000 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10) = \mathbf{17,3 \text{ kWh/den}}$

Teplo ztracené při ohřevu a dopravě TV:

- $E_{2z} = E_{2t} \cdot z$ [Wh/den]
- z ... ztráta tepla při ohřevu = 0,5
- $E_{2z} = 0,5 \cdot 17,3 = \mathbf{8,65 \text{ kWh/den}}$

Potřeba tepla na přípravu TV:

- $E_{2p} = E_{2t} + E_{2z}$ [Wh/den]
- $E_{2p} = 17,3 + 8,65 = \mathbf{25,95 \text{ kWh/den}}$

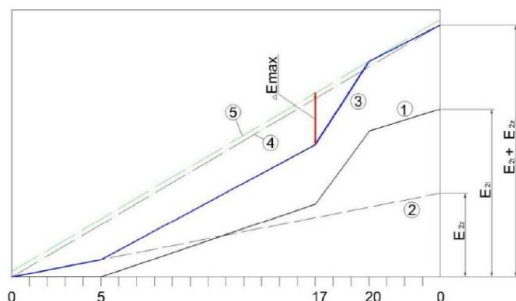
Návrh zásobníku teplé vody:

Velikost zásobníku:

$$V_z = \frac{\Delta E_{max}}{\rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1)} = \frac{5\,600}{1000 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10)} = \mathbf{0,11 \text{ m}^3}$$

 ΔE_{max} ... max rozdíl mezi křivkou dodávky a odběru - odečteno z grafu [Wh]

$$\Delta E_{max} = 5,6 \text{ kWh}$$

**NAVRŽEN ZÁSOBNÍK TEPLÉ VODY O OBJEMU 120 L**

2.2 Návrh VZT

Větrání objektu je řešeno rovnotlakou centrální vzduchotechnickou jednotkou umístěné v technické místnosti v 1.PP.

Následující tabulka uvádí hygienické minimum výměny vzduchu uvažované pro stanovení množství větracího vzduchu:

Název	Přívod [m3/(h.MJ)]	Odvod [m3/(h.MJ)]	MJ
Učebny	20	-	žák
Tělocvična	20	-	žák
Kabinety	50	-	osoba
Jídelna	50	-	osoba
Šatny	-	20	žák
Umyvadlo	-	30	zařízení
Sprcha	-	150	zařízení
WC	-	50	zařízení
Pisoár	-	25	zařízení

Množství větracího vzduchu:

Stanovení množství větracího vzduchu					
Místnost	Počet osob	Množství na 1 os	Hygienické množství čerstvého vzduchu	Navrhované množství vzduchu	
		[m3/h]		[m3/h]	Přívod [m3/h]
1. PP – ZÁZEMÍ / ARCHIV					
P1.01 - Komunitní m.	12	20	240	240	240
P1.02 – Archiv	-	-	-	-	50
P1.03 – Chodba	-	-	295	295	20
P1.04 – Technická m.	-	-	-	-	20
P1.05 - WC	-	-	-	-	80
P1.06 - WC	-	-	-	-	105
P1.07 - Kuchyň	4	20	80	80	80
P1.08 - Sklad	-	-	-	-	20
ΣCELKEM				615	615
1.NP – MATEŘSKÁ ŠKOLA					
1.01 - Chodba + Šatna	12	20	240	845	240
1.02 - Schodiště	-	-	-	-	20
1.03 - Schodiště	-	-	-	-	-
1.04 - Místnost k pohybu	30	20	600	600	600
1.05 - Herna A	12	20	240	240	240
1.06 - Třída A	12	20	240	240	240

D.1.4.1 – TECHNICKÁ ZPRÁVA K TECHNICE PROSTŘEDÍ STAVEB

1.07 - Jídelna	24	50	1200	1200	1200
1.08 - Kabinet	2	50	100	100	100
1.09 - Kabinet	4	50	200	200	200
1.10 - Kabinet	2	50	100	100	100
1.11 - Umývárna	-	-	-	-	390
1.12 - Sklad	-	-	-	-	10
1.13 - WC zaměstnanci	-	-	-	-	105
1.14 - Úklid	-	-	-	-	30
1.15 - WC	-	-	-	-	50
			ΣCELKEM	3525	3525
2.NP – MATEŘSKÁ ŠKOLA					
2.01 - Chodba	-	-	-	-	-
2.02 - Chodba	-	-	-	-	20
2.03 - Třída B	15	20	300	700	300
2.04 - Sklad	-	-	-	-	-
2.05 - Herna B	15	20	300	300	-
2.06 - Umývárna	-	-	-	-	390
2.07 - Šatna	15	20	300	-	300
2.08 - Třída C	15	20	300	700	300
2.09 - Sklad	-	-	-	-	-
2.10 - Herna C	15	20	300	300	-
2.11 - Umývárna	-	-	-	-	390
2.12 - Šatna	15	20	300	-	300
			ΣCELKEM	2000	2000

Pozn.: zeleně = podtlakové větrání, modře = korekce přívodu pro rovnotlaké větrání

Objem vzduchu:

$$V_p = V_o = 6\,140 \text{ m}^3/\text{h}$$

NAVRŽENA VZT JEDNOTKA DUPLEX MultiEco 5500

- Max. přiváděný vzduch 7 400 m³/h
- Max. odváděný vzduch 7 750 m³/h
- Umístění v technické místnosti v 1.PP. Rozměr 1600×1065×2800.
- Účinnost rekuperace až 93% → cca 80 % (viz katalogový list)

Distribuce:

Distribuční prvky jsou navrženy jako hranaté, vedené v 1.PP volně pod stropem a v 1.NP a 2.NP v podhledu. Výška podhledu je 200 mm (uvažováno potrubí do výšky 125–180 mm).

Předběžný návrh distribučních prvků:**STOUPAČKA 1**

PŘÍVODNÍ PRVKY - stoupačka - šachta 1

Úsek	Objem [m ³ /h]	Objem [m ³ /s]	v [m/s]	S [m ²]	a [m]	b [m]	D [m]	S _{skut} [m ²]	V _{skut} [m/s]
1	2680	0,74	6	0,12	400	355	--	0,142	5,24
2	1000	0,28	6	0,05	355	200	--	0,071	3,91

ODVODNÍ PRVKY – stoupačka - šachta 1

Úsek	Obem [m ³ /h]	Obem [m ³ /s]	v [m/s]	S [m ²]	a [m]	b [m]	D [m]	S _{skut} [m ²]	V _{skut} [m/s]
1	2750	0,76	6	0,13	400	355	--	0,142	5,38
2	990	0,28	6	0,05	355	200	--	0,071	3,87

STOUPAČKA 2

PŘÍVODNÍ PRVKY – stoupačka šachta 2

Úsek	Objem [m ³ /h]	Objem [m ³ /s]	v [m/s]	S [m ²]	a [m]	b [m]	D [m]	S _{skut} [m ²]	V _{skut} [m/s]
1	2845	0,79	6	0,13	400	355	--	0,142	5,57
2	1000	0,28	6	0,05	355	200	--	0,071	3,91

ODVODNÍ PRVKY – stoupačka – šachta 2

Úsek	Objem [m ³ /h]	Objem [m ³ /s]	v [m/s]	S [m ²]	a [m]	b [m]	D [m]	S _{skut} [m ²]	V _{skut} [m/s]
1	2765	0,77	6	0,13	400	355	--	0,142	5,41
2	1010	0,28	6	0,05	355	200	--	0,071	3,95

1PP

PŘÍVODNÍ PRVKY – 1.PP

Úsek	Objem [m ³ /h]	Objem [m ³ /s]	v [m/s]	S [m ²]	a [m]	b [m]	D [m]	S _{skut} [m ²]	V _{skut} [m/s]
1	6140	1,71	6	0,28	630	500	--	0,315	5,41
2	5765	1,60	6	0,27	560	500	--	0,280	5,72
3	3085	0,86	5	0,17	500	355	--	0,178	4,83
4	2845	0,79	5	0,16	500	355	--	0,178	4,45

Podružné úseky

2A	375	0,10	4	0,03	180	160	--	0,029	3,62
3A	240	0,07	4	0,02	180	160	--	0,029	2,31

ODBODNÍ PRVKY – 1.PP

Úsek	Objem [m ³ /h]	Objem [m ³ /s]	v [m/s]	S [m ²]	a [m]	b [m]	D [m]	S _{skut} [m ²]	V _{skut} [m/s]
1	6140	1,71	6	0,28	630	500	--	0,315	5,41
2	5835	1,62	6	0,27	560	500	--	0,280	5,79
3	3035	0,84	5	0,17	500	355	--	0,178	4,75
4	2765	0,77	5	0,15	500	355	--	0,178	4,33

Podružné úseky

2A	305	0,08	3	0,03	180	160	--	0,029	2,94
3A	240	0,07	3	0,02	180	160	--	0,029	2,31

1NP

PŘÍVODNÍ PRVKY – 1.NP

Úsek	Objem [m ³ /h]	Objem [m ³ /s]	v [m/s]	S [m ²]	a [m]	b [m]	D [m]	S _{skut} [m ²]	V _{skut} [m/s]
Šachta 1									
1	1680	0,47	5	0,09	560	180	--	0,101	4,63
2	1440	0,40	4	0,10	355	250	--	0,089	4,51
3	1200	0,33	4	0,08	450	180	--	0,081	4,12
Šachta 2									
1	1845	0,51	5	0,10	560	180	--	0,101	5,08
2	1000	0,28	4	0,07	400	180	--	0,072	3,86
3	900	0,25	4	0,06	400	160	--	0,064	3,91
4	700	0,19	4	0,05	400	125	--	0,050	3,89
5	600	0,17	4	0,04	400	125	--	0,050	3,33

ODVODNÍ PRVKY - 1.NP

Úsek	Objem [m ³ /h]	Objem [m ³ /s]	v [m/s]	S [m ²]	a [m]	b [m]	D [m]	S _{skut} [m ²]	V _{skut} [m/s]
Šachta 1									
1	1760	0,49	5	0,10	560	180	--	0,101	4,85
2	1520	0,42	5	0,08	500	180	--	0,090	4,69
3	1280	0,36	4	0,09	315	250	--	0,079	4,51
4	1250	0,35	4	0,09	315	250	--	0,079	4,41
5	1200	0,33	4	0,08	450	180	--	0,081	4,12
Šachta 2									
1	1755	0,49	5	0,10	560	180	--	0,101	4,84
2	1000	0,28	4	0,07	400	180	--	0,072	3,86
2A	755	0,21	4	0,05	400	160	--	0,064	3,28
3	900	0,25	4	0,06	400	160	--	0,064	3,91
4	700	0,19	4	0,05	400	125	--	0,050	3,89
5	600	0,17	4	0,04	400	125	--	0,050	3,33

2NP

PŘÍVODNÍ PRVKY – 2.NP

Úsek	Objem [m ³ /h]	Objem [m ³ /s]	v [m/s]	S [m ²]	a [m]	b [m]	D [m]	S _{skut} [m ²]	V _{skut} [m/s]
Šachta 1									
1	1000	0,28	4	0,07	400	180	--	0,072	3,86
2A	700	0,19	4	0,05	315	160	--	0,050	3,86
2B	300	0,08	3	0,03	250	125	--	0,031	2,67
Šachta 2									
1	1000	0,28	4	0,07	400	180	--	0,072	3,86
2A	700	0,19	4	0,05	315	160	--	0,050	3,86
2B	300	0,08	3	0,03	250	125	--	0,031	2,67

ODVODNÍ PRVKY - 2.NP

Úsek	Objem [m ³ /h]	Objem [m ³ /s]	v [m/s]	S [m ²]	a [mm]	b [mm]	D [m]	S _{skut} [m ²]	V _{skut} [m/s]
Šachta 1									
1	990	0,28	4	0,07	400	180	--	0,072	3,82
2A	690	0,19	4	0,05	315	160	--	0,050	3,80
3A	300	0,08	4	0,02	250	125	--	0,031	2,67
2B	300	0,08	3	0,03	250	125	--	0,031	2,67
Šachta 2									
1	1010	0,28	4	0,07	400	180	--	0,072	3,90
2A	710	0,20	4	0,05	315	160	--	0,050	3,80
3A	320	0,09	4	0,02	250	125	--	0,031	2,84
2B	300	0,08	3	0,03	250	125	--	0,031	2,67

2.3 Hospodaření s dešťovou vodou

Pro výpočet objemu nádrže na dešťovou vodu byl využit online kalkulátor z tzb-info (<https://voda.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/105-vypocet-objemu-nadrze-na-destovou-vodu>).

Množství srážek	$j = 600$ mm/rok ???
Délka půdorysu včetně přesahů	$a = 19$ m ???
Šířka půdorysu včetně přesahů	$b = 19$ m ???
Využitelná plocha střechy (<input checked="" type="checkbox"/> zadat ručně)	$P = 412$ m ² ???
Koeficient odtoku střechy	$f_s = 0.6$ <= asfalt s násypem křemíku ▼ ???
Koeficient účinnosti filtru mechanických nečistot	$f_f = 0.9$???
Množství zachycené srážkové vody Q: 133.488 m³/rok ???	

Pozn.: koeficient odtoku 0,6 lze považovat za odpovídající obrácené skladbě se stabilizační vrstvou (cca 50 mm).

Dešťová voda bude využívána primárně pro zalévání a splachování WC. Objem bude navržen dle množství využitelné srážkové vody.

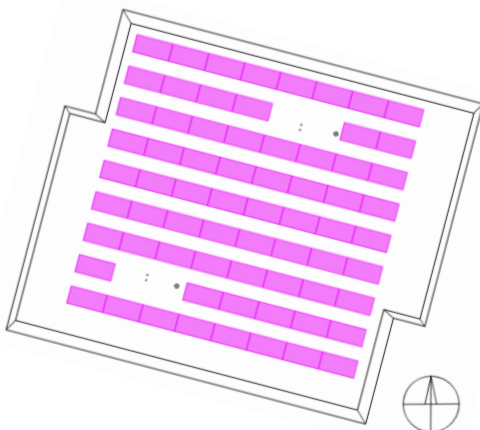
Objem nádrže dle množství využitelné srážkové vody

Množství odvedené srážkové vody	$Q = 133.4$ m ³ /rok
Koeficient optimální velikosti (-)	$z = 20$
Objem nádrže dle množství využitelné srážkové vody V_p: 7.3 m³ ???	

NAVRŽENA VÁLCOVÁ NÁDRŽ AS-REWA KOMBI 8 (akumulační objem 8 m³)

2.4 Návrh FVE

Fotovoltaická elektrárna se bude nacházet na střeše objektu. Plánované je pokrytí celé střechy FVE o výkonu 31,28 kWp, která se bude skládat z 68 ks panelů o výkonu 460 Wp. Panely budou umístěny na hliníkové konstrukci se sklonem 15°. Panely budou orientované s azimutem 15° na jih. V budově bude navržena také akumulace pomocí baterie o celkové kapacitě 19,2 kWh. Přetoky budou prodávány do sítě.



Obrázek 1 – Umístění FVE na střeše

Celková roční spotřeba elektřiny:

Elektrická energie v budově je využita na následující technické systémy: vytápění, chlazení, větrání, příprava TV a osvětlení. Pro účely návrhu FVE lze roční spotřebu těchto systémů převzít z energetického hodnocení budovy (viz příloha PENB):

- Roční spotřeba elektrické energie (viz PENB): **7,49 MWh/rok**

Energetické hodnocení budovy nepočítá s ostatními a zásuvkovými spotřebami. V budově je uvažováno s následující významnými spotřebiči:

Tabulka 1 – Odhad roční spotřeby hlavních spotřebičů

Název	Příkon [W]	Počet [ks]	Celkový příkon [W]	Provozní užití [hod/den]	Provozní užití [den/rok]	Spotřeba [MWh/rok]
Lednice	150	2	300	24	365	2,628
Varná konvice	2 000	1	2 000	0,5	180	0,180
Mikrovlnná trouba	1 000	1	1 000	0,5	180	0,090
Počítač	100	3	300	6	180	0,324

- Roční spotřeba el. energie z významných spotřebičů: **3,22 MWh/rok**
- Celková roční spotřeba elektrické energie: **10,71 MWh/rok**
- Průměrná denní spotřeba elektrické energie: **29,35 kWh/den**

Pro stanovení detailních hodinových spotřeb bude použit typový diagram dodávky el. energie TDD3 (podnikatel; odběr s tepelným čerpadlem) dle vyhlášky č. 541/2005 Sb.

Návrh fotovoltaické elektrárny:

Pro návrh FVE jsou uvažovány níže uvedené komponenty s uvedenými parametry:

- **Fotovoltaický panel (např. JA solar 460 W):**
 - Výkon panelu: 460 Wp
 - Rozměry: 2120 × 1052 × 40 mm
 - Účinnost: 20,6 %
 - Typ: monokrystalický křemík

Navržený počet 68 ks (31,28 kWp). Sklon 15°. Orientace na jih (azimut 15°).

- **Hybridní měnič**
 - Max. účinnost: 98,8 %
- **Baterie lithiová**
 - Jmenovitá kapacita: 4,8 kW
 - Jmenovité napětí: 48 V

Navržený počet 4 ks. Celková kapacita 19,2 kWh

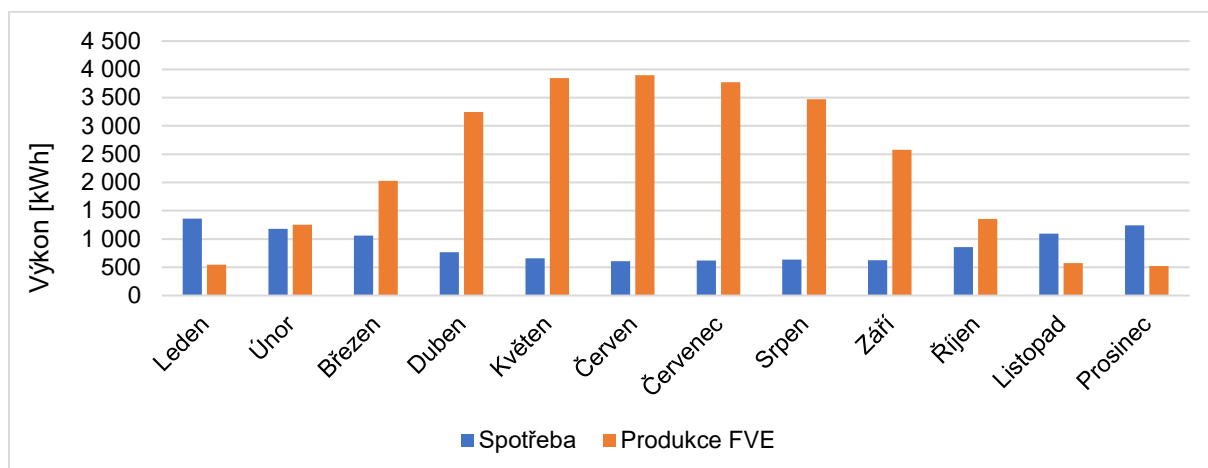
Celková produkce elektrárny byla stanovena pomocí programu Energie 2023. Klimatická data pro výpočet produkce jsou dle ČSN 730540-3.

Bilance fotovoltaické elektrárny:

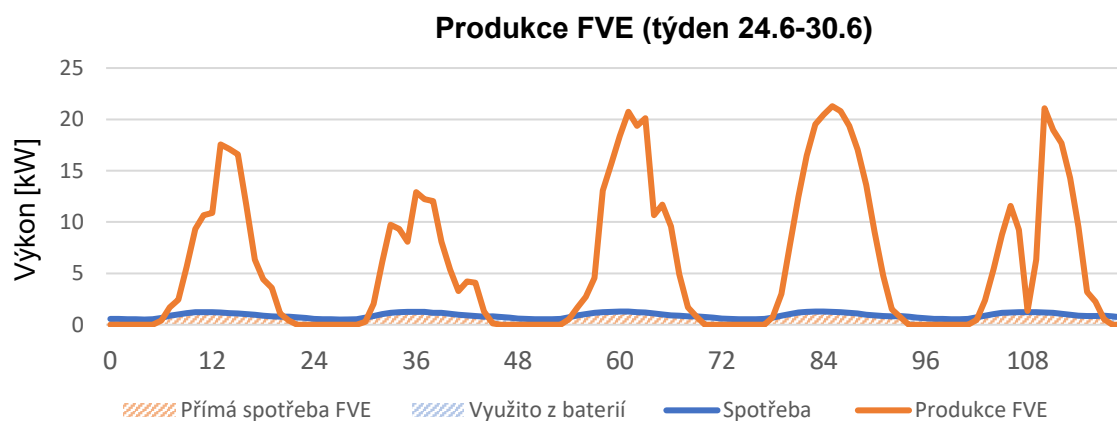
Následující tabulka uvádí spotřebu elektrické energie objektu po jednotlivých měsících a měsíční výrobu FVE.

Tabulka 2 – Měsíční spotřeba a produkce FVE

Měsíc	Spotřeba elektrické energie [kWh]	Výroba elektrické energie [kWh]
Leden	1 360,5	543,6
Únor	1 180,5	1 250,9
Březen	1 061,5	2 030,8
Duben	767,2	3 246,0
Květen	658,5	3 847,2
Červen	610,5	3 898,3
Červenec	617,1	3 775,0
Srpen	638,6	3 471,1
Září	627,1	2 579,7
Říjen	854,1	1 356,0
Listopad	1 093,3	573,4
Prosinec	1 241,5	520,1
CELKEM	10 710,6	27 092,1



Následující graf ukazuje produkci během posledního týdne v červnu (24.6–30.6).



Bilance elektrárny je provedena v hodinovém kroku. Pro každou hodinu byla pomocí excelové tabulky stanovena přímá spotřeba z FVE. Následně byla stanovena energie možná pro nabytí baterií (v případě, že jí nelze využít v objektu) a poté využitelná část baterie pro objekt (v době kdy je produkce z FVE nižší než spotřeba). Kapacita baterie byla ponížena na 80% využitelnosti (vliv ztrát nabíjení a vybíjení), tedy na 15,36 kWh.

Následující tabulka uvádí výslednou bilanci FVE:

Tabulka 3 - Výsledná bilance FVE

Výsledná bilance FV elektrárny		
Celková vyprodukovaná energie z FVE	27,1	MWh/rok
Využitelná energie z FV panelů	7,7	MWh/rok
... z toho přímá spotřeba z FV panelů	4,8	MWh/rok
... z toho využití energie z baterií	2,9	MWh/rok
Poměr využití energie pro objekt	28	%
Přetoky (možnost posílání do sítě)	19,4	MWh/rok

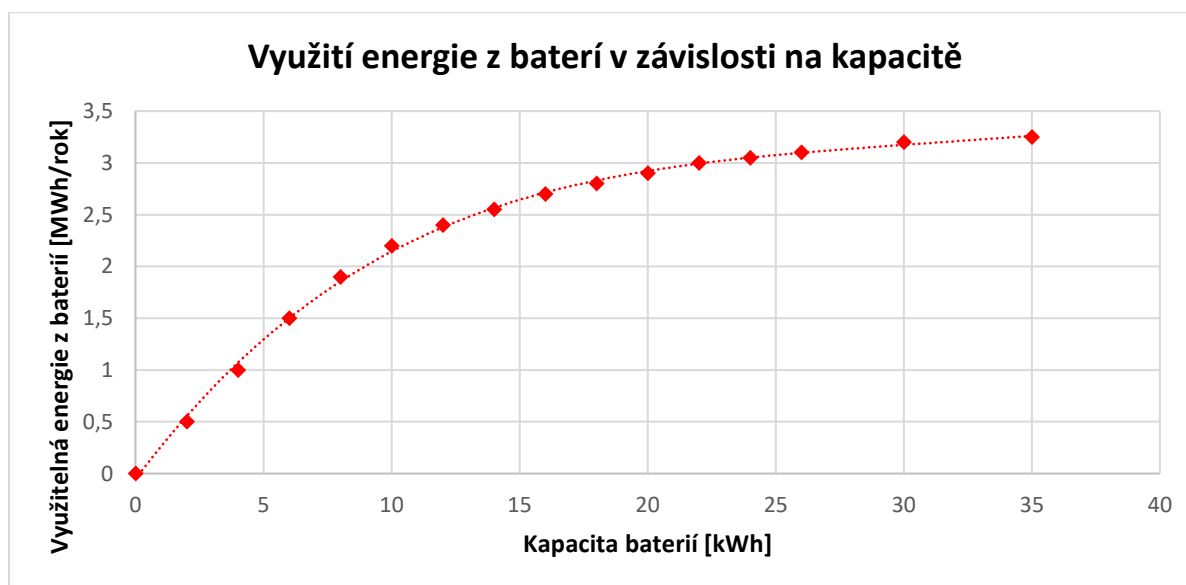
Z celkové roční spotřeby elektrárny objektu 10,7 MWh lze předpokládat 3,0 MWh využití elektrárny ze sítě a 7,7 MWh využití z FV panelů.

Odůvodnění návrhu bateriové akumulace:

Hlavní motivací pro návrh akumulace elektřiny z FVE bylo především dosažení záporné hodnoty roční bilance neobnovitelné primární energie pro dosažení energeticky nulového standardu. Z důvodu omezení započtení přetoků pouze do dvojnásobku dodané energie (dle vyhlášky č. 264/20220 Sb.) je dosažení energeticky nulového standardu bez návrhu akumulace téměř nemožné.

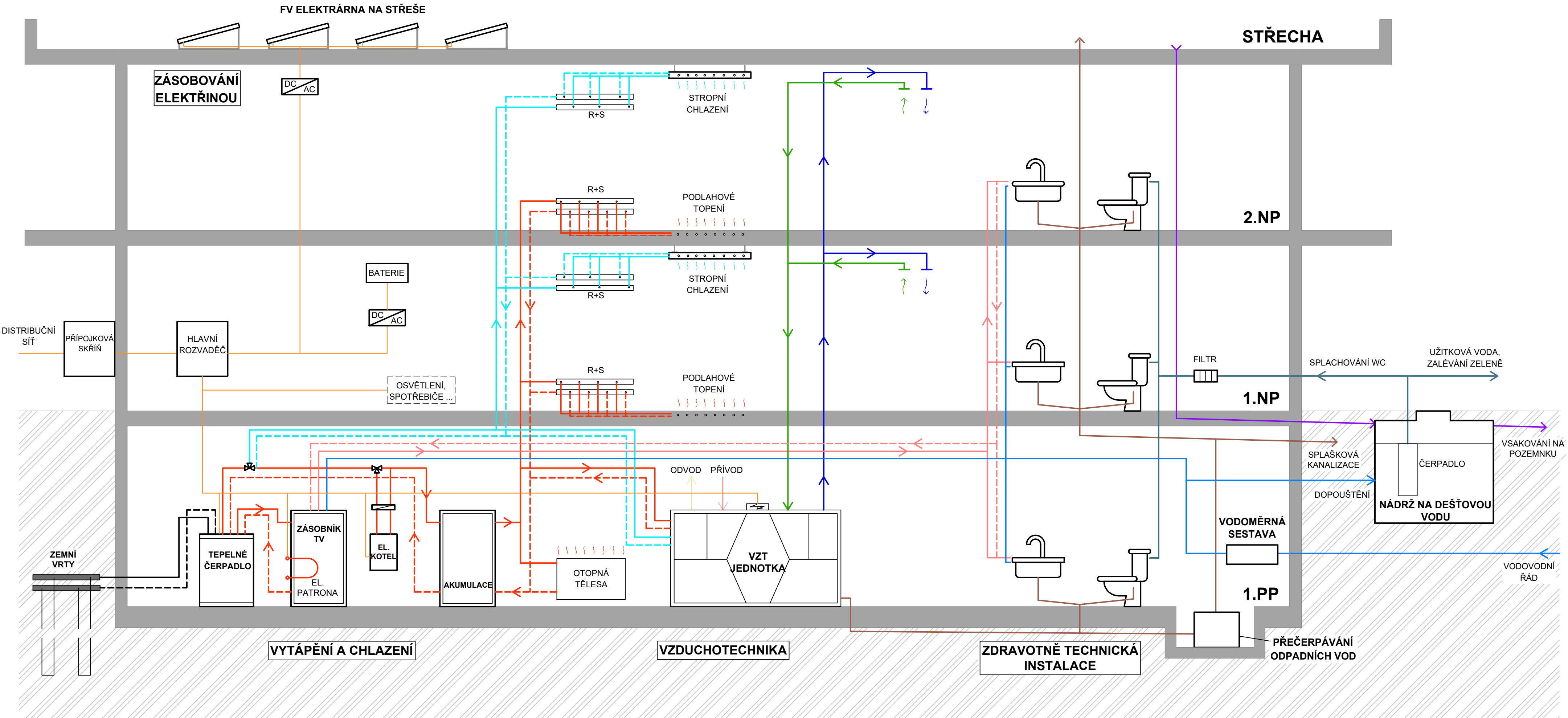
Návrh akumulace umožní vyšší poměr využití produkované elektřiny pro vlastní potřebu objektu. Navržená kapacita 19,2 kWh odpovídá přibližně 60 % denní spotřeby energie.

V následujícím grafu je znázorněno množství využitelné energie v závislosti na navržené kapacitě baterií.



Z grafu je patrné, že do hodnoty cca 10 kWh má každá kWh přibližně stejný přínos využitelné energie, poté přínos klesá. Po dosažení cca 20 kWh již přináší rozšíření baterie pouze minimální zvýšení využitelné energie.

ENERGETICKÝ KONCEPT

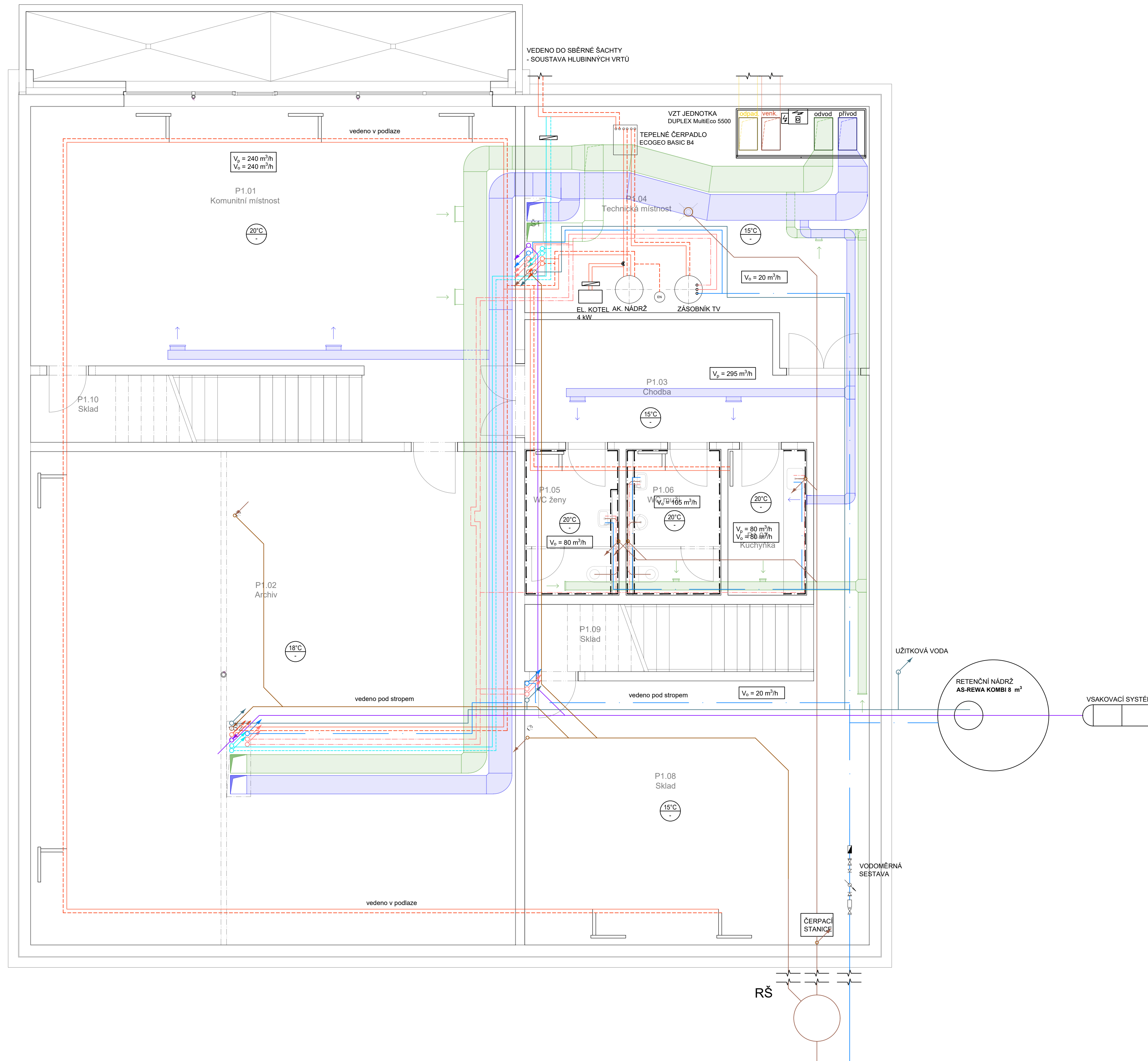


LEGENDA:

- | | | | |
|-------------------|-------------------------------------|------------------------|---------------------------|
| KANALIZACE | — SPLAŠKOVÁ KANALIZACE | VYTÁPĚNÍ | — PŘÍVODNÍ POTRUBÍ |
| | — DEŠŤOVÁ KANALIZACE | | — ZPĚTNÉ POTRUBÍ |
| VODOVOD | — TEPLÁ VODA | CHLAZENÍ | — PŘÍVODNÍ POTRUBÍ |
| | — CIRKULAČNÍ VODA | | — ZPĚTNÉ POTRUBÍ |
| | — STUDENÁ VODA PITNÁ | VZDUCHOTECHNIKA | — POTRUBÍ SÁNÍ VZDUCHU |
| | — STUDENÁ VODA UŽITKOVÁ (ŠEDÁ VODA) | | — POTRUBÍ VÝFUKU VZDUCHU |
| ELEKTRINA | — ELEKTRINA | | — POTRUBÍ PŘÍVODU VZDUCHU |
| | | | — POTRUBÍ ODVODU VZDUCHU |

Zpracoval Bc. Jakub Wright	Vedoucí diplomové práce Ing. Kamil Staněk, Ph.D.	Školní rok 2022-2023	Fakulta stavební ČVUT
Diplomová práce - Katedra konstrukcí pozemních staveb			
Název: Návrh energeticky efektivní mateřské školy			Datum 5/2023
			Meřítko -
			Číslo výkresu D.1.4.2
Příloha: KONCEPT ENERGETICKÝCH SYTÉMŮ			Konzultant Ing. Miroslav Urban, Ph.D. Ing. Kamil Staněk, Ph.D.

KOORDINAČNÍ PŮDORYS 1.PP (M1:50)



LEGENDA:

KANALIZACE

- SPLAŠKOVÁ KANALIZACE
- DEŠŤOVÁ KANALIZACE

VODOVOD

- TEPLÁ VODA
- CÍRKULAČNÍ VODA
- STUDENÁ VODA PITNÁ
- STUDENÁ VODA UŽITKOVÁ (ŠEDÁ VODA)

VYTÁPĚNÍ

- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
- - - ZPĚTNÉ POTRUBÍ
- - - - - PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ
- ▭ OTOPNÉ TĚLESO

CHLAZENÍ

- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
- - - ZPĚTNÉ POTRUBÍ
- - - - - STROPNÍ CHLAZENÍ

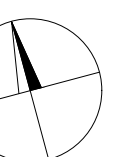
- 20°C NÁVRHOVÁ TEPLOTA NA VYTÁPĚNÍ
- 26°C NÁVRHOVÁ TEPLOTA NA CHLAZENÍ

VZDUCHOTECHNIKA

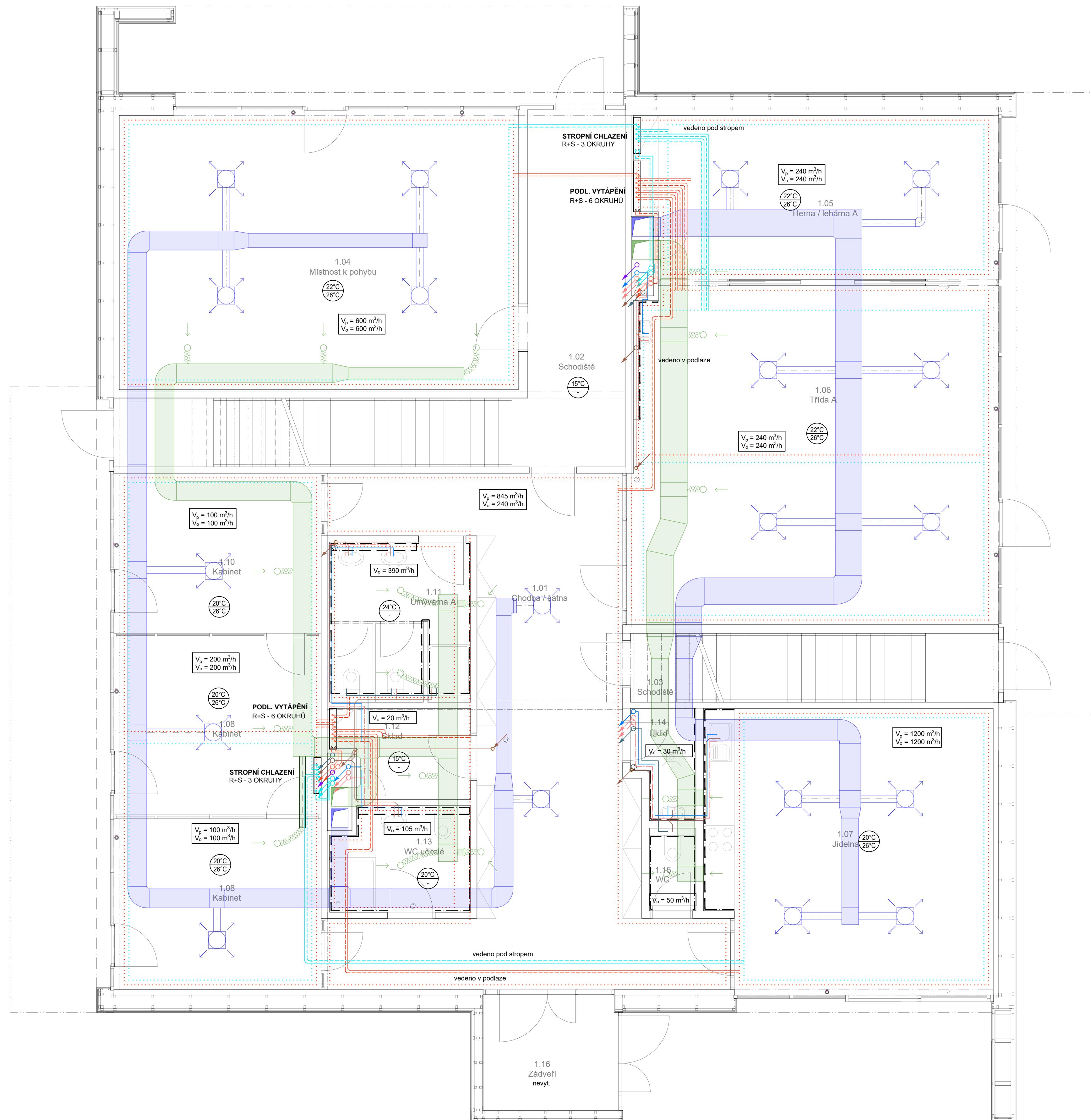
- POTRUBÍ SÁNÍ VZDUCHU
- POTRUBÍ VÝFUKU VZDUCHU
- POTRUBÍ PŘÍVODU VZDUCHU
- POTRUBÍ ODVODU VZDUCHU

±0,000 = 496,000 m.n.m. Bpv

Zpracoval Bc. Jakub Wright	Vedoucí diplomové práce Ing. Kamil Staněk, Ph.D.	Školní rok 2022-2023	Fakulta stavební ČVUT
Diplomová práce - Katedra konstrukcí pozemních staveb			Datum 4/2023
Název: Návrh energeticky efektivní mateřské školy			Meřítko 1:50
Příloha: TZB - PŮDORYS 1.PP			Číslo výkresu D.1.4.3
			Konzultant Ing. Miroslav Urban, Ph.D. Ing. Kamil Staněk, Ph.D.



KOORDINAČNÍ PŮDORYS 1.NP (M1:50)



LEGENDA:

KANALIZACE

- SPLAŠKOVÁ KANALIZACE
- DEŠŤOVÁ KANALIZACE

VODOVOD

- TEPLÁ VODA
- CÍRKULAČNÍ VODA
- STUDENÁ VODA PITNÁ
- STUDENÁ VODA UŽITKOVÁ (ŠEDÁ VODA)

VYTÁPĚNÍ

- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
- - - ZPĚTNÉ POTRUBÍ
- PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ
- ▭ OTOPNÉ TĚLESO

CHLAZENÍ

- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
- - - ZPĚTNÉ POTRUBÍ
- STROPNÍ CHLAZENÍ

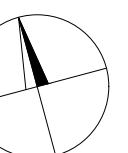
- 20°C NÁVRHOVÁ TEPLOTA NA VYTÁPĚNÍ
- 26°C NÁVRHOVÁ TEPLOTA NA CHLAZENÍ

VZDUCHOTECHNIKA

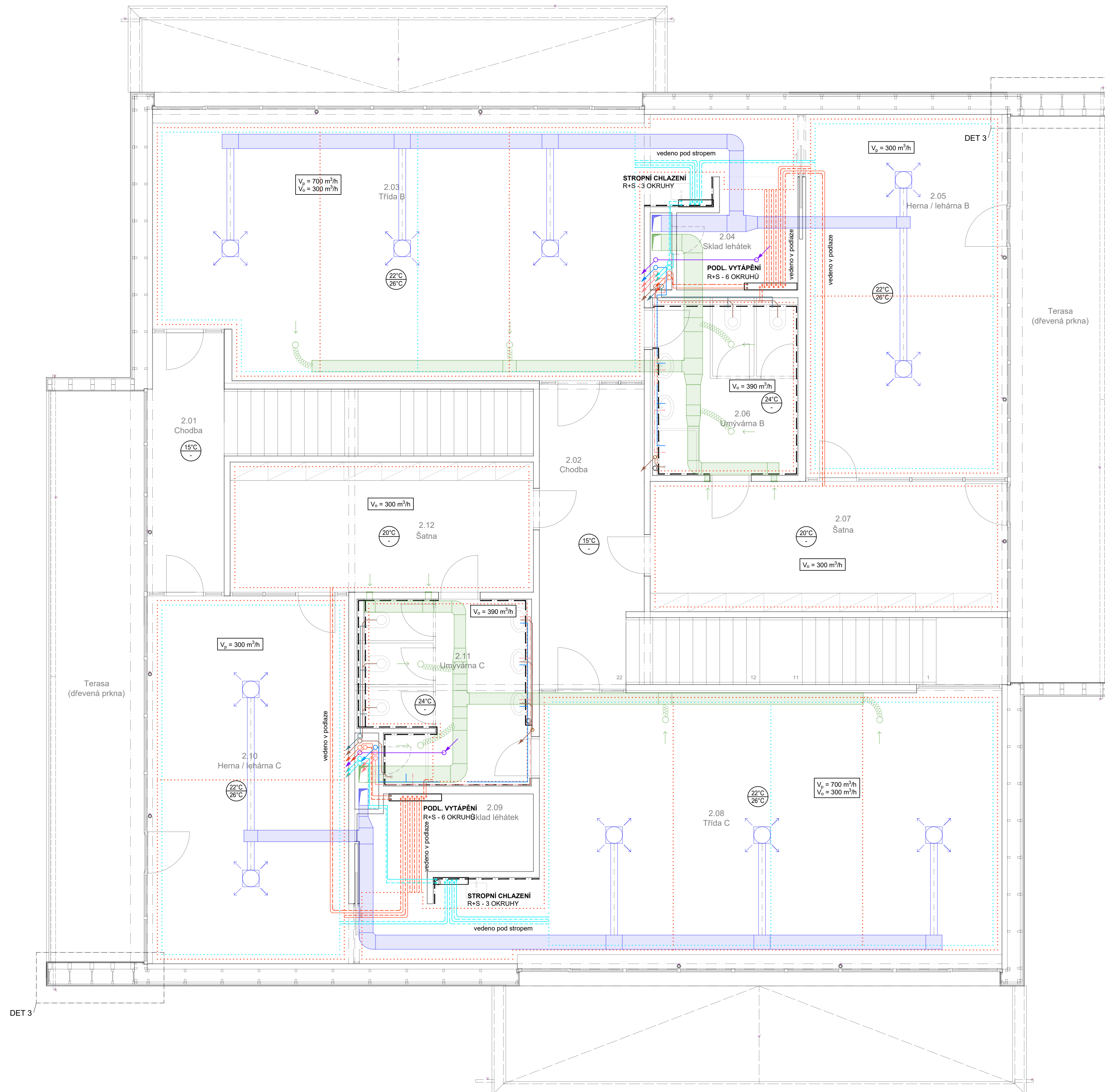
- POTRUBÍ SÁNÍ VZDUCHU
- POTRUBÍ VÝFUKU VZDUCHU
- POTRUBÍ PŘÍVODU VZDUCHU
- POTRUBÍ ODVODU VZDUCHU

±0,000 = 496,000 m.n.m. Bpv

Zpracoval Bc. Jakub Wright	Vedoucí diplomové práce Ing. Kamil Staněk, Ph.D.	Školní rok 2022-2023	Fakulta stavební ČVUT
Diplomová práce - Katedra konstrukcí pozemních staveb			Datum 5/2023
Název: Návrh energeticky efektivní mateřské školy			Meřítko 1:50
Příloha: TZB - PŮDORYS 1.NP			Číslo výkresu D.1.4.4
			Konzultant Ing. Miroslav Urban, Ph.D. Ing. Kamil Staněk, Ph.D.



KOORDINAČNÍ PŮDORYS 2.NP (M1:50)



LEGENDA:

KANALIZACE

- SPLAŠKOVÁ KANALIZACE
- DEŠŤOVÁ KANALIZACE

VODOVOD

- TEPLÁ VODA
- CÍRKULAČNÍ VODA
- STUDENÁ VODA PITNÁ
- STUDENÁ VODA UŽITKOVÁ (ŠEDÁ VODA)

VYTÁPĚNÍ

- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
- - - ZPĚTNÉ POTRUBÍ
- PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ
- ▭ OTOPNÉ TĚLESO

CHLAZENÍ

- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
- - - ZPĚTNÉ POTRUBÍ
- STROPNÍ CHLAZENÍ

- 20°C NÁVRHOVÁ TEPLOTA NA VYTÁPĚNÍ
- 26°C NÁVRHOVÁ TEPLOTA NA CHLAZENÍ

VZDUCHOTECHNIKA

- POTRUBÍ SÁNÍ VZDUCHU
- POTRUBÍ VÝFUKU VZDUCHU
- POTRUBÍ PŘÍVODU VZDUCHU
- POTRUBÍ ODVODU VZDUCHU

±0,000 = 496,000 m.n.m. Bpv

Zpracoval Bc. Jakub Wright	Vedoucí diplomové práce Ing. Kamil Staněk, Ph.D.	Školní rok 2022-2023	Fakulta stavební ČVUT
Diplomová práce - Katedra konstrukcí pozemních staveb			Datum 5/2023
Název: Návrh energeticky efektivní mateřské školy			Meřítko 1:50
Příloha: TZB - PŮDORYS 2.NP			Číslo výkresu D.1.4.5
			Konzultant Ing. Miroslav Urban, Ph.D. Ing. Kamil Staněk, Ph.D.

