



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKY ÚSPORNÁ BUDOVA ZÁKLADNÍ UMĚLECKÉ ŠKOLY

ENERGY-EFFICIENT ELEMENTARY ART SCHOOL BUILDING

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Kateřina Šplíchalová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Olga Rubinová, Ph.D.

BRNO 2024

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav technických zařízení budov
Studentka: **Bc. Kateřina Šplíchalová**
Vedoucí práce: **Ing. Olga Rubinová, Ph.D.**
Akademický rok: 2023/24
Studijní program: N0732A260018 Environmentálně vyspělé budovy

Děkan Fakulty Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Energeticky úsporná budova základní umělecké školy

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Stavební řešení budovy občanského vybavení a koncepční řešení systémů techniky prostředí a hospodaření s vodou, s cílem minimalizovat energetickou náročnost budovy a využívat obnovitelných zdrojů energie.

Cíle a výstupy diplomové práce:

Zpracování určené části projektové dokumentace zadané budovy s téměř nulovou spotřebou energie ve stupni pro vydání stavebního povolení.

Dispoziční řešení budovy s návrhem vhodné konstrukční soustavy a nosného systému na základě zvolených materiálů a konstrukčních prvků, včetně vyřešení osazení objektu do terénu s respektováním okolní zástavby. Koncepční řešení technických systémů budovy a klasifikace její energetické náročnosti.

(I) Část architektonicko-stavební řešení (podíl 35 %) bude obsahovat: průvodní zprávu, souhrnnou technickou zprávu, koordináční situaci (1:200), požárně bezpečnostní řešení stavby a výkresy (1:100, příp. 1:50): základů, půdorysů podlaží, konstrukce zastřešení, svislých řezů a technických pohledů, sestavy dílců, popř. výkres tvaru stropní konstrukce vybraného podlaží. Součástí dokumentace bude stavebně fyzikální posouzení objektu a konstrukcí a průkaz energetické náročnosti budovy (bez posouzení proveditelnosti alternativních systémů a doporučených opatření)

(II) Část technika prostředí staveb (podíl 35 %) bude obsahovat koncepční studie relevantních systémů technického zařízení budovy s vazbou na výrobu a užití energie a hospodaření s vodou, schéma zapojení energetických zdrojů, výpočet výkonových parametrů, zjednodušené schéma řízení a dispoziční umístění zdrojů.

(III) Náplň volitelné části (podíl 30 %) bude stanovena vedoucím práce z oblasti energetiky, ekologie či ekonomiky budov, týkající se jejich návrhu nebo provozu. Tato část může být řešena teoretickými nebo experimentálními prostředky.

Seznam doporučené literatury a podklady:

1. Platné právní předpisy, zejména Stavební zákon č. 183/2006 Sb., Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií a další předpisy související s tématem práce
2. Platné technické národní předpisy a normy ČSN, ČSN EN ISO
3. Katalogy stavebních materiálů, konstrukčních systémů, stavebních výrobků;
4. Odborná literatura

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 31. 3. 2023

L. S.

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
vedoucí ústavu

Ing. Olga Rubinová, Ph.D.
vedoucí práce

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr. h. c.
děkan

ABSTRAKT

Cílem této diplomové práce je návrh energeticky úsporné základní umělecké školy v Dolních Bučících.

Práce je rozdělena na tři části.

V první části byl proveden architektonický a stavební návrh budovy. Budova má 2 nadzemní podlaží. Objekt má plochou střechu s fotovoltaickými panely. V 1.NP je chodba, kabinet pro učitele, učebny, šatna, hygienické zázemí, technická místnost, koncertní sál a místnosti k němu příslušící – zázemí pro účinkující. 2.NP zahrnuje chodbu, kabiny pro učitele, učebny, malou kuchyni a hygienické zázemí. Nosné obvodové stěny jsou z pórobetonových tvárnic, vnitřní nosné stěny jsou z akustických vápenopískových tvárnic. Podlahové a stropní konstrukce jsou železobetonové monolitické, nebo z prefabrikovaných stropních dílců.

V druhé části byla navržena koncepce TZB systémů. Ohřev teplé vody, vytápění a chlazení jsou zajištěny čtyřmi tepelnými čerpadly země-voda. Budova je nuceně větraná třemi vzduchotechnickými jednotkami, ty jsou umístěny v technické místnosti situované v 1.NP. Budova je připojena k existujícímu vodovodnímu řádu a kanalizaci. Elektřina je generována fotovoltaickými panely nebo odebírána ze sítě.

Třetí část je zaměřena na funkčnost a analýzu fotovoltaických panelů umístěných na již stojící budově. Práce vychází z dat mobilní aplikace Malina. Výzkum porovnává skutečná data s daty od dodavatele a zabývá se návratností investice.

KLÍČOVÁ SLOVA

Základní umělecká škola, pórobeton, železobeton, plochá střecha, tepelné čerpadlo, fotovoltaické panely, fan-coil, vzduchotechnická jednotka, úspora.

ABSTRACT

The aim of this Master's thesis is to design an energy-efficient primary art school in Dolní Bučice.

The thesis is divided into three parts.

In the first part, an architectural and construction design of the building is carried out. The building has two above-ground floors. The structure features a flat roof with photovoltaic panels. The ground floor includes a teacher's office, classrooms, a changing room, a technical room, a concert hall, and related facilities for performers. The second floor includes, teacher's offices, classrooms, and a small kitchen. The load-bearing envelope walls are design from aerated concrete blocks, while the internal load-bearing walls are made of acoustic limestone sand blocks. The floor and roof structures are reinforced concrete monolithic or made of prefabricated ceiling elements.

In the second part, the concept of HVAC systems is proposed. Water supply, heating and cooling are provided by a four ground-source heat pumps. The building is mechanically ventilated by three air-handling units located in the technical room situated on the first floor. The building is connected to the existing water supply system and sewage. Electricity is generated by photovoltaic panels or drawn from the power grid.

The third part focuses on the functionality and analysis of photovoltaic panels related on an existing building. The work is based on data from the Malina mobile application. The research compares actual data with supplier data and focuses on the return on investment.

KEYWORDS

Primary art school, aerated concrete, reinforced concrete, flat roof, heat pump, photovoltaic panels, fan coil, air handling unit, savings.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ŠPLÍHALOVÁ, Kateřina. *Energeticky úsporná budova základní umělecké školy*. Brno, 2024. 55 s., 306 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí Ing. Olga Rubinová, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Energeticky úsporná budova základní umělecké školy* zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 12.1.2023

.....
Bc. Kateřina Šplíchalová
autor práce

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem Energeticky úsporná budova základní umělecké školy je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 12.1.2023

.....
Bc. Kateřina Šplíchalová
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala paní Ing. Olze Rubinové, Ph.D., za čas, vstřícnost, vědomosti a cenné rady, které mi při vypracování této práce poskytla. Také bych chtěla poděkovat panu Ing. Petru Jelínkovi, Ph.D., za čas, který si pro mě vyhradil na konzultování v oblasti pozemního stavitelství. Chtěla bych poděkovat rodičům a sestře za trpělivost, kterou měli, i když to semnou chvílemi nebylo lehké. Jako poslednímu děkuji partnerovi, který mě přiměl k práci i v době, kdy se mi nejméně chtělo.

OBSAH

Úvod.....	12
Cíle diplomové práce.....	12
I. ČÁST	13
1 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ STAVBY.....	13
1.1 Umístění stavby.....	13
1.2 Napojení na stávající infrastrukturu.....	13
1.3 Nově budovaná infrastruktura.....	13
1.4 Členění na stavební objekty.....	13
1.5 Architektonické řešení.....	14
1.6 Provozní řešení.....	14
1.7 Stavební řešení.....	14
1.8 Dopravní řešení.....	15
1.9 Vliv na životní prostředí.....	15
2 POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍ ŘEŠENÍ.....	15
2.1 Požární úseky.....	15
2.2 Únikové cesty.....	16
2.3 Odstupové vzdálenosti.....	16
2.4 Zásobování požární vodou.....	16
2.5 Návrh počtu PHP.....	16
2.6 Zařízení k zajištění požární bezpečnosti.....	17
3 STAVEBNÍ FYZIKA.....	17
3.1 Akustické posouzení objektu.....	17
3.2 Výpočet činitele denní osvětlenosti.....	18
3.3 Tepelně technické posouzení stavebních konstrukcí.....	19
3.4 Posouzení tepelné stability.....	20
3.5 Průkaz energetické náročnosti budovy.....	21
II. ČÁST	22
4 TECHNIKA PROSTŘEDÍ STAVBY.....	22
4.1 Návrh umělého osvětlení.....	22
4.2 Spotřeba pitné vody a využití srážkové vody.....	23
4.3 Návrh nuceného větrání.....	23
4.4 Příprava teplé vody.....	25
4.5 Návrh zdroje tepla.....	25
4.6 Návrh zdroje chladu.....	26
4.7 Návrh fotovoltaického systému.....	27
III. ČÁST	28
5 ANALÝZA FOTOVOLTAICKÝCH PANELŮ.....	28
5.1 Úvod.....	28
5.2 Technická data od dodavatele (vstupní hodnoty).....	28
5.3 Monitorování a sběr dat.....	30
5.4 Analýza dat.....	31
5.5 Porovnání reálných dat s daty od dodavatele.....	34
5.6 Ověření.....	34

5.7	Finanční analýza	37
5.8	Návratnost investice.....	41
5.9	Závěr analýzy	45
	Závěr	46
	Seznam použitých zdrojů a podkladů.....	47
	Seznam tabulek, grafů a obrázků.....	51
	Seznam použitých zkratk a symbolů.....	52
	Seznam příloh.....	54

Úvod

Obsahem této diplomové práce je návrh nízkoenergetické budovy základní umělecké školy v obci Dolní Bučice. Parcela, na které se budova nachází, je dle obecního plánu obce určena pro stavby sloužící k občanské vybavenosti. Stavba se nachází na samém okraji obce a má sloužit k volnočasovému vzdělávání dětí z obce a blízkého okolí.

Diplomová práce je rozdělena do tří samostatných oblastí, první dvě úzce souvisejí s výstavbou a provozem základní umělecké školy, třetí část se zabývá skutečným provozem fotovoltaických panelů na již stojícím objektu.

Cíle diplomové práce

Cílem diplomové práce je navrhnout budovu s téměř nulovou spotřebou energie, která bude sloužit ke vzdělávání dětí ve směru výtvarného a hudebního umění v přilehlých obcích. Jedná se především o menší obce jako jsou Dolní Bučice a Horní Bučice (součásti obce Vrdy), v blízkém okolí se nachází větší obce jako Čáslav a Kutná Hora. Součástí stavby je koncertní sál, který slouží ke shromažďování osob při koncertech a jiných vystoupeních.

Budova je navržena tak, aby ke svému provozu potřebovala co nejmenší množství neobnovitelné primární energie, tato energie je nahrazena obnovitelnými zdroji. Stavební konstrukce jsou navrženy, aby docházelo k minimálním tepelným ziskům a ztrátám objektu, tím se snižuje energie potřebná k provozu budovy. Krom energetické úspory je cílem zajistit pohodlí, příjemné vnitřní prostředí a bezpečí pro uživatele budovy.

Posledním cílem této práce je zhodnotit investici do fotovoltaického systému na již existující budově.

I. ČÁST

1 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ STAVBY

Viz přílohy: A Průvodní zpráva
 B Souhrnná technická zpráva
 D.1 Architektonické, stavební, konstrukční řešení

1.1 Umístění stavby

Pozemek určený ke stavbě se nachází v k.ú Dolní Bučice, druh pozemku je orná půda. Pozemek má celkovou velikost 5005 m², stavba má výměru 698 m². Jedná se o částečně zastavěnou část obce, kde se ze severozápadní a jihozápadní strany nachází pole. Terén pozemku je rovinný bez výskytu křovin a stromů.

Dle územního plánu je pozemek určen ke stavbě občanské vybavenosti obce. Pozemek se nachází v ochranném pásmu ZPF a je nutno podat žádost o vynětí. [1]

Pozemek se nenachází v záplavovém či poddolovaném území, nenachází se zde podzemní voda a radonový index je nízký. [2][3][4]

1.2 Napojení na stávající infrastrukturu

Pozemek bude napojen na stávající inženýrské sítě před domem – na vodovod vodovodní přípojkou, na zdroj elektřiny skrze hlavní domovní vedení na vedení VN na hranici pozemku s komunikací. Splašková kanalizace bude napojena na veřejnou splaškovou kanalizaci. Dešťová voda ze střech bude z části svedena do akumulární nádrže, nevyužitá a ostatní dešťová voda bude vsakována do okolního terénu.

Pozemek bude napojen na stávající komunikaci obce účelovou komunikací. Bezbariérový přístup ke stavbě je možný po obecní komunikaci a následně po účelové komunikaci.

1.3 Nově budovaná infrastruktura

Přípojka NN (podzemní): délka 56,26 m
Vodovodní přípojka: délka 25,10 m
Přípojka splaškové kanalizace: délka: 29,63 m

Všechny úpravy a nové napojení budou provedeny po konzultaci a odsouhlasení správců jednotlivých inženýrských sítí. Vzniknou nová ochranná pásma.

1.4 Členění na stavební objekty

- SO.01 – Základní umělecká škola
- SO.02 – Přípojka splaškové kanalizace
- SO.03 – Vedení dešťové kanalizace
- SO.04 – Přípojka NN

- SO.05 – Přípojka vodovodu
- SO.06 – Zpevněné plochy pojezdové
- SO.07 – Zpevněné plochy pochozí
- SO.08 – Plocha pro sběr komunálního odpadu
- SO.09 – Přípojka telefonního kabelu
- SO.10 – Přípojka optického kabelu

1.5 Architektonické řešení

Objekt má nepravidelný tvar tří spojených obdelníků, skládá se ze dvou nadzemních pater a nemá žádné podzemní patro. Objekt je rozdělen na tři části, každá z nich je zastřešena plochou nepochozí střechou v jiné výšce.

Největší půdorysné rozměry jsou 38,350 x 24,000 m. Nejvyšším bodem je atika střechy ve výšce + 9,720 m.

Okna a dveře jsou navrženy jako plastová bílá trojskla. Hlavní budova má čistě bílou fasádu na severozápadní straně obohacenou o logo ZUŠ, na severovýchodní straně jsou na fasádě umístěny sluneční hodiny. Fasádu druhé a třetí budovy tvoří dřevěný obklad.

1.6 Provozní řešení

Vstup se nachází v prvním podlaží hlavní části budovy, ta má dvě nadzemní podlaží a obsahuje především prostory učeben. Nachází se zde technická místnost. Všechny místnosti jsou spojeny dlouhou chodbou táhnoucí se od hlavního vchodu až ke vchodu do druhé části budovy. Druhou část budovy tvoří koncertní sál s jevištěm. Poslední část je provozem úzce spjatá s provozem koncertního sálu a obsahuje místnosti určené pro převlékání a k hygieně účinkujících.

Stavba je navržena jako bezbariérová. Na parkovišti jsou 3 stání navržena pro osoby s omezenou schopností pohybu. Vstup do budovy je řešen rampou. Všechna patra v budově jsou obsluhována výtahem. Toaleta pro invalidy se nachází v hlavní budově v prvním nadzemním podlaží.

1.7 Stavební řešení

Základové konstrukce jsou z prostého betonu o tloušťce 500 mm. Obvodové zdivo je tvořeno z pórobetonových tvárnic YTONG Lambda o tloušťce 500 mm, zdivo není opatřeno tepelnou izolací. Vnitřní nosné stěny jsou zděné z akustických vápenopískových tvárnic XELLA tl. 250 mm a vnitřní nenosné stěny jsou vyhotovené z pórobetonových tvárnic YTONG Klasik o tloušťce 100 mm. Část vnitřních stěn je opatřena akustickou předstěnou značky Rigips.

Stropní konstrukce budou dvojího typu, první typ je z prefabrikovaných stropních dílců a druhý je monolitický železobetonový strop. Překlady nad otvory budou od výrobce XELLA. Veškeré ztužující věnce a průvlaky budou železobetonové. Schodiště je železobetonové monolitické.

Základní umělecká škola má tři ploché střechy, každá se nachází v jiné výškové úrovni. Všechny střechy jsou zakončeny hydroizolací a ani jedna není určena k volnému pohybu osob. K zateplení všech střech bude použit expandovaný polystyren.

Všechny konstrukce jsou navrženy z kvalitních materiálů tak, aby odpovídaly normovým požadavkům a zajistili bezpečnost při mechanickém namáhání a před povětrnostními vlivy. Návrh koncepčního řešení nosných konstrukcí stavby je zřejmý z projektové dokumentace.

1.8 Dopravní řešení

Objekt je napojen na místní komunikaci šířky 9 m. Podél této komunikace se nenachází chodník. U objektu bude zbudováno samostatné parkoviště s kapacitou 39 stání, z toho 3 stání jsou určena pro osoby s omezenou schopností pohybu. Povrch parkoviště před objektem je asfaltový. Přístup k budově je bezbariérový.

1.9 Vliv na životní prostředí

Užívání stavby nemá vliv na ovzduší, při realizaci může být prašno. Úroveň hluku se zvýší při realizaci stavby, při užívání se hladina hluku nezvýší oproti normálu. Odpadní voda bude odvedena do kanalizace, stavební odpad bude tříděn do příslušných kontejnerů, svoz komunálního odpadu je zajištěn odbornou firmou.

Stavba nebude mít negativní vliv na krajinu. V okolí stavby se nenachází žádný památný strom. V místě stavby se nenachází žádné vzácné rostliny ani živočichové.

2 POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍ ŘEŠENÍ

Viz přílohy: D.2 Požárně bezpečnostní řešení

2.1 Požární úseky

Objekt je rozdělen na dva požární úseky.

N1.01/N2 – III.

Plocha: 840,92 m²

V tomto požárním úseku jsou zahrnuty místnosti z celého objektu vyjma schodiště. V koncertním sále se jedná o shromažďovací prostor, musí z něj vést dva směry úniku. Všechny stavební konstrukce v tomto úseku vyhoví na posouzení požární odolnosti.

Z úseku vedou celkem čtyři únikové východy.

- Únikový východ z koncertního sálu a ostatních místností do CHÚC A (rozměr 1900 mm)
- Únikový východ z koncertního sálu (rozměr 1 900 mm)
- Únikový východ z technické místnosti (rozměr 1 900 mm)
- Dveře sloužící jako vstup pro vystupující v koncertním sále (rozměr 900 mm)

N1.02/N2 CHÚC A – II.

Plocha: 48,16 m²

Jedná se o chráněnou únikovou cestu, ta obsahuje místnosti zádveří a schodiště. Všechny stavební konstrukce v tomto úseku vyhoví na posouzení požární odolnosti.

Z úseku vede jeden únikový východ na volné prostranství před budovou o šířce 1 900 mm.

2.2 Únikové cesty

V objektu se nachází dvě únikové cesty, N1.01/N2 — III. se čtyřmi směry úniku v 1.NP a s jedním směrem úniku ze 2.NP, tento směr úniku se napojuje na chráněnou únikovou cestu N1.02./N2 CHÚC A — II. s jedním směrem úniku, a to ven na volné prostranství.

2.3 Odstupové vzdálenosti

Dopad částic

Na objektu se vyskytují konstrukční části druhu DP3, v souladu s čl. 10.4.7. ČSN 730802 je odstupová vzdálenost z důvodu odpadávaní hořících částí stanovena na 2,42 m a 1,88 m.

Požárně nebezpečný prostor posuzovaných požárně otevřených ploch dosahuje na vlastní pozemek investora, kde se nenacházejí jiné stavební objekty. Požárně nebezpečný prostor od vlivu sálání nepřesahuje hranici pozemků jiných vlastníků. Posuzovaná budova se nenachází v požárně nebezpečném prostoru jiného objektu. Stav je vyhovující. Odstupové vzdálenosti byly stanoveny od 1,06 m (okna od toalet) do 6,71 m (výplně otvorů v koncertním sále).

2.4 Zásobování požární vodou

Vnější odběrní místo

Ve vzdálenosti 120 m od posuzovaného objektu se nachází podzemní hydrant na potrubí DN 110, stav je vyhovující.

Vnitřní odběrní místo

Není nutné zřídít.

2.5 Návrh počtu PHP

Pro požární úsek N1.01/N2 – III. bylo navrženo pět přenosných hasících přístrojů, ty jsou umístěny na chodbách, v koncertním sále a v místnostech 2.09 a 2.11.

Pro požární úsek N1.02/N2 CHÚC A – II. byl navržen jeden přenosný hasící přístroj, ten je umístěný na mezipodestě schodiště.

Umístění PHP musí umožňovat jejich snadné a rychlé použití, PHP musí být snadno viditelné a volně přístupné. Umísťují se na svislé stavební konstrukci nejvýše 1,5 m nad podlahou. Pokud je PHP umístěn na podlaze, musí být zajištěn proti pádu. [5]

2.6 Zařízení k zajištění požární bezpečnosti

Na CHÚC A bude instalováno nouzové osvětlení, budou osazena svítidla s vestavnou samodobíjecí baterií.

Příslušnými bezpečnostními tabulkami budou označeny:

- směry úniku
- přenosné hasicí přístroje
- vnitřní odběrní místo
- hlavní vypínač elektrické energie
- hlavní uzávěr vody
- těsnění prostupů, manžety

3 STAVEBNÍ FYZIKA

Viz přílohy: D.3 Stavební fyzika

3.1 Akustické posouzení objektu

3.1.1 Urbanistická akustika

Dle hlukové mapy nedochází v okolí budovy k nadměrnému hluku.

[6]

3.1.2 Vzduchová neprůzvučnost

Všechny konstrukce v místnostech se zvýšenými nároky na akustiku jsou tvořeny vápenopískovými akustickými tvárnici Silka, v některých místnostech bude postavená akustická předstěna Rigips. Stropy jsou monolitické železobetonové tl. 200 mm.

Železobetonový strop tl. 200 mm

$R'w = 74$ dB

Požadavek:

Výukové prostory: $R'w = 52$ dB

Vyhoví

Chodby a schodiště: $R'w = 53$ dB

Vyhoví

Velmi hlučné prostory (hudební učebny, dílny): $R'w = 60$ dB

Vyhoví

Vápenopískové akustické tvárnice Silka:

$R'w = 55$ dB

Požadavek:

Výukové prostory, chodby a schodiště: $R'w = 47$ dB

Vyhoví

Vápenopískové akustické tvárnice Silka + Rigips:

$R'w = 64$ dB

Požadavek:

Velmi hlučné prostory (hudební učebny, dílny): $R'w = 57$ dB

Vyhoví

[7][8]

3.1.3 Kročejová neprůzvučnost

Stropy jsou monolitické železobetonové o tl. 200 mm.

Železobetonový strop tl. 200 mm:

$L'_{nw} = 43$ dB

Požadavek:

Výukové prostory, chodby a schodiště: $L'_{n,w} = 63$ dB

Vyhoví

Velmi hlučné prostory (hudební učebny, dílny): $L'_{n,w} = 48$ dB

Vyhoví [8]

3.1.4 Doba dozvuku

Doba dozvuku byla stanovena pro tři vybrané místnosti. Všechny místnosti vyhoví.

Koncertní sál

Cílem je změření dozvuku v koncertním sále. Sál je určen nejvýše pro 95 diváků a 20 účinkujících, tedy dohromady 115 osob. V sále se nachází 95 židlí, klavír a pódium. Celkový objem místnosti činí 917 m³.

Použitím akustického absorpčního panelu Mappyfiber Flat na plochu 70 m² z 202,5 m² plochy stropu je doba dozvuku v mezích dle normy ČSN 73 0527. [9]

1.08 – Drnkací nástroje

V místnosti budou nejvýše tři osoby a dřevěný nábytek. Celkový objem místnosti je 39,73 m³.

Použitím akustického absorpčního panelu Mappyfiber Flat na plochu 5 m² z 11,35 m² plochy stropu a 15 m² plochy okolních stěn je doba dozvuku v mezích dle normy ČSN 73 0527. [9]

1.09 – Úderné nástroje

V místnosti budou nejvýše tři osoby a dřevěný nábytek. Celkový objem místnosti je 84,53 m³.

Použitím akustického absorpčního panelu Mappyfiber Flat na plochu 10 m² z 24,15 m² plochy stropu a 15 m² plochy okolních stěn je doba dozvuku v mezích dle normy ČSN 73 0527. [9]

3.2 Výpočet činitele denní osvětlenosti

Výpočet činitele denní osvětlenosti byl stanoven pro tři vybrané místnosti. Všechny místnosti vyhoví.

3.2.1 Použité typy místností

Popis	Id	Osvětlenost [lx]	Rovnoměrnost	Činitel oslnění	Index podání barev
učebny – obecné činnosti	44.1	500	0,6	19	80
hlediště – při údržbě a čištění	38.3	200	0,5	22	80

Obrázek 1: Použité místnosti

3.2.2 Přehled výsledků

Název	Minimální hodnota	Požadovaná hodnota	Maximální hodnota	Rovnoměrnost
1.1 - 1.08 - Drnkací nástroje				
Činitel denní osvětlenosti	(0,7) 100 / 95 %	(2,0) 53 / 50 %	5,6 %	0,16
1.2 - 1.09 - Úderné nástroje				
Činitel denní osvětlenosti	(0,7) 100 / 95 %	(2,0) 56 / 50 %	4,5 %	0,22
1.3 - 1.11 - Koncertní sál				
Činitel denní osvětlenosti	(0,7) 100 / 95 %	(2,0) 70 / 50 %	9,7 %	0,096

Pokud jsou ve sloupci uvedeny dvě hodnoty oddělené lomítkem, pak číslo před lomítkem je vypočítaná hodnota a číslo za lomítkem je požadovaná (minimální nebo maximální) hodnota.

Obrázek 2: Přehled výsledků činitele denní osvětlenosti

3.3 Tepelně technické posouzení stavebních konstrukcí

Legenda: +, x ... vyhoví požadavkům

! ... nevyhoví požadavkům

Všechny hodnocené konstrukce vyhoví požadavkům dle normy ČSN 73 0540-2.

Tabulka 1: Součinitel prostupu tepla stavebních konstrukcí [10]

Konstrukce		Součinitel prostupu tepla			
		Dle českých technických norem			
Ozn.	Název	U_N	U_{rec}	U	Hod.
[-]	[-]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[-]
STR-1	S1 - skladba střechy (nosná vrstva železobetonová deska)	0,24	0,16	0,115	x
STR-2	S2 - skladba střechy (nosná vrstva prefabrikované panely)	0,24	0,16	0,113	x
PDL(z)-3	P1 - skladba podlahy na terénu s keramickou dlažbou	0,45	0,30	0,179	x
PDL(z)-4	P2 - skladba podlahy na terénu	0,45	0,30	0,179	x
PDL-5	P3 - skladba podlahy s keramickou dlažbou	2,20	1,45	0,703	x
PDL-6	P4 - skladba podlahy	2,20	1,45	0,704	x
STN-7	Z1 - skladba obvodové stěny	0,30	0,25	0,148	x
STN-8	Z2 - skladba obvodové stěny s dřevěným obkladem	0,30	0,25	0,149	x
STN-9	Z3 - skladba vnitřní nosné stěny tl. 500 mm	2,70	1,80	0,147	x
STN-10	Z4 - skladba vnitřní nosné stěny tl. 250 mm	2,70	1,80	1,684	x
STN-11	Z5 - skladba vnitřní nosné stěny tl. 250 mm s keramickým obkladem na jedné straně	2,70	1,80	1,656	x
VYP-12	O1 - Okno	1,50	1,20	0,658	x
VYP-13	O2 - Okno	1,50	1,20	0,630	x
VYP-14	O3 - Okno	1,50	1,20	0,753	x
VYP-15	O4 - Okno	1,50	1,20	0,785	x
VYP-16	O5 - Okno	1,50	1,20	0,864	x
VYP-17	O6 - Okno	1,50	1,20	0,559	x
VYP-18	O7 - Okno	1,50	1,20	0,699	x
VYP-19	D1 - Dveře	1,70	1,20	1,187	x
VYP-20	D2 - Dveře	1,70	1,20	1,187	x

Tabulka 2: Teplotní faktor vnitřního povrchu [10]

Konstrukce		Teplotní faktor					
		ČSN 73 0540			ČSN EN ISO 13788		
Ozn.	Název	$f_{Rsi,N}$	f_{Rsi}	Hod.	$f_{Rsi,N}$	f_{Rsi}	Hod.
[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
STR-1	S1 - skladba střechy (nosná vrstva železobetonová deska)	0,828	0,972	+	0,750	0,972	+
STR-2	S2 - skladba střechy (nosná vrstva prefabrikované panely)	0,834	0,972	+	0,763	0,972	+
PDL(z)-3	P1 - skladba podlahy na terénu s keramickou dlažbou	0,647	0,956	+	0,690	0,956	+
PDL(z)-4	P2 - skladba podlahy na terénu	0,673	0,956	+	0,710	0,956	+
STN-7	Z1 - skladba obvodové stěny	0,828	0,964	+	0,750	0,964	+
STN-8	Z2 - skladba obvodové stěny s dřevěným obkladem	0,834	0,963	+	0,763	0,963	+

Tabulka 3: Šíření vodní páry v konstrukci [10]

Konstrukce		Šíření vodní páry							
		ČSN 73 0540				ČSN EN ISO 13788			
Ozn.	Název	M_c	$M_{c,N}$	Hod.	Bil.	M_c	$M_{c,N}$	Hod.	Bil.
[-]	[-]	[kg/(m ² .a)]	[kg/(m ² .a)]	[-]	[-]	[kg/(m ² .a)]	[kg/(m ² .a)]	[-]	[-]
STR-1	S1 - skladba střechy (nosná vrstva železobetonová deska)	0,002	0,100	+	+	0,000	0,100	+	+
STR-2	S2 - skladba střechy (nosná vrstva prefabrikované panely)	0,002	0,100	+	+	0,000	0,100	+	+
STN-7	Z1 - skladba obvodové stěny	0,045	0,100	+	+	0,000	0,100	+	+
STN-8	Z2 - skladba obvodové stěny s dřevěným obkladem	0,034	0,100	+	+	0,000	0,100	+	+

3.4 Posouzení tepelné stability

Legenda: + ... vyhoví požadavkům

! ... nevyhoví požadavkům

Všechny hodnocené konstrukce vyhoví požadavkům.

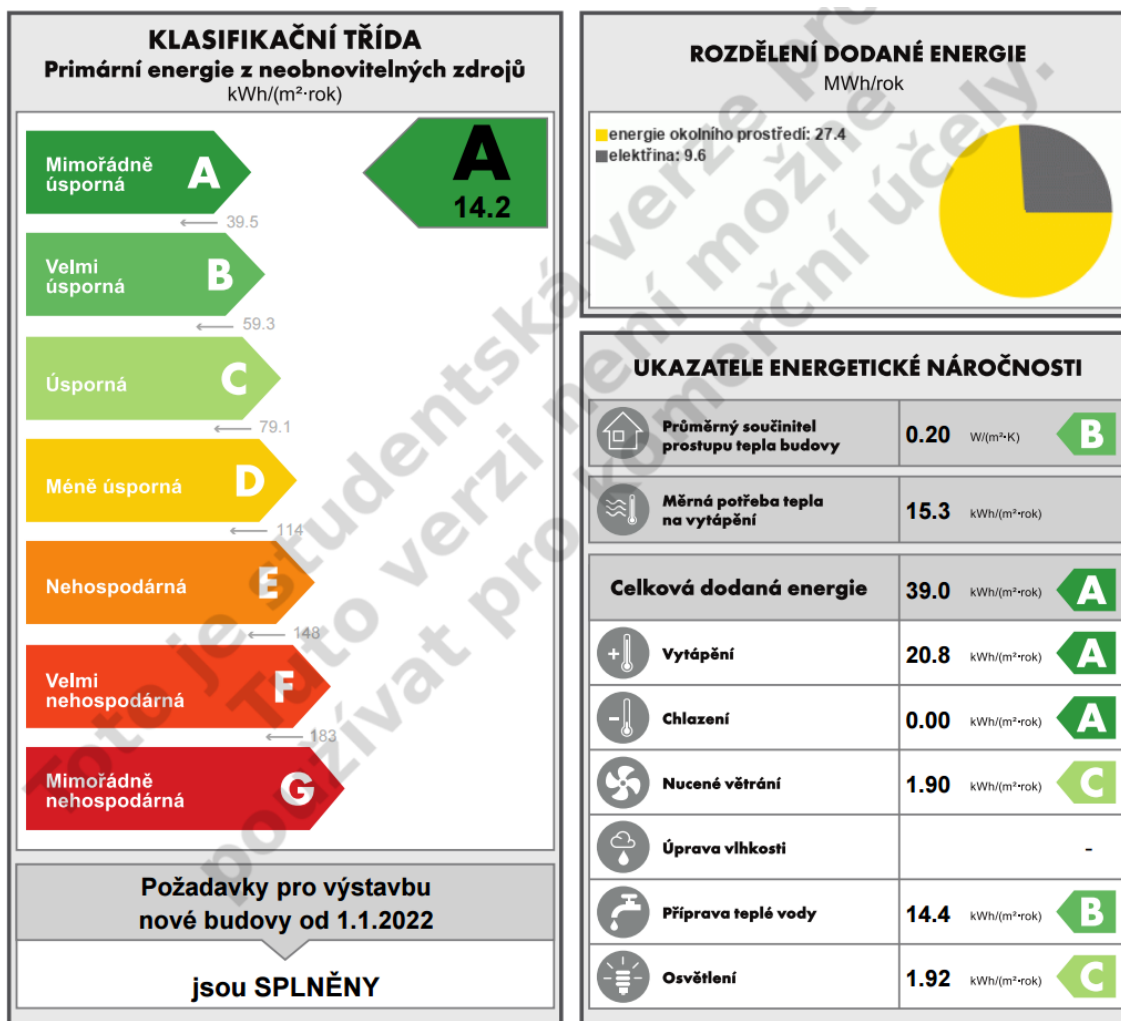
Tabulka 4: Posouzení letní stability místností [10]

Místnost				
Ozn.	Název	$\theta_{ai,max,N}$	$\theta_{ai,max}$	Hod.
[-]	[-]	[°C]	[°C]	[-]
MIS-1	1.08 - Drnkací nástroje	32,00	27,27	+
MIS-2	1.11 - Koncertní sál	32,00	26,90	+

Tabulka 5: Posouzení zimní stability místností [10]

Místnost			
Ozn.	Název	$\Delta\theta_{v,N}$	t
[-]	[-]	[°C]	[h]
MIS-1	1.08 - Drnkací nástroje	19,00	24,00
MIS-2	1.11 - Koncertní sál	19,00	24,00

3.5 Průkaz energetické náročnosti budovy



Obrázek 3: Průkaz energetické náročnosti budovy [10]

II. ČÁST

4 TECHNIKA PROSTŘEDÍ STAVBY

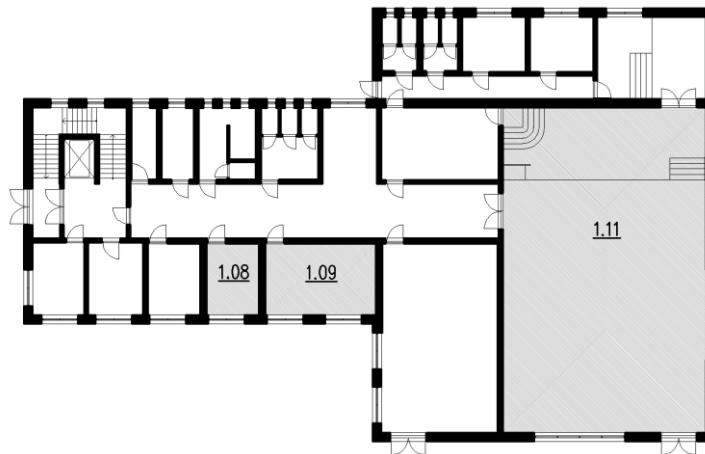
Viz přílohy: D.4 Technika prostředí staveb

4.1 Návrh umělého osvětlení

Osvětlení bylo zpracováno pro tři ukázkové místnosti. Jedná se o místnosti 1.08 – Drnkací nástroje, 1.09 – Úderné nástroje a 1.11 – Koncertní sál s jevištěm.

Požadavky na úroveň osvětlení jsou 300 lx (učebny, hlediště koncertního sálu) a 750 lx (jeviště).
[11]

Celkový příkon svítidel je 50,55 W·m⁻².



Obrázek 4: Vybrané místnosti k výpočtu

4.1.1 Zvolená svítidla

1.08 – Drnkací nástroje



Obrázek 5: LED Podhledový panel OREGA PLUS 60
LED/40W/230V 4000K IP40 [12]

1.09 – Úderné nástroje



Obrázek 6: LED Podhledový panel XELENT
LED/60W/230V 3000K IP40 [13]

1.11 – Koncertní sál



Obrázek 6: LED Podhledový panel OREGA PLUS 120
LED/40W/230V 4000K IP40 [14]



Obrázek 5: Eurolite LED THA-100F TRC
WW DMX divadelní reflektor [15]

4.2 Spotřeba pitné vody a využití srážkové vody

Spotřeba pitné vody pro objekt lze omezit, dá se kompenzovat vodou dešťovou. Ta je zachytávána ze střech do retenční nádrže a slouží ke splachování. Retenční nádrž je určena v závislosti na ročním úhrnu srážek.

4.2.1 Spotřeba pitné vody

Koncertní sál:	Průměrná denní spotřeba	2,88 m ³ ·den ⁻¹
	Maximální denní spotřeba	4,31 m ³ ·den ⁻¹
	Maximální hodinová spotřeba	0,80 m ³ ·den ⁻¹
	Roční spotřeba	575 m ³ ·rok ⁻¹

Budova ZUŠ:	Průměrná denní spotřeba	1,15 m ³ ·den ⁻¹
	Maximální denní spotřeba	1,73 m ³ ·den ⁻¹
	Maximální hodinová spotřeba	0,16 m ³ ·den ⁻¹
	Roční spotřeba	230 m ³ ·rok ⁻¹

Celková roční spotřeba 805 m³·rok⁻¹

4.2.2 Množství srážkové vody

Úhrn srážek:	Úhrn za rok	406,86 m ³ ·rok ⁻¹
	Vliv střechy a filtrace	256,32 m ³ ·rok ⁻¹
	Úhrn za 21 dní	14,75 m ³ ·21 dní ⁻¹

Nádrž na vodu:	Objem	8 m ³ (16 m ³)
	Průměr	1,5 m
	Výška	2,85 m
	Počet	2 ks

4.2.3 Potřeba nepitné vody

Celková roční spotřeba	103,5 m ³ ·rok ⁻¹
Spotřeba za 21 dní	6,21 m ³ ·21 dní ⁻¹

4.2.4 Shrnutí

Roční úhrn srážek je větší než spotřeba nepitné vody za rok.

$$256,32 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1} > 103,5 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1} \quad \text{Vyhoví}$$

Nádrž na vodu má větší objem, než je spotřeba nepitné vody za 21 dní.

$$16 \text{ m}^3 > 6,21 \text{ m}^3 \quad \text{Vyhoví}$$

4.3 Návrh nuceného větrání

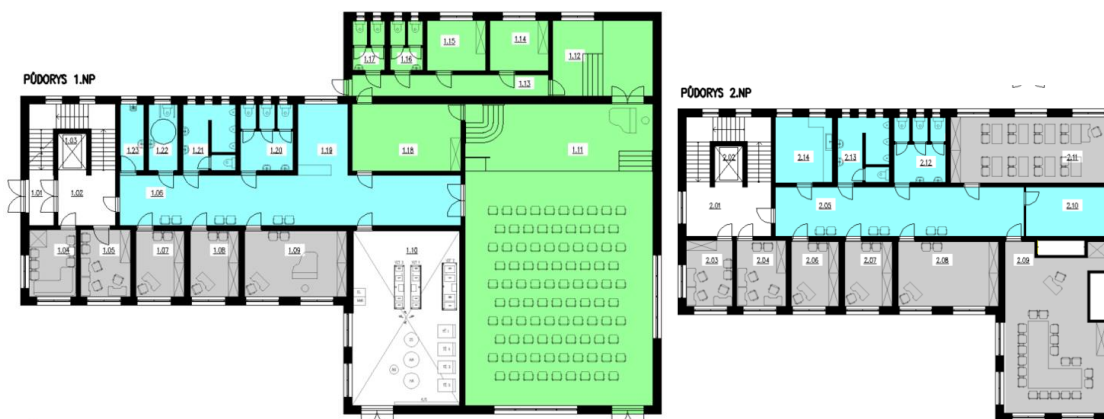
4.3.1 Rozdělení na funkční celky

Vzduchotechnika byla rozdělena do tří funkčních celků.

1. Funkční celek – nachází se v obou patrech první budovy a zajišťuje klima v učebnách. Obsluhován je vzduchotechnickým zařízením č. 1. Navržena je jednotka DUPLEX 3400 – Basic-V, průtok $2\,400\text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$. (šedý celek)

2. Funkční celek – nachází se v koncertním sále a v k němu příslušných místnostech ve třetí a první budově. Tyto místnosti jsou určeny k provozu pouze, pokud probíhá představení, jejich provoz je tedy úzce spjat s provozem koncertního sálu. Celek obsluhuje vzduchotechnické zařízení č. 2. Navržena je jednotka DUPLEX 7100 – Basic-V, průtok $5\,300\text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$. (zelený celek)

3. Funkční celek – nachází se v obou patrech první budovy a zajišťuje klima v hygienických prostorech, chodbách a kuchyňce. Obsluhován je vzduchotechnickým zařízením č. 3. Navržena je jednotka DUPLEX 3400 – Basic-V, průtok $1\,900\text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$. (modrý celek)



Obrázek 7: Rozdělení na funkční celky

4.3.2 Distribuční elementy

Dle požadovaných průtoků vzduchu byly pro jednotlivé místnosti navrženy koncové elementy od společnosti Lindab. Vzduch do místností bude přiváděn a odváděn vířivými výstěmi, které budou k potrubí připojeny ohebným potrubím. U vzduchotechnického zařízení č. 2 a č. 3 budou použity i talířové ventily, hygienické prostory jsou zde větrány podtlakově za použití dveřní mřížky.



Obrázek 8: Vířivá výstě Versio RS14 [16]

4.4 Příprava teplé vody

Teplá voda pro budovu bude připravována pomocí tepelného čerpadla země-voda značky Vitocal. Voda bude uchovávána v akumulačním zásobníku Dražice NADO 1000/45v6 s objemem 999 l. Tento zásobník je určen k přípravě teplé vody ve spojení s tepelným čerpadlem, a obsahuje výměník tepla o teplosměnné ploše 10 m² pro případný dohřev vody. [17]

Potřebný výkon na ohřev vody je 15,10 kW.

4.5 Návrh zdroje tepla

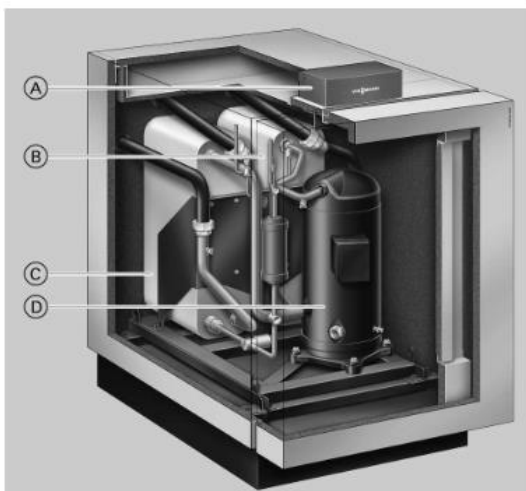
Jako zdroj vytápění jsou navržena čtyři tepelná čerpadla země-voda (hlubinné vrty) značky Vitocal. Tato čerpadla disponují koncentrovaným výkonem pro velké objekty a mají schopnost chlazení. Budova je vytápěna podlahovým topením a z částí vzduchotechnickými jednotkami. [18]

Celková ztráta prostupem tepla budovy je 14,48 kW.

Potřebný výkon pro ohřev vzduchu ve VZT jednotkách je 70,9 kW.

Potřebný výkon na ohřev vody je 15,10 kW.

Celkový potřebný výkon je 100,5 kW.



Obrázek 9: Tepelné čerpadlo Vitocal 300-G [18]

4.5.1 Ohřev teplé vody – TČ 1

Pro ohřev teplé vody bylo navrženo jedno tepelné čerpadlo Vitocal 300-G, typ BW 301.A21 o teplotním spádu 55/40 °C. [18]

Topný výkon se pohybuje od 19,28 kW do 24,92 kW. Elektrický příkon se pohybuje od 6,82 kW do 6,80 kW. Navrženy jsou tři vrty do hloubky 70 m. [18]

COP = 3,23

Pro ohřev teplé vody je navržen akumulační zásobník na vodu Dražice NADO 1000/45v6 s objemem 999 l. Tento zásobník obsahuje výměník tepla o teplosměnné ploše 10,0 m². [17]

4.5.2 Ohřivač ve vzduchotechnice – TČ 2, TČ 3

Pro ohřev vody obsluhující vzduchotechnické jednotky byla navržena dvě tepelná čerpadla Vitocal 300-G, typ BW 301.A45 o teplotním spádu 55/40 °C. [18]

Navržena byla dvě čerpadla, jejich výkon je tedy celkem od 79,50 kW do 97,48 kW, příkon je od 28,76 kW do 28,66 kW. Navrženo je deset vrtů do hloubky 85 m. [18]

COP = 2,47

Pro ohřivač ve vzduchotechnice je navržen akumulční zásobník na vodu Regulus PS 1500 N+ o objemu 1500 l. [19]

4.5.3 Vytápění – TČ 4

Pro vytápění bylo navrženo jedno tepelné čerpadlo Vitocal 300-G, typ BW 301.A21 o teplotním spádu 35/28 °C. [18]

Topný výkon se pohybuje od 21,20 kW do 28,10 kW. Elektrický příkon se pohybuje od 4,48 kW do 4,73 kW. Navrženy jsou dva vrty do hloubky 85 m. [18]

COP = 3,37

Pro vytápění je navržen akumulční zásobník na vodu Regulus PS 400 N+ o objemu 397 l. [20]

4.6 Návrh zdroje chladu

Jako zdroj chladu jsou navržena tři tepelná čerpadla země-voda (hlubinné vrty) značky Vitocal, tato tepelná čerpadla v zimě slouží k vytápění. Objekt je chlazen vzduchotechnikou za spolupráce s fan-coily.



Obrázek 10: GEA Cassette-Geko [21]

Tepelná zátěž objektu je 51,1 kW.

Potřebný výkon pro chlazení vzduchu ve VZT jednotkách je 25,86 kW.

Celkový potřebný výkon je 76,96 kW.

Byla navržena dvě čerpadla **Vitocal 300-G, typ BW 301.A45 (TČ 2, TČ 3)**.

Navržena byla dvě čerpadla, jejich výkon je tedy celkem od 68,40 kW do 97,80 kW, příkon je od 18,56 kW do 21,40 kW. [18]

Dále bylo navrženo čerpadlo **Vitocal 300-G, typ BW 301.A21 (TČ 4)**.

chladicí výkon se pohybuje od 17,00 kW do 23,70 kW. Elektrický příkon se pohybuje od 4,48 kW do 4,73 kW. [18]

Všechna čerpadla dohromady dosahují chladicího výkonu od 85,40 kW do 121,50 kW a příkonu od 23,04 kW do 26,13 kW.

Dále byla navržena akumulční nádrž na vodu LSX 175 d1000 0V o objemu 1750 l. [22]

4.7 Návrh fotovoltaického systému

Jsou navrženy fotovoltaické panely LEAPTON 650Wp (monokrystalické), které jsou umístěny na střeše budovy a je jich 35 kusů. Rozměr těchto panelů je 2384 x 1303 mm. [23]

4.7.1 Denní spotřeba elektrické energie

V létě 44,89 kW

V zimě 52,23 kW

4.7.2 Denní profil spotřeby elektrické energie:

15. června 452,91 kW

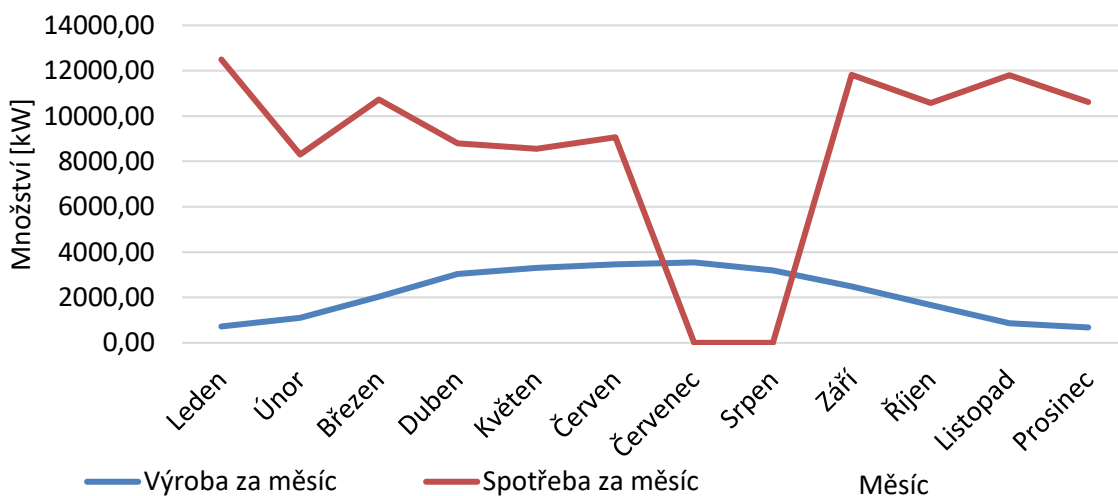
15. prosince 707,88 kW

4.7.3 Denní výroba elektrické energie:

	Výroba energie	Přímá spotřeba	Přebytek
15. června	115,48 kW	115,48 kW	0 kW
15. prosince	21,87 kW	21,87 kW	0 kW

4.7.4 Roční bilance spotřeb

Výroba energie	Spotřeba	Nutno dokoupit	Stupeň pokrytí
26 113 kW	102 768 kW	83 392 kW	20 %



Graf 1: Měsíční profil výroby a spotřeby

III. ČÁST

5 ANALÝZA FOTOVOLTAICKÝCH PANELŮ

5.1 Úvod

Cílem této práce je porovnáním výrobní dokumentace s reálnými daty o fotovoltaickém systému zrealizovaném na šikmé střeše objektu zhodnotit finanční návratnost investice. Data jsou spravována ve volně stažitelném programu MALINA MONITOR.

5.1.1 Popis budovy

Jedná se o budovu ve městě Brno, Jihomoravský kraj. Budova má tři nadzemní podlaží, jejichž využití se liší. 1.NP slouží jako relaxační prostory k masážím, ve 2.NP se nachází ordinace a 3.NP slouží k bydlení. Objekt je zastřešen šikmou střechou, kde zkosení je směrem na východ a na západ. Na střeše je umístěno celkem 12 fotovoltaických panelů.

5.2 Technická data od dodavatele (vstupní hodnoty)

Jedná se o fotovoltaický systém od Energetický Holding Malina a.s, konkrétně o fotovoltaický systém s elektrickými spotřebiči a akumulátorovými systémy připojený k rozvodné síti.

Všechny použité výrobky jsou od výrobce Gen2 Power Inc..

5.2.1 Typy výrobků

Fotovoltaický modul:	12 x Gen2 Half Cell Black X 540 Plocha celkem: 30,7 m ² Výkon celkem: 6,48 kWp
• Východní strana:	7 x Gen2 Half Cell Black X 540 Plocha: 17,9 m ² Výkon celkem: 3,78 kWp
• Západní strana:	5 x Gen2 Half Cell Black X 540 Plocha: 12,8 m ² Výkon celkem: 2,70 kWp

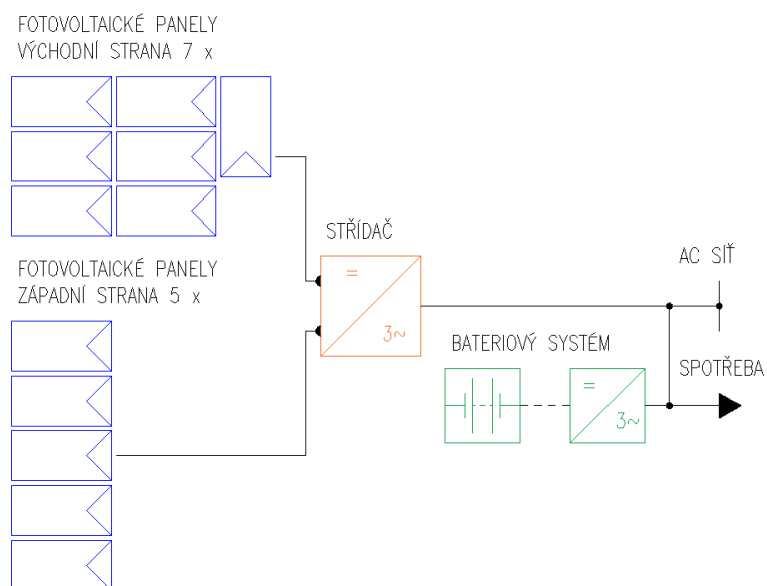
Střídač:

- SUN-8K-SG04LP3-EU

Bateriový systém

- Gen2 PowerBlock 10 kWh (GEN2 P48200-7)
Energie Baterie: 9,7 kWh
Typ akumulátoru: LiFePo (Lithium-železo-fosfát)

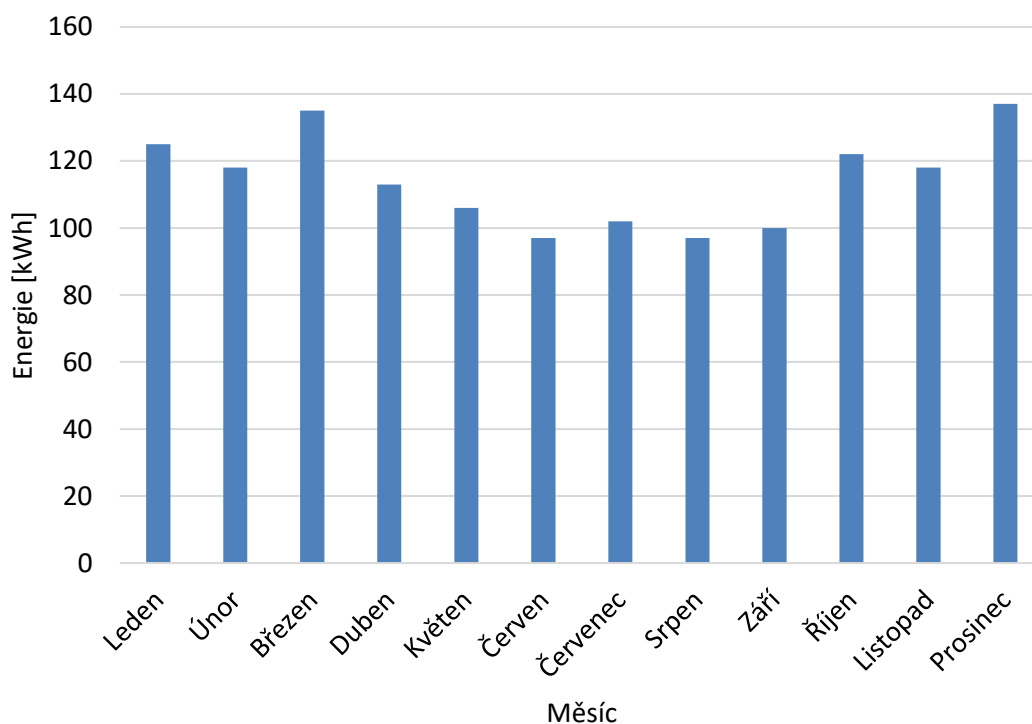
5.2.2 Schéma fotovoltaického systému



Obrázek 11: Schéma fotovoltaického systému

5.2.3 Odhad měsíční spotřeby energie stanovený dodavatelem

Celková spotřeba:	1 370 kWh
Odhad měsíční spotřeby:	1 361 kWh
Spotřeba střídače v pohotovosti:	9 kWh
Špičkové zatížení:	7,3 kW

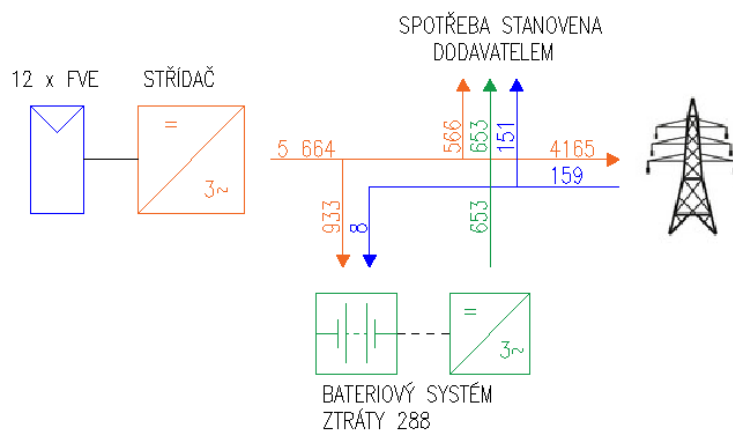


Graf 2: Odhad měsíční spotřeby energie od dodavatele

5.2.4 Účinnost stanovená dodavatelem

Stupeň využití:	81,44 %
Celkový využitelný zisk:	5 664 kWh·rok ⁻¹
Z toho:	
Vlastní spotřeba:	566 kWh·rok ⁻¹
Nabíjení baterie:	933 kWh·rok ⁻¹
Napájení sítě:	4 165 kWh·rok ⁻¹

5.2.5 Schéma toků energie



POZN.: ZTRÁTY ENERGIE PŘI PŘEDÁVÁNÍ VÝKONU MEZI FVE A STRÍDAČEM A PŘI PŘEDÁNÍ ENERGIE DO SÍTĚ JSOU NULOVÉ.

Obrázek 14: Schéma toků energie

5.3 Monitorování a sběr dat

5.3.1 Program MALINA MONITOR

Program vyvinula společnost Energetický Holding Malina a.s., která se specializuje na vývoj a instalaci fotovoltaických systémů, řízení poptávky, skladování energie a elektromobilitu. Program poskytuje komplexní monitorování fotovoltaiky a online služby pro řízení a údržbu. Jedná se o vzdálený monitoring výkonu, spotřeby, úspory, stavu baterie, historie elektrárny apod. v průběhu celého dne. [24]

Program MALINA MONITOR je volně stažitelná aplikace na Google Play.

V dubnu roku 2023 vyšlo najevo, že Energetický Holding Malina a.s. má problémy s plněním zakázek vůči klientům. Za tyto zakázky byly vybrány nemalé finance a firma se dostala do insolvenčního řízení. V dnešní době je firma zkrachovalá a jedná o reorganizaci s firmami v Číně.

[25][26]

5.4 Analýza dat

5.4.1 Očekávaný denní profil spotřeby elektrické energie

Tabulka 6: Denní profil spotřeby elektrické energie

Patro	Zařízení	Zima [W]	Léto [W]	Hodiny denně	Zima [Wh]	Léto [Wh]
1. NP (masérna)	Sauna	9000 ; 0	9000 ; 0	1	9000 ; 0	9000 ; 0
	Vířivka	2000 ; 0	2000 ; 0	2	4000 ; 0	4000 ; 0
	Pračka č.1	2100	2100	0,5	1050	1050
	Pračka č.2	2100	2100	0,5	1050	1050
	Kapslový kávovar	1000	1000	0,2	200	200
	Osvětlení LED 25 m ²	175	75	5	875	375
	Plynový kotel	10	10	24	240	240
2.NP (ordínace)	Lednice	800	800	1	800	800
	Kapslový kávovar	1000	1000	0,2	200	200
	Varná konvice	2000	2000	0,5	1000	1000
	Osvětlení 40 m ²	280	100	5	1400	500
3.NP (byt pro dva lidi)	Lednice (Electrolux Energysaver ++)	800	800	1	800	800
	Mrazák	800	800	1	800	800
	Trouba	3000	3000	0,3	900	900
	Mikrovlnná trouba	1000	1000	0,1	100	100
	Kapslový kávovar	1000	1000	0,2	200	200
	Toustovač	1200	1200	0,1	120	120
	Kuchyňský robot	600	600	0,05	30	30
	Varná konvice	2000	2000	0,05	100	100
	Televize LED 100 cm	100	100	3	300	300
	Osvětlení LED 100 m ²	700	300	3	2100	900
	Pračka AEG	2100	2100	0,2	420	420
	Sušička AEG	3000	3000	0,2	600	600
Očekávaný odběr celkem max [kWh]					26,29	23,69
Očekávaný odběr celkem min [kWh]					13,29	10,69

5.4.2 Orientační výroba elektrické energie v průběhu roku

Níže uvedená tabulka orientační spotřeby energie byla vyhotovena, abychom mohli porovnat shodu výše uvedené tabulky denní spotřeby energie s realitou. Z těchto tabulek lze vyčíst, že největší energické skoky způsobuje nepravidelný provoz vířivky a sauny. Není-li celý den v provozu sauna ani vířivka, pohybujeme se se spotřebou v létě kolem 10 kWh, v zimě kolem 13 kWh, jsou-li v provozu obě zařízení, spotřeba je v létě kolem 23 kWh a v zimě kolem 26 kWh. V době, kdy byla fotovoltaická elektrárna navrhována, se v objektu sauna ani vířivka ještě nenacházely, byly ovšem v jednání.

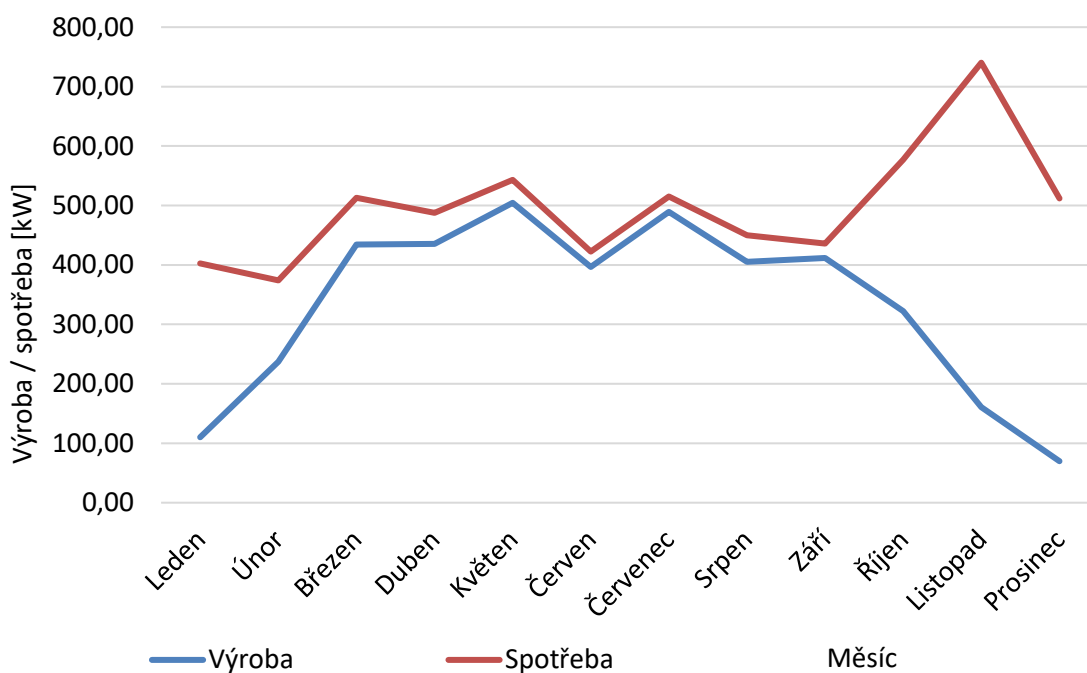
Tabulka 7: Orientační spotřeba energie denní

Orientační spotřeba energie denní - každá středa od 14.12.2022 do 6.12.2023							
Den	Výroba [kWh]	Spotřeba [kWh]	Přebytek [kWh]	Den	Výroba [kWh]	Spotřeba [kWh]	Přebytek [kWh]
14.12.2022	0,70	11,40	0,00	14.06.2023	8,30	9,50	0,00
21.12.2022	0,50	10,60	0,00	21.06.2023	9,10	10,20	0,00
28.12.2022	4,00	12,20	0,00	28.06.2023	7,80	7,90	0,00
04.01.2023	2,60	11,90	0,00	05.07.2023	11,20	12,10	0,00
11.01.2023	7,80	11,90	0,00	12.07.2023	11,40	12,30	0,00
18.01.2023	3,90	14,10	0,00	19.07.2023	10,90	11,20	0,00
25.01.2023	1,60	13,50	0,00	26.07.2023	12,40	12,10	0,30
01.02.2023	3,80	10,00	0,00	02.08.2023	22,40	14,00	8,40
08.02.2023	13,80	12,50	1,30	09.08.2023	9,40	15,50	0,00
15.02.2023	5,10	11,40	0,00	16.08.2023	12,50	14,10	0,00
22.02.2023	8,00	13,00	0,00	23.08.2023	13,60	14,40	0,00
01.03.2023	16,40	13,30	3,10	30.08.2023	8,60	11,30	0,00
08.03.2023	13,30	12,30	1,00	06.09.2023	12,10	12,40	0,00
15.03.2023	17,90	10,80	7,10	13.09.2023	10,20	10,50	0,00
22.03.2023	10,30	10,30	0,00	20.09.2023	15,70	15,30	0,40
29.03.2023	19,20	15,10	4,10	27.09.2023	13,00	13,20	0,00
05.04.2023	12,40	10,50	1,90	04.10.2023	15,50	16,40	0,00
12.04.2023	20,20	12,10	8,10	11.10.2023	11,20	10,80	0,40
19.04.2023	10,30	13,90	0,00	18.10.2023	9,30	5,80	3,50
26.04.2023	17,10	14,80	2,30	25.10.2023	9,40	7,40	2,00
03.05.2023	18,80	12,60	6,20	01.11.2023	11,70	8,70	3,00
10.05.2023	18,10	20,00	0,00	08.11.2023	8,00	26,80	0,00
17.05.2023	7,30	11,60	0,00	15.11.2023	3,70	26,20	0,00
24.05.2023	8,90	9,30	0,00	22.11.2023	2,10	9,00	0,00
31.05.2023	21,00	25,80	0,00	29.11.2023	5,50	8,50	0,00
07.06.2023	16,60	14,60	2,00	06.12.2023	0,60	27,90	0,00

5.4.3 Porovnání výroby se spotřebou

Tabulka 8: Porovnání výroby se spotřebou

Potřeba energie měsíční							
Měsíc	Výroba	Spotřeba	Přebytek	Měsíc	Výroba	Spotřeba	Přebytek
	[kWh]	[kWh]	[kWh]		[kWh]	[kWh]	[kWh]
Leden	109,90	402,50	0,00	Červenec	489,40	515,30	0,00
Únor	237,40	374,00	0,00	Srpen	405,00	449,90	0,00
Březen	434,30	513,20	0,00	Září	411,50	435,90	0,00
Duben	435,40	487,46	0,00	Říjen	322,20	577,10	0,00
Květen	504,50	543,00	0,00	Listopad	160,60	740,20	0,00
Červen	396,80	422,70	0,00	Prosinec	69,80	512,00	0,00
Výroba celkem					3976,80 kWh		
Spotřeba celkem					5973,26 kWh		
Pokrytí spotřeby					66,58 %		
Energie potřebná ze sítě					1996,46 kWh		
Ztráta baterie					288,00 kWh		
Celková energie doplněná ze sítě					2284,46 kWh		



Graf 3: Porovnání měsíční výroby a spotřeby

Dle podkladů od dodavatele má být přebytečná elektrická energie prodána sprostředkovateli. Z grafu se zdá, že elektrárna nevyrobí víc, než domácnost spotřebuje. Pravda je však taková, že ve výrobní špičce jsou fotovoltaické panely schopny vyrobit více energie, než domácnost spotřebuje. Tato přebytečná energie se ale nemá kde akumulovat a odvádění energie sprostředkovateli je stále v řešení.

Dle návrhu od dodavatele mají panely vyrobit $5\,664\text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$, reálně vyrobí $3\,977\text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$, zbytek (tedy $1\,687\text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$) je potenciálně vyrobená elektřina, která se v grafu neprojeví.

5.5 Porovnání reálných dat s daty od dodavatele

	Dodavatel	Realita
Stupeň využití:	81,44 %	66,58 %
Celková potřeba energie:	1 370 kWh·rok ⁻¹	5 973 kWh·rok ⁻¹
Celkový využitelný zisk:	5 664 kWh·rok ⁻¹	3 977 kWh·rok ⁻¹

Z porovnání výsledků je patrné, že dodavatel použil k výpočtu špatné hodnoty, jedná se pravděpodobně o hodnoty spotřeby energie pro měsíční zatížení (1 370 kWh·rok⁻¹, reálné hodnoty 5 973 kWh·rok⁻¹). I přes to, že sauna s vířivkou byly pořízeny až po postavení fotovoltaické elektrárny můžeme předpokládat, že dokumentace od dodavatele byla vyhotovena jako fotovoltaický systém držící v provozu pouze 3.NP (obytné podlaží).

Z důvodů co největší soběstačnosti domácnosti byly počty fotovoltaických panelů předimenzovány a velké množství energie má být dle dodavatele odváděno mimo domácnost do sítě, reálná spotřeba je ale mnohonásobně větší a potencionální odtoky energie do sítě výrazně menší.

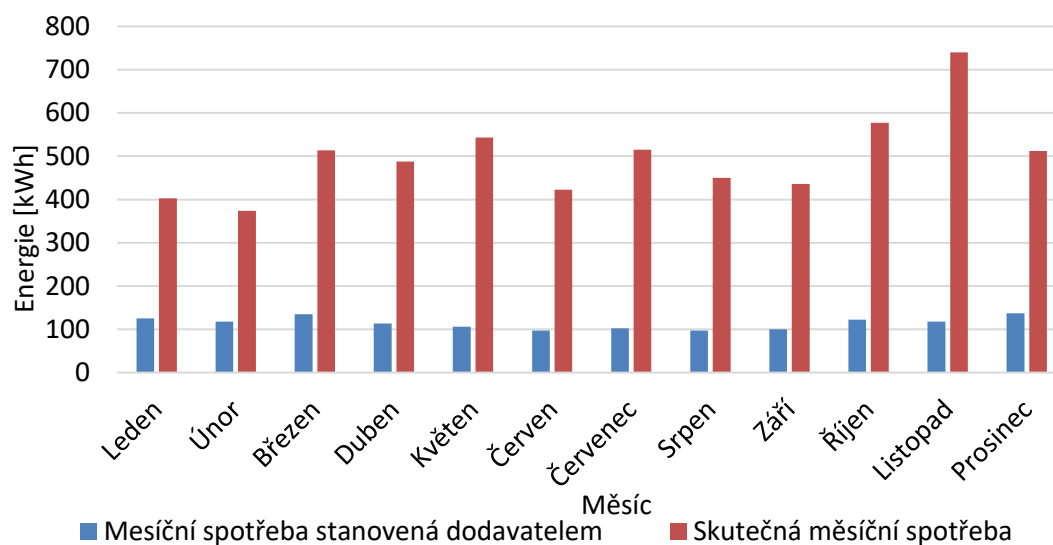
Díky přebytkům určeným k odtoku do sítě je fotovoltaický systém schopný držet v provozu z velké části (66,58 %) i zbylá dvě podlaží v případě, že není v provozu vířivka se saunou. To platí i přes to, že dodavatel počítal s většími energetickými zisky (5 664 kWh·rok⁻¹) v průběhu roku, než jsou zisky skutečné (3 977 kWh·rok⁻¹).

Fotovoltaická elektrárna je teoreticky schopna vyrobit 5 664 kWh·rok⁻¹, nevyužitou energii ve výrobní špičce ale není domácnost schopna akumulovat ani přeprdat do veřejné sítě, v roce 2023 domácnost přišla o 1 687 kWh·rok⁻¹.

5.6 Ověření

Cílem ověření je potvrdit, že výrobní dokumentace pravděpodobně počítala se zatížením od elektrických spotřebičů pouze ve 3.NP.

5.6.1 Grafy měsíční spotřeby



Graf 4: Měsíční spotřeba stanovená dodavatelem a skutečná

5.6.2 Spotřeba 3.NP

Program MALINA MONITOR nerozlišuje, kolik energie spotřebují jednotlivá patra objektu, odhady spotřeby na jednotlivá patra jsou orientační.

Tabulka 9: Denní profil spotřeby elektrické energie 3.NP

Patro	Zařízení	Zima [W]	Léto [W]	Hodiny denně	Zima [Wh]	Léto [Wh]
3.NP (byt pro dva lidi)	Lednice (Electrolux Energysaver ++)	800	800	1	800	800
	Mrazák	800	800	1	800	800
	Trouba	3000	3000	0,3	900	900
	Mikrovlnná trouba	1000	1000	0,1	100	100
	Kapslový kávovar	1000	1000	0,2	200	200
	Toustovač	1200	1200	0,1	120	120
	Kuchyňský robot	600	600	0,05	30	30
	Varná konvice	2000	2000	0,05	100	100
	Televize LED 100 cm	100	100	3	300	300
	Osvětlení LED 100 m ²	700	300	3	2100	900
	Pračka AEG	2100	2100	0,2	420	420
	Sušička AEG	3000	3000	0,2	600	600
Očekávaný odběr 3.NP [kWh]					6,47	5,27
Očekávaný odběr celkem max [kWh]					26,29	23,69
Očekávaný odběr celkem min [kWh]					13,29	10,69

5.6.3 Roční spotřeba energie 3.NP

Pro ověření budeme vycházet z faktu uvedeného dodavatelem, fotovoltaická elektrárna vyrobí pro napájení celého domu 5 664 kWh·rok⁻¹.

Pomocí trojčlenky byly hodnoty denního profilu spotřeby energie celého objektu převedeny na denní spotřebu 3.NP, dostali jsme se k průměrným hodnotám 2 050 kWh·rok⁻¹.

Maximální zatížení

Zima

$$26,29 \dots\dots 5\,664 \text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$$

$$6,47 \dots\dots x \text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$$

.....

$$\Rightarrow x = 1\,394 \text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$$

Léto

$$23,69 \dots\dots 5\,664 \text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$$

$$5,27 \dots\dots x \text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$$

.....

$$\Rightarrow x = 1\,260 \text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$$

Minimální zatížení (bez provozu sauny a vířivky)

Zima

$$13,29 \dots\dots 5\,664 \text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$$

$$6,47 \dots\dots x \text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$$

.....

$$\Rightarrow x = 2\,757 \text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$$

Léto

$$10,69 \dots\dots 5\,664 \text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$$

$$5,27 \dots\dots x \text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$$

.....

$$\Rightarrow x = 2\,792 \text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$$

Průměrné hodnoty

Zima

$$x = (1\,394 + 2\,757) / 2 = 2\,075 \text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$$

Léto

$$x = (1\,260 + 2\,792) / 2 = 2\,026 \text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$$

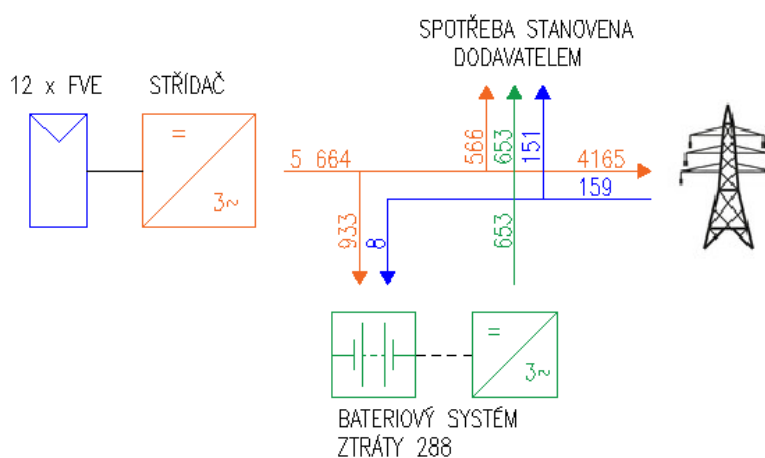
Dodavatel vycházel z faktu, že 3.NP za rok spotřebuje $1\,370 \text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$. I pro spotřebu energie spotřebované pouze ve 3.NP je tato hodnota podhodnocena.

5.6.4 Shrnutí

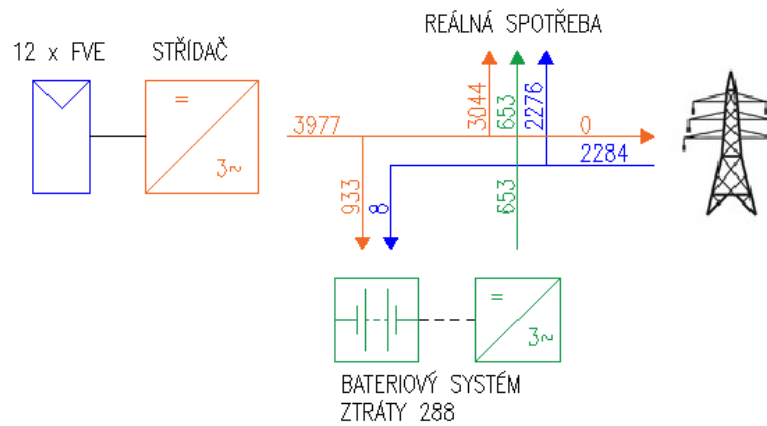
Cílem ověření bylo prokázat, že chyba výpočtu mezi roční předpokládanou spotřebou energie ($1\,370 \text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$) a skutečnou spotřebou ($5\,973 \text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$) je způsobena špatným určením měsíčních zisků. Tento fakt byl částečně ověřen, když byly zisky celé budovy převedeny na zisky pouze 3. NP ($2\,050 \text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$). Stanovená hodnota dodavatelem $1\,370 \text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$ je i nadále podhodnocena oproti skutečným hodnotám $2\,050 \text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$.

Dle společnosti ČEZ potřebuje průměrná domácnost za celý rok $2\,000 \text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$, hodnota $2\,050 \text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$ je velmi reálná, jedná-li se o spotřebu energie pro bydlení ve 3.NP. [27]

5.6.5 Porovnání toků energie



Obrázek 15: Porovnání toků energie – stanoveno dodavatelem



POZN.: ZTRÁTY ENERGIE PŘI PŘEDÁVÁNÍ VÝKONU MEZI FVE A STRÍDAČEM A PŘI PŘEDÁNÍ ENERGIE DO SÍTĚ JSOU NULOVÉ.

Obrázek 16: Porovnání toků energie – reálná spotřeba

5.7 Finanční analýza

Při kontrole financí jsem došla ke spoustě nesrovnalostí – úspory a výtěžky za rok stanovené dodavatelem nesedí s reálnými hodnotami. Finanční analýza bude z těchto důvodů rozdělena do tří částí:

- 1: Úspora určená dodavatelem
- 2: Úspora vypočtená z dat od dodavatele
- 3: Reálná úspora za rok 2023

Majitelce objektu se stále nepodařilo dohodnout s úřady a přebytky energie neodvádí do sítě i přes to, že dle dokumentace je k tomu fotovoltaická elektrárna přizpůsobena. Vzniká čtvrtá část analýzy, kde je tato energie do sítě prodána:

- 4: Úspora s potenciální energií k prodeji

*Úspora a výtěžek nejsou sečteny do jedné hodnoty z důvodu rozdílného vykazování ve výkazu cash flow.

5.7.1 Úspora určená dodavatelem

Jedná se o hodnoty, které se nacházely v dokumentaci od dodavatele, ale nepodařilo se je početně ověřit.

Úspora za rok

7 211,54 Kč·rok⁻¹

Výtěžek za rok

7 038,88 Kč·rok⁻¹

5.7.2 Úspora vypočtená z dat od dodavatele

Jedná se o vypočtené hodnoty z podkladů od dodavatele, které má být fotovoltaická elektrárna v ideálním stavu schopna vyrobit.

Dodavatel předpokládá, že menší část vyrobené energie bude spotřebována a větší prodána do sítě.

Vstupní hodnoty

Vyrobeno:	5 664 kWh·rok ⁻¹
Spotřebováno:	1 370 kWh·rok ⁻¹
Prodáno:	4 165 kWh·rok ⁻¹
Cena výkupu vyrobené elektrické energie:	1,69 Kč·kWh ⁻¹
Dokoupeno:	159 kWh·rok ⁻¹
Cena nákupu elektrické energie:	6,00 Kč·kWh ⁻¹

Platba za elektrickou energii bez fotovoltaické elektrárny

Spotřeba: $1\,370 \cdot 6,00 = 8\,220 \text{ Kč} \cdot \text{rok}^{-1}$

Platba za elektrickou energii s fotovoltaickou elektrárnou

Výroba: $5\,664 \cdot 0 = 0 \text{ Kč} \cdot \text{rok}^{-1}$
Prodej: $4\,165 \cdot 1,69 = 7\,039 \text{ Kč} \cdot \text{rok}^{-1}$
Nákup: $159 \cdot 6,00 = 954 \text{ Kč} \cdot \text{rok}^{-1}$

Úspora za rok

$8\,220 - 0 = 8\,220 \text{ Kč} \cdot \text{rok}^{-1}$

Výdělek za rok

$7\,039 - 954 = 6\,084 \text{ Kč} \cdot \text{rok}^{-1}$

5.7.3 Reálná úspora za rok 2023

Jedná se o hodnoty určené z reálného stavu, všechna vyrobená energie se v domácnosti spotřebuje.

K prodeji potenciálního přebytku energie do sítě nedochází. Potenciální energie tedy není z kapacitních důvodů vyrobena.

Vstupní hodnoty

Vyrobeno:	3 977 kWh·rok ⁻¹
Spotřebováno:	5 973 kWh·rok ⁻¹
Prodáno:	0 kWh·rok ⁻¹
Cena výkupu vyrobené elektrické energie:	1,69 Kč·kWh ⁻¹
Dokoupeno:	2 284 kWh·rok ⁻¹
Cena nákupu elektrické energie:	6,00 Kč·kWh ⁻¹

Platba za elektrickou energii bez fotovoltaické elektrárny

Spotřeba: $5\,973 \cdot 6,00 = 35\,833 \text{ Kč} \cdot \text{rok}^{-1}$

Platba za elektrickou energii s fotovoltaickou elektrárnou

Výroba: $3\,977 \cdot 0 = 0 \text{ Kč} \cdot \text{rok}^{-1}$
Prodej: $0 \cdot 1,69 = 0 \text{ Kč} \cdot \text{rok}^{-1}$
Nákup: $2\,284 \cdot 6,00 = 13\,704 \text{ Kč} \cdot \text{rok}^{-1}$

Úspora za rok

$35\,833 - 0 - 13\,704 = 22\,129 \text{ Kč} \cdot \text{rok}^{-1}$

Výdělek za rok

$0 \text{ Kč} \cdot \text{rok}^{-1}$

5.7.4 Úspora s potenciální energií k prodeji

Jedná se o ideální stav, kdy je potenciální přebytek energie vyroben a prodán do sítě. Potenciální přebytek je hodnota, kterou je schopna elektrická energie v letních měsících ve výrobní špičce vyrobit, ale objekt není schopný ji využít či akumulovat, tato energie z kapacitních důvodů není vyrobena, ale při vyřízení potřebných dokumentů s úřady může být přeprodána.

Fotovoltaická elektrárna je dle dodavatele schopna vyrobit $5\,664 \text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$, reálně v roce 2023 vyrobila $3\,977 \text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$, rozdíl mezi těmito čísly je potenciální přebytek energie ($1\,687 \text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$).

Vstupní hodnoty

Možno vyrobit:	$5\,664 \text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$
Vyrobena skutečně:	$3\,977 \text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$
Potencionální přebytek:	$1\,687 \text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$
Spotřebováno:	$5\,973 \text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$
Prodáno:	$1\,687 \text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$
Cena výkupu vyrobené elektrické energie:	$1,69 \text{ Kč}\cdot\text{kWh}^{-1}$
Dokoupeno:	$2\,284 \text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$
Cena nákupu elektrické energie:	$6,00 \text{ Kč}\cdot\text{kWh}^{-1}$

Platba za elektrickou energii bez fotovoltaické elektrárny

Spotřeba: $5\,973 \cdot 6,00 = 35\,833 \text{ Kč}\cdot\text{rok}^{-1}$

Platba za elektrickou energii s fotovoltaickou elektrárnou

Výroba: $5\,664 \cdot 0 = 0 \text{ Kč}\cdot\text{rok}^{-1}$
Prodej: $1\,687 \cdot 1,69 = 2\,851 \text{ Kč}\cdot\text{rok}^{-1}$
Nákup: $2\,284 \cdot 6,00 = 13\,704 \text{ Kč}\cdot\text{rok}^{-1}$

Úspora za rok

$35\,833 - 0 - 13\,704 = 22\,129 \text{ Kč}\cdot\text{rok}^{-1}$

Výdělek za rok

$2\,851 \text{ Kč}\cdot\text{rok}^{-1}$

5.7.5 Porovnání

Tabulka 10: Porovnání úspor

Varianta	Úspora [Kč·rok ⁻¹]	Výdělek [Kč·rok ⁻¹]
1) Úspora určená dodavatelem	7212	7039
2) Úspora vypočtená z dat od dodavatele	8220	6084
3) Reálná úspora za rok 2023	22129	0
4) Úspora s potenciální energií k prodeji	22129	2851

5.7.6 Shrnutí

Snaha dodavatele byla udělat budovu co nejvíce soběstačnou s možným přivýdělkem z prodané energie do sítě. K prodeji energie do sítě zatím nedochází. Množství vyrobené energie v roce 2023 bylo z kapacitních důvodů mnohem menší, než s jakým množstvím dodavatel počítal, naopak spotřeba energie byla více než 4 x větší.

Dle výpočtů z dat od dodavatele by došlo k roční úspoře 8 220 Kč·rok⁻¹ oproti stavu bez fotovoltaické elektrárny. Reálná úspora v roce 2023 byla 22 129 Kč·rok⁻¹.

Výdělek z prodané energie měl ročně činit 6 084 Kč·rok⁻¹, reálně bylo potřeba v roce 2023 dokoupit energii za celkem 13 704 Kč·rok⁻¹, a žádný přebytek nebyl prodán, výdělek tedy činí 0 Kč·rok⁻¹.

Při zřízení potřebné dokumentace je možno do sítě prodat potenciaální přebytek energie, ten činí výdělek 2 851 Kč·rok⁻¹.

5.8 Návratnost investice

Při pořízení fotovoltaické elektrárny je cílem dosáhnout co nejnižší doby návratnosti a co nejvyšší finanční hodnoty vyrobené 1 kWh.

Uvažovaná životnost fotovoltaické elektrárny je 20 let.

Tato kapitola porovnává, která ze čtyř variant úspor ve finanční analýze je nejvýhodnější. Jedná se o varianty:

- 1: Úspora určená dodavatelem (data se nepodařilo ověřit výpočtem)
- 2: Úspora vypočtená z dat od dodavatele
- 3: Reálná úspora za rok 2023
- 4: Úspora s potenciální energií k prodeji

Vstupní data

Vnitřní míra návratnosti (IRR): 4,90 %

Koeficient změny ceny elektřiny: 5%

*Cena energie, kterou je nutno ze sítě dokoupit každý rok vyroste o 5 %, cena energie, kterou vyrobí domácí fotovoltaická elektrárna bude však vykupována do sítě stále za stejnou cenu (1,69 Kč·kWh⁻¹).

Požizovací cena:	482 248 Kč
Státní příspěvek:	205 000 Kč
Reálná investice:	277 248 Kč

5.8.1 Cash flow určené dodavatelem

Fotovoltaická elektrárna byla spuštěna se zpožděním (přesněji 12.12.2022) oproti plánovanému datu, prodej a úspora v Rok 1 tedy s realitou nesedí.

V tabulce níže je výkaz Cash flow od dodavatele, ten však nepočítal s IRR 4,9 %. K amortizaci dojde mezi 15. a 16. rokem přesněji za 15,7 let, výsledky jsou však bez amortizace zkrácené. Výdělek na 1 kWh vyrobené za 20 let při výrobě 5 664 kWh-rok⁻¹ činí 0,95 Kč·kWh⁻¹.

Tabulka 11: Doba amortizace stanovena dodavatelem - bez IRR

	Rok 1	Rok 2	Rok 3	Rok 15	Rok 16	Rok 20
Investice	-482248	0	0	0	0	0
Dotace	205000	0	0	0	0	0
Prodej	6923	7039	7039	7039	7039	7039
Úspora (+5% každý rok)	7156	7572	7951	14278	14992	18223
Finanční tok	-263169	14611	14990	21317	22031	25262
Kumulovaný tok	-263169	-248558	-233568	-16221	5810	101815

Doba amortizace: $15 + 16\,221 / (16\,221 + 5\,810) = 15,7$ let

Vlastní výrobní náklad elektrické e.: $101\,815 / (20 - 1) \cdot 5\,664 = 0,95$ Kč·kWh⁻¹

V tabulce níže je výkaz Cash flow od dodavatele přepočítán s IRR 4,9 %, doba amortizace se posunula mezi 23. a 24. rok, přesněji na 23,95 let. Výdělek na 1 kWh vyrobené za 20 let při výrobě 5 664 kWh-rok⁻¹ činí -0,36 Kč·kWh⁻¹ (prodělek).

V tomto případě je doba životnosti menší než doba návratnosti a fotovoltaická elektrárna se nikdy sama nesplatí.

Tabulka 12: Doba amortizace stanovena dodavatelem - s IRR

	Rok 1	Rok 2	Rok 3	Rok 20	Rok 23	Rok 24
Investice	-482248	0	0	0	0	0
Dotace	205000	0	0	0	0	0
Prodej	6923	7039	7039	7039	7039	7039
Úspora (+5% každý rok)	7156	7572	7951	18223	21096	22150
Finanční tok	-263169	14611	14990	25262	28135	29189
Amortizace 4,9%	-263169	13929	13622	10180	9822	9714
Kumulovaný tok	-263169	-249240	-235619	-39071	-9261	453

Doba amortizace: $23 + 9\,261 / (9\,261 + 453) = 23,95$ let

Vlastní výrobní náklad elektrické e.: $(-39\,071) / (20 - 1) \cdot 5\,664 = -0,36$ Kč·kWh⁻¹

5.8.2 Cash flow vypočtené z dat od dodavatele

Vstupními daty jsou hodnoty, které bychom získali za ideálního provozu, na který byl celý fotovoltaický systém navrhován.

Doba amortizace je mezi 24. a 25. rokem, přesněji 24,95 let. Výdělek na 1 kWh vyrobené za 20 let při výrobě 5 664 kWh·rok⁻¹ činí -0,41 Kč·kWh⁻¹ (prodělek).

V tomto případě je doba životnosti menší než doba návratnosti a fotovoltaická elektrárna se nikdy sama nesplatí.

Tabulka 13: Doba amortizace vypočtená z dat od dodavatele

	Rok 1	Rok 2	Rok 3	Rok 20	Rok 24	Rok 25
Investice	-482248	0	0	0	0	0
Dotace	205000	0	0	0	0	0
Prodej	332	6084	6084	6084	6084	6084
Úspora (+5% každý rok)	449	8631	9063	20772	25248	26510
Finanční tok	-276466	14715	15147	26856	31332	32594
Amortizace 4,9%	-276466	14028	13765	10822	10427	10340
Kumulovaný tok	-276466	-262439	-248674	-44659	-2385	7955

Doba amortizace: $24 + 44\,659 / (44\,659 + 2\,385) = 24,95$ let

Vlastní výrobní náklad elektrické e.: $(-44\,659) / (20 - 1) \cdot 5\,664 = -0,41$ Kč·kWh⁻¹

5.8.3 Cash flow z reálných dat v roce 2023

Vstupními daty jsou reálné hodnoty získané v roce 2023.

K amortizaci dojde mezi 13. a 14. rokem, přesněji za 13,40 let. Výdělek na 1 kWh vyrobené za 20 let při výrobě 3 977 kWh·rok⁻¹ činí 3,82 Kč·kWh⁻¹.

Tabulka 14: Doba amortizace vypočtená z reálných dat pro rok 2023

	Rok 1	Rok 2	Rok 3	Rok 13	Rok 14	Rok 20
Investice	-482248	0	0	0	0	0
Dotace	205000	0	0	0	0	0
Prodej	0	0	0	0	0	0
Úspora (+5% každý rok)	1209	23235	24397	39741	41728	55919
Finanční tok	-276039	23235	24397	39741	41728	55919
Amortizace 4,9%	-276039	22150	22171	22383	22405	55919
Kumulovaný tok	-276039	-253889	-231717	-8840	13565	290196

Doba amortizace: $13 + 8\,840 / (8\,840 + 13\,565) = 13,40$ let

Vlastní výrobní náklad elektrické e.: $290\,196 / (20 - 1) \cdot 3\,977 = 3,82$ Kč·kWh⁻¹

5.8.4 Cash flow s potenciální energií k prodeji

Vstupními daty jsou reálné hodnoty získané v roce 2023 navýšené o zisky z prodeje potenciálně vyrobené energie.

K amortizaci dojde mezi 12. a 13. rokem, přesněji za 12,30 let. Výdělek na 1 kWh vyrobené za 20 let při výrobě 5 664 kWh·rok⁻¹ činí 3,09 Kč·kWh⁻¹.

Tabulka 15: Doba amortizace s potenciální energií k prodeji

	Rok 1	Rok 2	Rok 3	Rok 12	Rok 13	Rok 20
Investice	-482248	0	0	0	0	0
Dotace	205000	0	0	0	0	0
Prodej	156	2851	2851	2851	2851	2851
Úspora (+5% každý rok)	1209	23235	24397	37848	39741	55919
Finanční tok	-275883	26086	27248	40699	42592	58770
Amortizace 4,9%	-275883	24868	24762	24047	23989	58770
Kumulovaný tok	-275883	-251015	-226253	-7261	16728	333009

Doba amortizace: $12 + 7\,261 / (7\,261 + 16\,728) = 12,30$ let

Vlastní výrobní náklad elektrické e.: $333\,009 / (20 - 1) \cdot 5\,664 = 3,09$ Kč·kWh⁻¹

5.8.5 Porovnání

Tabulka 16: Porovnání výkazů cash flow

Varianta	Doba amortizace [roky]	Cena výroby (20 let) [Kč·kWh ⁻¹]
1.a) Cash flow určené dodavatelem bez amortizace	15,70	0,95
1.b) Cash flow určené dodavatelem s amortizací	23,95	-0,36
2) Cash flow vypočtené z dat od dodavatele	24,95	-0,41
3) Cash flow z reálných dat v roce 2023	13,40	3,82
4) Cash flow s potenciální energií k prodeji	12,30	3,09

5.8.6 Shrnutí

V této kapitole byly porovnány čtyři možné návratnosti investice.

První návratnost (určená dodavatelem) vychází z námi nepotvrzených úspor a zisků a nepočítá s finančními ztrátami vlivem amortizace. Návratnost vyšla po 15,7 letech. Skutečná návratnost s vlivem amortizace je ale mnohem horší, než dodavatel sliboval – 23,95 let. Výdělek na 1 kWh činí v prvním případě 0,95 Kč·kWh⁻¹ a ve druhém případě -0,36 Kč·kWh⁻¹ (prodělek).

Druhá doba návratnosti je počítána s hodnotami, kterých by měl provoz fotovoltaické elektrárny dosáhnout za ideálního stavu dle dodavatele. Návratnost vyšla po 24,95 letech. Výdělek na 1 kWh je -0,41 Kč·kWh⁻¹ (prodělek).

Třetí doba návratnosti je počítána z reálných hodnot roku 2023. Návratnost vyšla po 13,40 letech. Výdělek na 1 kWh je 3,82 Kč·kWh⁻¹.

Velmi podobně vyšel i čtvrtý výkaz cash flow, zde se sníží doba návratnosti na 12,3 roku, zároveň se ale sníží výtěžek na 1 kWh z důvodu odvádění přebytků energie do sítě za nižší cenu, než je hodnota vyrobené 1 kWh.

Z výzkumu lze pozorovat, že čím delší je doba amortizace, tím více klesá hodnota vyrobené energie. Do energetické sítě je energie po celou dobu životnosti prodávána za 1,69 Kč·kWh⁻¹, což je vždy cena nižší, než úspora za využitou 1 kWh, prodává se se ztrátou.

Tento jev lze nejlépe pozorovat u výkazu cash flow číslo 3 a 4. Ve třetím případě je menší výroba energie za rok, ale všechna energie je spotřebována, výtěžek na 1 kWh zde činí 3,82 Kč. Ve čtvrtém případě je vyrobeno za rok více energie, spotřebováno je stejné množství jako v případě tři, ale část energie je prodána do sítě za znehodnocenou cenu, výtěžek na 1 kWh v tomto případě klesne na 3,09 Kč, doba návratnosti je však stále nejlepší v tomto případě, a to díky přivýdělku z prodání potenciálního přebytku do veřejné sítě.

Životnost fotovoltaických panelů se uvádí do 25 let, v průběhu dlouholetého provozu klesá i účinnost panelů a muselo by docházet k dalším investicím na opravy a výměnu. Životnost baterie je dokonce menší než 20 let. S dobou návratnosti 23,95 let a 24,95 let se v případě jedna a dva fotovoltaická elektrárna nikdy sama nesplatí.

5.9 Závěr analýzy

I přesto, že se z počátku zdálo, že fotovoltaický systém vlivem špatně určených měsíčních spotřeb energie a předimenzování reálných energetických zisků oproti plánovanému stavu prodělává, opak je pravdou. V porovnání dob návratnosti nejlépe vychází skutečný stav (po vyřízení formalit s úřady týkající se prodeje přebytku energie bude návratnost investice ještě o rok nižší).

Investice do fotovoltaické elektrárny je reálně výhodnější, než stanovil dodavatel.

Z výzkumu plyne, že vyrábět nadbytek elektrické energie není v tomto případě výhodné, k největší úspoře by došlo v případě, že elektrárna vyrobí 5 664 kWh·rok⁻¹, a vše bude zcela využito pro účely domácnosti.

Bez státní dotace 205 000 Kč by se investice po dobu životnosti elektrárny nevrátila nikdy, myšlenka domácích fotovoltaických elektráren schopných cenově konkurovat energii vyrobené velkými elektrárnami v současné době není zcela reálná.

Závěr

Diplomová práce se zabývala celkem třemi částmi.

První část byla zaměřena na návrh budovy základní umělecké školy s minimální spotřebou neobnovitelné energie. Obálka budovy vyhoví na tepelně technické posouzení, součinitel prostupu tepla je $0,20 \text{ [W}\cdot\text{m}^{-2}\text{K}^{-1}]$, zdivo dokáže velmi dobře eliminovat tepelné zisky a ztráty objektu. Hlavní prosklené části směřují na jihozápad, aby se docílilo co největších tepelných zisků v zimě, tepelné zisky v létě jsou regulovány venkovními žaluziemi. Navržená budova splnila požadavky na denní oslunění i požárně bezpečnostní a akustické požadavky. Základní umělecká škola je provedena jako budova s téměř nulovou spotřebou energie.

Ve druhé části byla navržena technická zařízení zajišťující pohodlí, příjemné vnitřní prostředí a bezpečí pro uživatele budovy ve všech ročních obdobích. Vytápění, chlazení a ohřev teplé vody je zajištěn pomocí čtyř tepelných čerpadel země-voda (hlubinné vrty), jejichž funkce se střídá v souvislosti na venkovním období. Dešťová voda je svedena ze střech do retenčních nádrží a poté znovu využita na splachování toalet. Větrání v objektu je nucené, zajištěné pomocí tří vzduchotechnických jednotek, které objekt dle potřeby pomáhají částečně chladit i vytápět. Na střeše objektu jsou nainstalovány fotovoltaické panely, které snižují potřebu elektrické energie z neobnovitelných zdrojů.

Třetí část je zaměřena na analýzu fotovoltaické elektrárny na již existující budově. Z analýzy vyplynulo, že za současného stále se vyvíjejícího stavu využití přebytků energie vyrobené fotovoltaickými panely je nejméně výhodnější veškerou elektrickou energii na místě spotřebovat než ji prodávat do veřejné sítě. Bez státní dotace by se investice po dobu životnosti fotovoltaické elektrárny nikdy nevrátila.

Seznam použitých zdrojů a podkladů

Internetové zdroje

- [1] Obec Vrdy. *Územní plán Vrdy* [online]. Dostupné z: https://www.obecvrdy.cz/modules/file_storage/download.php?file=3167571a%7C85&inline=1
- [2] HEIS VUV. *Hydrogeologický informační systém VÚV TGM* [online]. Dostupné z: https://heis.vuv.cz/data/webmap/isapi.dll?map=isvs_zapluz&lon=15.5632599&lat=49.8213393&scale=1935360
- [3] Česká geologická služba. *Důlní díla a poddolování* [online]. Dostupné z: https://mapy.geology.cz/dulni_dila_poddolovani/
- [4] Česká geologická služba. *Komplexní radonová informace* [online]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/radon/>
- [5] Požární ochrana. *Hasící přístroje* [online]. Dostupné z: <https://pozarniochrana.netstranky.cz/temata/41-vecne-prostredky-pozarni-ochrany/vyhrazene-druhy-vecnych-prostredku/hasici-pristroje.html>
- [6] Ministerstvo zdravotnictví České republiky. *Hlukové mapy 2017* [online]. Dostupné z: <https://geoportal.mzcr.cz/SHM2017/>
- [7] Xella. *Silka HM 250 (20-2)* [online]. Dostupné z: https://www.xella.cz/cs_CZ/product/silka-hm-250-%2820-2,0%29/20002885
- [8] Akustické centrum. *Požadavková tabulka normy ČSN 73 0532* [online]. Dostupné z: <https://www.akustickecentrum.cz/legislativa/tabulka1-normy-csn-73-0532.pdf>
- [9] Acoustic Solution. *Akustické panely Mappyfiber Flat* [online]. Dostupné z: <https://www.acousticsolution.cz/mappyfiber-flat/>
- [10] Deksoft. *Programy pro specialisty* [online]. Dostupné z: https://deksoft.eu/programy/index?_fid=14j8
- [11] TZB info. *Denní osvětlení ve školách dle ČSN EN 17037* [online]. Dostupné z: <https://elektro.tzb-info.cz/osvetleni/21513-denni-osvetleni-ve-skolach-dle-csn-en-17037>
- [12] Svět svítidel. *LED Podhledový panel OREGA PLUS 60 LED/40W/230V 4000K IP40* [online]. Dostupné z: <https://www.svet-svitidel.cz/led-koupelnovy-prisazeny-panel-orega-plus-60-led-40w-230v-4000k-ip40/>
- [13] Svět svítidel. *LED Podhledový panel XELENT LED/60W/230V 3000K IP40* [online]. Dostupné z: <https://www.svet-svitidel.cz/led-panel-xelent-led-60w-230v-3000k/>

- [14] Svět svítidel. *LED Podhledový panel OREGA PLUS 120 LED/40W/230V 4000K IP40* [online]. Dostupné z: <https://www.svet-svitidel.cz/led-koupelnovy-prisazeny-panel-orega-plus-120-led-40w-230v-4000k-ip40/>
- [15] SOUNDTECH. *Eurolite LED THA-100F TRC WW DMX divadelní reflektor* [online]. Dostupné z: <https://www.soundtech.cz/produkt/eurolite-led-tha-100f-trc-ww-dmx-divadelni-reflektor/>
- [16] Ventishop. *Vířivé anemostaty Versio RS14* [online]. Dostupné z: <https://www.ventishop.cz/virive-anemostaty-versio-rs14/>
- [17] Topenilevně. *Dražice NADO 1000/ 45 v6 Akumulační nádrž* [online]. Dostupné z: <https://www.topenilevne.cz/drazice-nado-1000-45-v6-p38433/>
- [18] Artemia. *Vitocal 300-G výkon: 6,2 až 35,2* [online]. Dostupné z: <https://www.artemiastudny.cz/vitocal-300-g-vykon-6-2-az-35-2>
- [19] Regulus. *Akumulační nádrž PS 1500 N+* [online]. Dostupné z: <https://www.regulus.cz/cz/akumulacni-nadrz-ps-1500-n~1>
- [20] Regulus. *Akumulační nádrž PS 400 N+* [online]. Dostupné z: <https://www.regulus.cz/cz/akumulacni-nadrz-ps-400-n>
- [21] GEA. *Kazetové jednotky* [online]. Dostupné z: https://gea.i-clima.eu/subory/pdf/2/cassette-geko_p.pdf
- [22] Akumulační-nádrž. *Akumulační nádrž LSX 1750 d1000 0V* [online]. Dostupné z: <https://akumulacni-nadrz.cz/lx-1750-d1000-0v.php>
- [23] ARGOS. *FVE panel LEAPTON 650Wp* [online]. Dostupné z: <https://argos.cz/produkty/detail/2341263488-fve-panel-leapton-lp210-210-m-66-mh-650wp>
- [24] Malina. *Opatření na ochranu soukromí* [online]. Dostupné z: https://protocol.solarmanpv.com/Malina/privacy_cz.html
- [25] Novinky. *Analytik: Malina vybrala miliardu. Hrozí jí insolvence* [online]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/clanek/ekonomika-analytik-malina-vybrala-miliardu-hrozi-ji-insolvence-40430065>
- [26] Byznys noviny. *Zkrachovalý Energetický holding Malina dostal šanci na reorganizaci. Mají jej koupit Číňani* [online]. Dostupné z: <https://www.byznysnoviny.cz/2023/10/24/solarni-energeticky-holding-malina-dostal-sanci-na-reorganizaci-maji-jej-koupit-cinani/>
- [27] Klik. *Jaká je průměrná spotřeba kWh za den u různých nemovitostí?* [online]. Dostupné z: <https://www.klik.cz/blog/prumerna-spotreba-kwh-za-den/>

Literatura

- [28] BENEŠ, Petr, Markéta SEDLÁKOVÁ, Marie RUSINOVÁ, Romana BENEŠOVÁ a Táša ŠVECOVÁ, 2016. *Požární bezpečnost staveb: modul M01: požární bezpečnost staveb*. 2. Brno: Akademické nakladatelství CERM. Studijní opory pro studijní programy s kombinovanou formou studia. ISBN 978-80-7204- 943-1.
- [29] REMEŠ, Josef. *Stavební příručka: to nejdůležitější z norem, vyhlášek a zákonů*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2014. Stavitel. ISBN 978-80-247-5142-9
- [30] OSTRÝ, Milan, BRZOŇ, Roman. *Stavební fyzika – tepelná technika v teorii a praxi*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2014. ISBN 978-80-214-4879-7

Studijní podklady

- [31] Výukové materiály do předmětu NHA059 – Hluk a vibrace v budovách, VUT fakulta stavební.
- [32] Výukové materiály do předmětu NHA061 – Inteligentní budovy, VUT fakulta stavební

Aplikace a software

- [33] Energetický holding malina a.s. – MALINA MONITOR
- [34] Astra MS Software – Building Design
- [35] ATREA s.r.o – ATREA DUPLEX 9,35
- [36] DEKSOFT – Energetika, Tepelná technika 2D, Komfort

Zákony, vyhlášky, normy

- [37] Zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně
- [38] Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších změn
- [39] Zákon č. 309/2006 Sb., o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci
- [40] Zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření s energií, ve znění pozdějších změn
- [41] Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech, ve znění pozdějších změn
- [42] ČSN 73 0540: Tepelná ochrana budov
- [43] ČSN 73 0532: Akustika. Hodnocení zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách. Požadavky
- [44] ČSN 01 3420: 2004 Výkresy pozemních staveb. Kreslení výkresů stavební části

- [45] ČSN 73 4130:2010 Schodiště a šikmé rampy. Základní požadavky
- [46] ČSN 73 0810: Požární bezpečnost staveb. Společná ustanovení
- [47] ČSN 73 0802: Požární bezpečnost staveb. Nevýrobní objekty
- [48] ČSN 73 0831: Požární bezpečnost staveb. Shromažďovací prostory
- [49] ČSN 73 0872: Požární bezpečnost staveb. Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízením
- [50] ČSN 73 0821: Požární bezpečnost staveb. Požární odolnost stavebních konstrukcí
- [51] ČSN 73 0818: Požární bezpečnost staveb. Obsazení objektu osobami
- [52] ČSN 73 0873: Požární bezpečnost staveb. Zásobování požární vodou
- [53] ČSN 73 0821: Požární bezpečnost staveb. Požární odolnost stavebních konstrukcí
- [54] ČSN 06 1008: Požární bezpečnost tepelných zařízení
- [55] ČSN 73 0527: Projektování v oboru prostorové akustiky. Prostory pro kulturní a školní účely. Prostory pro veřejné účely. Administrativní pracovny
- [56] ČSN 01 3495: Výkresy ve stavebnictví. Výkresy požární bezpečnosti staveb
- [57] ČSN EN 17 037: Denní osvětlení budov
- [58] Vyhláška č. 264/2020 Sb., o energetické náročnosti budov
- [59] Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby
- [60] Vyhláška č. 398/2009 Sb., o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb
- [61] Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací se změnami: č. 217/2016 Sb., 241/2018 Sb
- [62] Nařízení vlády č. 362/2005 Sb., o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky

Seznam tabulek, grafů a obrázků

Seznam tabulek

<i>Tabulka 1: Součinitel prostupu tepla stavebních konstrukcí [10]</i>	19
<i>Tabulka 2: Teplotní faktor vnitřního povrchu [10]</i>	20
<i>Tabulka 3: Šíření vodní páry v konstrukci [10]</i>	20
<i>Tabulka 4: Posouzení letní stability místností [10]</i>	21
<i>Tabulka 5: Posouzení zimní stability místností [10]</i>	21
<i>Tabulka 6: Denní profil spotřeby elektrické energie</i>	31
<i>Tabulka 7: Orientační spotřeba energie denní</i>	32
<i>Tabulka 8: Porovnání výroby se spotřebou</i>	33
<i>Tabulka 9: Denní profil spotřeby elektrické energie 3.NP</i>	35
<i>Tabulka 10: Porovnání úspor</i>	41
<i>Tabulka 11: Doba amortizace stanovena dodavatelem - bez IRR</i>	42
<i>Tabulka 12: Doba amortizace stanovena dodavatelem - s IRR</i>	42
<i>Tabulka 13: Doba amortizace vypočtená z dat od dodavatele</i>	43
<i>Tabulka 14: Doba amortizace vypočtená z reálných dat pro rok 2023</i>	43
<i>Tabulka 15: Doba amortizace s potencionální energií k prodeji</i>	44
<i>Tabulka 16: Porovnání výkazů cash flow</i>	44

Seznam grafů

<i>Graf 1: Měsíční profil výroby a spotřeby</i>	27
<i>Graf 2: Odhad měsíční spotřeby energie od dodavatele</i>	29
<i>Graf 3: Porovnání měsíční výroby a spotřeby</i>	33
<i>Graf 4: Měsíční spotřeba stanovena dodavatelem a skutečná</i>	34

Seznam obrázků

<i>Obrázek 1: Použité místnosti</i>	18
<i>Obrázek 2: Přehled výsledků činitele denní osvětlenosti</i>	19
<i>Obrázek 3: Průkaz energetické náročnosti budovy [10]</i>	21
<i>Obrázek 4: Vybrané místnosti k výpočtu</i>	22
<i>Obrázek 5: LED Podhledový panel OREGA PLUS 60 LED/40W/230V 4000K IP40 [12]</i>	22
<i>Obrázek 6: LED Podhledový panel XELENT LED/60W/230V 3000K IP40 [13]</i>	22
<i>Obrázek 7: LED Podhledový panel OREGA PLUS 120 LED/40W/230V 4000K [14]</i>	22
<i>Obrázek 8: Eurolite LED THA-100F TRC WW DMX divadelní reflektor [15]</i>	22
<i>Obrázek 9: Rozdělení na funkční celky</i>	24
<i>Obrázek 10: Vířivá výusť Versio RS14 [16]</i>	24
<i>Obrázek 11: Tepelné čerpadlo Vitocal 300-G [18]</i>	25
<i>Obrázek 12: GEA Cassette-Geko [21]</i>	26
<i>Obrázek 13: Schéma fotovoltaického systému</i>	29
<i>Obrázek 14: Schéma toků energie</i>	30
<i>Obrázek 15: Porovnání toků energie – stanoveno dodavatelem</i>	36
<i>Obrázek 16: Porovnání toků energie – reálná spotřeba</i>	37

Seznam použitých zkratek a symbolů

Fyzikální veličiny

n	[-]	počet kusů
λ	[W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]	součinitel tepelné vodivosti
U	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]	součinitel prostupu tepla
U_N	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]	požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla
U_f	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]	součinitel prostupu tepla rámem
U_g	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]	součinitel prostupu tepla sklem
Q	[kW]	tepelná ztráta, zisk
R	[m ² ·K·W ⁻¹]	tepelný odpor
$H_{T,i}$	[W·K ⁻¹]	měrná ztráta prostupem tepla
$\theta_{int,i}$	[°C]	vnitřní teplota
θ_e	[°C]	venkovní teplota
A	[m ²]	plocha
A_f	[m ²]	plocha rámu okna
A_g	[m ²]	plocha zasklení okna
s	[-]	stínící součinitel
p	[kg·m ⁻²]	požární zatížení
p_v	[kg·m ⁻²]	výpočtové požární zatížení
S_{po}	[m ²]	požárně otevřená plocha
d	[m]	odstupová vzdálenost
ϕ	[lm]	světelný tok
E	[lux]	udržovaná osvětlenost
P	[W]	příkon svítidla
Q_{dp}	[m ³ ·den ⁻¹]	průměrná denní spotřeba pitné vody
Q_{dmax}	[l·den ⁻¹]	maximální denní potřeba vody
t	[h]	doba provozu budovy během dne
Q_{hmax}	[l·h ⁻¹]	maximální hodinová potřeba vody
Q_{rok}	[m ³ ·rok ⁻¹]	roční spotřeba vody
ρ	[kg·m ⁻³]	objemová hmotnost vzduchu
c	[J·kg ⁻¹ ·K ⁻¹]	měrná tepelná kapacita vzduchu
φ	[-]	součinitel mrtvého prostoru
M	[W·os ⁻¹]	produkce vodní páry
M_i	[W]	vodní zisk
$\Phi_{T,i}$	[W]	celková tepelná ztráta prostupem
$\Phi_{v,i}$	[W]	ztráta přirozeným větráním
$\Phi_{HL,i}$	[W]	celková tepelná ztráta
$R'w$	[dB]	vážená stavební neprůzvučnost
$L'w$	[dB]	vážená normalizovaná hladina akustického tlaku kročejevého zvuku

Zkratky

e	exteriér
i	interiér
TČ	tepelné čerpadlo
FVE	fotovoltaická elektrárna
VZT	vzduchotechnika
1.NP	první nadzemní podlaží
2.NP	druhé nadzemní podlaží
DN	jmenovitý průměr potrubí
BOZP	bezpečnost a ochrana zdraví při práci
DP1	konstrukční část z nehořlavých výrobků
DP3	konstrukční část z hořlavého výrobku
ÚC	úniková cesta
CHÚC	chráněná úniková cesta
KCE	konstrukce
PÚ	požární úsek
TZB	technická zařízení budov
PHP	přenosný hasicí přístroj
SPB	stupeň požární bezpečnosti
TI	tepelná izolace
ŽB	železobeton
DSP	dokumentace ke stavebnímu povolení
ČSN	česká technická norma

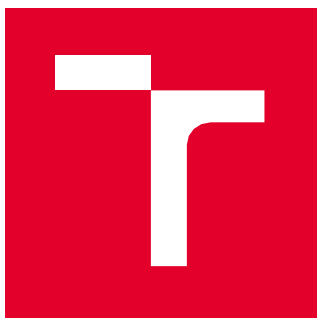
Seznam příloh

I. ČÁST

A	Průvodní zpráva	(4 × A4) (přípevněno k textové části)
B	Souhrnná technická zpráva	(17 × A4) (přípevněno k textové části)
C	Situační řešení stavby	
C.1	Situace širších vztahů	(2 × A4)
C.2	Koordinační situační výkres	(8 × A4)
D	Technické řešení stavby	
D.1	Architektonické, stavební. Konstrukční řešení	
D.1.1.1	Půdorys 1.NP	(4 × A4)
D.1.1.2	Půdorys 2.NP	(3 × A4)
D.1.1.3	Řez A-A', B-B'	(4 × A4)
D.1.1.4	Řez C-C', D-D'	(4 × A4)
D.1.1.5	Pohled jihovýchodní a jihozápadní	(2 × A4)
D.1.1.6	Pohled severozápadní a severovýchodní	(2 × A4)
D.1.2.1	Základové konstrukce	(4 × A4)
D.1.2.2	Konstrukce stropů nad 1.NP	(4 × A4)
D.1.2.3	Konstrukce stropů nad 2.NP	(2 × A4)
D.1.2.4	Konstrukce střechy	(6 × A4)
D.1.2.5	Skladby konstrukcí	(7 × A4) (přípevněno k textové části)
D.2	Požárně bezpečnostní řešení	
D.2.1	PBŘ – technická zpráva	(20 × A4) (přípevněno k textové části)
D.2.2	PBŘ – situace	(8 × A4)
D.2.3	PBŘ – půdorys 1.NP	(4 × A4)
D.2.4	PBŘ – půdorys 2.NP	(3 × A4)
D.3	Stavební fyzika	
D.3.1	Akustické posouzení objektu	(12 × A4) (přípevněno k textové části)
D.3.2	Výpočet činitele denní osvětlenosti	(7 × A4) (přípevněno k textové části)
D.3.3	Tepelně technické posouzení stavebních konstrukcí	(42 × A4) (přípevněno k textové části)
D.3.4	Posouzení tepelné stability	(27 × A4) (přípevněno k textové části)
D.3.5	Průkaz energetické náročnosti budovy	(14 × A4) (přípevněno k textové části)

II. ČÁST

D.4	Technika prostředí stavby	
D.4.1.1	Koncepční studie osvětlení	(7 × A4) (přípevněno k textové části)
D.4.1.2	Návrh umělého osvětlení	(2 × A4)
D.4.2	Spotřeba pitné vody a využití srážkové vody	(5 × A4) (přípevněno k textové části)
D.4.3.1	Koncepční studie vzduchotechniky	(13 × A4) (přípevněno k textové části)
D.4.3.2	Návrh vzduchotechniky 1.NP	(2 × A4)
D.4.3.3	Návrh vzduchotechniky 2.NP	(2 × A4)
D.4.3.4	Schéma zapojení vzduchotechniky	(1 × A4)
D.4.4	Koncepční studie ohřevu teplé vody	(6 × A4) (přípevněno k textové části)
D.4.5.1	Koncepční studie vytápění	(12 × A4) (přípevněno k textové části)
D.4.5.2	Schéma technické místnosti	(1 × A4)
D.4.5.3	Schéma zapojení otopné soustavy	(4 × A4)
D.4.6.1	Koncepční studie chlazení	(11 × A4) (přípevněno k textové části)
D.4.6.2	Schéma chlazení 1.NP	(2 × A4)
D.4.6.3	Schéma chlazení 2.NP	(2 × A4)
D.4.7.1	Koncepční studie fotovoltaiky	(13 × A4) (přípevněno k textové části)
D.4.7.2	Umístění FVE na střeše	(2 × A4)
D.4.8	Globální schéma	(4 × A4)
E	Doplňující výpočty	(7 × A4) (přípevněno k textové části)
	
	Stran celkem	306 × A4



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERINGD

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKY ÚSPORNÁ BUDOVA ZÁKLADNÍ UMĚLECKÉ ŠKOLY

ENERGY-EFFICIENT ELEMENTARY ART SCHOOL BUILDING

PŘÍLOHA

A PRŮVODNÍ ZPRÁVA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Kateřina Šplíchalová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Olga Rubinová, Ph.D

BRNO 2024

OBSAH

A PRŮVODNÍ ZPRÁVA	3
A.1 Identifikační údaje.....	3
A.1.1 Údaje o stavbě	3
A.1.2 Údaje o vlastníkov.....	3
A.1.3 Údaje o zpracovateli dokumentace	3
A.2 Členění na stavby, objekty, technická a technologická zařízení	3
A.3 Seznam podkladů	4

A PRŮVODNÍ ZPRÁVA

A.1 Identifikační údaje

A.1.1 Údaje o stavbě

a) **Název stavby:**

Základní umělecká škola Dolní Bučice

b) **Místo stavby:**

Tabulka 1: Informace o pozemku

Katastrální území	Číslo parcely	Výměra [m ²]	Druh pozemku	Vlastník
Dolní Bučice [786217]	330/6	5 005	Orná půda	SJM Uhlíř Pavel a Uhlířová Anna Ing.

c) **Předmět projektové dokumentace**

Nová stavba

A.1.2 Údaje o vlastníkově

SJM Uhlíř Pavel a Uhlířová Anna Ing.

Dobrovolná 224, Dolní Bučice, 28571 Vrdu

A.1.3 Údaje o zpracovateli dokumentace

Bc. Kateřina Šplíchalová

Komenského 377, Kuřim 664 34

A.2 Členění na stavby, objekty, technická a technologická zařízení

- SO.01 – Základní umělecká škola
- SO.02 – Přípojka splaškové kanalizace
- SO.03 – Vedení dešťové kanalizace
- SO.04 – Přípojka NN
- SO.05 – Přípojka vodovodu
- SO.06 – Zpevněné plochy pojízdné
- SO.07 – Zpevněné plochy pochozí
- SO.08 – Plocha pro sběr komunálního odpadu
- SO.09 – Přípojka telefonního kabelu
- SO.10 – Přípojka optického kabelu

A.3 Seznam podkladů

Pro zpracování projektové dokumentace bylo použito zejména následujících podkladů:

- Nahlížení do katastru nemovitostí – www.czuk.cz
- Územní plán obce Vrdy
- Zajištění inženýrských sítí od jejich poskytovatelů
- Příslušné ČSN



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERINGD

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKY ÚSPORNÁ BUDOVA ZÁKLADNÍ UMĚLECKÉ ŠKOLY

ENERGY-EFFICIENT ELEMENTARY ART SCHOOL BUILDING

PŘÍLOHA

B SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Kateřina Šplíchalová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Olga Rubinová, Ph.D

BRNO 2024

OBSAH

B	SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA	3
B.1	Popis území stavby	3
B.1.1	Údaje o stavbě.....	3
B.2	Celkový popis stavby.....	5
B.2.1	Základní charakteristiky stavby a jejího užívání	5
B.2.2	Celkové urbanistické a architektonické řešení.....	7
B.2.3	Celkové provozní řešení, technologie výroby	7
B.2.4	Bezbariérové užívání stavby.....	7
B.2.5	Bezpečnost při užívání stavby	8
B.2.6	Základní charakteristika objektu	8
B.2.7	Základní charakteristika technických a technologických zařízení	9
B.2.8	Zásady požárně bezpečnostního řešení	11
B.2.9	Úspora energie a tepelná ochrana	11
B.2.10	Hygienické požadavky na stavby, požadavky na pracovní a komunální prostředí	11
B.2.11	Zásady ochrany stavby před negativními účinky vnějšího prostředí	12
B.3	Připojení na veřejnou infrastrukturu	12
B.4	Dopravní řešení.....	13
B.5	Řešení vegetace a souvisejících terénních úprav	13
B.6	Popis vlivů stavby na životní prostředí a jeho ochrana	13
B.7	Ochrana obyvatelstva	14
B.8	Zásady organizace výstavby.....	14
B.9	Celkové vodohospodářské řešení.....	17
B.10	Seznam podkladů.....	17

B SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA

B.1 Popis území stavby

B.1.1 Údaje o stavbě

a) Charakteristika území a stavebního pozemku, zastavěné území a nezastavěné území, soulad navrhované stavby s charakterem území, dosavadní využití a zastavěnost území

Pozemek určený ke stavbě se nachází v k.ú Dolní Bučice [786217] (okres Kutná Hora) na samém kraji obce Dolní Bučice. Přesněji se jedná se o parcelu č. 330/6, druh pozemku je orná půda. Z celkové velikosti pozemku 5005 m² bude zastavěná plocha mít výměru 697,875 m². Jedná se o částečně zastavěnou část obce, kde se ze severozápadní a jihozápadní strany nachází pole. Terén pozemku je rovinný bez výskytu křovin a stromů. Stavba se nachází v ochranném pásmu ZPF (zemědělský půdní fond).

b) Údaje o souladu stavby s územně plánovací dokumentací, s cíli a úkoly územního plánování, včetně informace o vydané územně plánovací dokumentaci

Dle platného územního plánu obce Vrdy se jedná o pozemek určený k výstavbě budov občanského vybavení.

c) Informace o vydaných rozhodnutích o povolení výjimky z obecných požadavků

Stavba se nachází v ochranném pásmu zemědělského půdního fondu. Byla podána žádost o vynětí pozemku ze ZPF.

V době zpracování dokumentace nebyly známy žádné další výjimky z obecných požadavků na využívání území.

d) Informace o tom, zda a v jakých částech dokumentace jsou zohledněny podmínky závazných stanovisek dotčených orgánů na využívání území

V době zpracování dokumentace byly všechny známé požadavky dotčených orgánů zapracovány do dokumentace. Případné dodatečné požadavky budou zpracovány do dokumentace, případně aplikovány rovnou na stavbě. Budou také přílohou této dokumentace.

e) Výčet a závěry provedených průzkumů a rozborů - geologický průzkum, hydrogeologický průzkum, stavebně historický průzkum apod.

Jako zdroj informací byly využity geologické a radonové mapy a geologický vrt č 264185, sahající do hloubky 3,1 m.

Jedná se o suchý objekt - na tomto území se nenachází podzemní voda. U radonu zde vychází nízký radonový index.

Složení zeminy dle vrtu:

0,00 – 0,50 : hlína humózní

0,50 – 0,80 : hlína slabě písčitá, tuhá, tmavě hnědá

0,80 – 1,00 : písek hlinitý, středně ulehlý, žlutohnědý

1,00 – 1,20 : štěrk písčitý, ulehlý, max. velikost částic 9 cm, světle hnědý
1,20 – 1,80 : písek ulehlý, světle hnědý, příměs: štěrk
1,80 – 2,20 : písek hrubozrnný, hlinitý, příměs: štěrk
2,20 – 3,10 : hlína jílovitá, tuhá až pevná, šedá

f) Ochrana území podle jiných právních předpisů

Pozemek pro novostavbu ZUŠ parc. č. 330/6, k.ú Dolní Bučice [786217] spadá do BPEJ 8.35.41. Bude zažádáno o vynětí ze ZPF. V době zpracování dokumentace nebyla známa žádná jiná ochrana území.

g) Poloha vzhledem k záplavovému území, poddolovanému území apod.

Stavba se nenachází v záplavovém či poddolovaném území.

h) Vliv stavby na okolní stavby a pozemky, ochrana okolí, vliv stavby na odtokové poměry v území

Stavba bude mít minimální negativní vliv na okolní stavby a pozemky, jedná se především o vliv v průběhu výstavby (v pracovní době) a to o hluk, zvýšenou prašnost, zvýšenou dopravu.

i) Požadavky na asanace, demolice, kácení dřevin

Nevzniknou žádné požadavky na asanace, demolice nebo kácení dřevin.

j) Požadavky na maximální dočasné a trvalé zábory zemědělského půdního fondu nebo pozemků určených k plnění funkce lesa

Stavebními pracemi nevzniknou požadavky na žádné dočasné ani trvalé zábory.

k) Územně technické podmínky - zejména možnost napojení na stávající dopravní a technickou infrastrukturu, možnost bezbariérového přístupu k navrhované stavbě

Pozemek bude napojen na stávající inženýrské sítě před domem – na vodovod vodovodní přípojkou, na zdroj elektřiny skrze hlavní domovní vedení na vedení VN na hranici pozemku s komunikací. Splašková kanalizace bude napojena na veřejnou splaškovou kanalizaci. Dešťová voda ze střech bude z části svedena do akumulární nádrže, nevyužitá a ostatní dešťová voda bude vsakována do okolního terénu. Pozemek bude napojen na stávající komunikaci obce účelovou komunikací. Bezbariérový přístup ke stavbě je možný po obecní komunikaci a následně po účelové komunikaci.

l) Věcné a časové vazby stavby, podmiňující, vyvolané, související investice

Nejsou známy žádné věcné ani časové vazby stavby ani žádné podmiňující, vyvolané nebo související investice.

m) Seznam pozemků podle katastru nemovitostí, na kterých se stavba provádí

Tabulka 1: Informace o pozemku

Katastrální území	Číslo parcely	Výměra [m ²]	Druh pozemku	Vlastník
Dolní Bučice [786217]	330/6	5 005	Orná půda	SJM Uhlíř Pavel a Uhlířová Anna Ing.

n) Seznam pozemků podle katastru nemovitostí, na kterých vznikne ochranné nebo bezpečnostní pásmo

Stavbou vzniknou nová ochranná pásma inženýrských sítí pouze na parcele č. 330/6

B.2 Celkový popis stavby

B.2.1 Základní charakteristiky stavby a jejího užívání

a) Nová stavba nebo změna dokončené stavby; u změny stavby údaje o jejich současném stavu, závěry stavebně technického, případně stavebně historického průzkumu a výsledky statického posouzení nosných konstrukcí

Jedná se o novostavbu s napojením na stávající inženýrské sítě a dopravní komunikaci.

b) Účel užívání stavby

Stavba slouží jako základní umělecká škola, je určena především pro děti prvního stupně základní školy. Dále se v budově nachází koncertní sál, sloužící k provádění představení a koncertů.

c) Trvalá nebo dočasná stavba

Jedná se o trvalou stavbu.

d) Informace o vydaných rozhodnutích o povolení výjimky z technických požadavků na stavby a technických požadavků zabezpečujících bezbariérové užívání stavby

Není známo žádné rozhodnutí o výjimkách z technických požadavků na stavby a bezbariérového užívání.

e) Informace o tom, zda a v jakých částech dokumentace jsou zohledněny podmínky závazných stanovisek dotčených orgánů

Nejsou známy žádné zvláštní požadavky dotčených orgánů. Případné problémy budou aplikovány přímo na stavbě.

f) Ochrana stavby podle jiných právních předpisů

Stavba není chráněna podle žádných právních předpisů.

g) Navrhované parametry stavby - zastavěná plocha, obestavěný prostor, užitná plocha, počet funkčních jednotek a jejich velikosti apod.

Plocha pozemku:	5 005 m ²
Zastavěná plocha:	697,875 m ²
Obestavěný prostor:	5 532,332 m ³
Užitná plocha:	903,500 m ²
Počet nadzemních podlaží:	2
Počet podzemních podlaží:	0
Výška objektu nad úrovní 0,000:	9,720 m
Projektovaný počet osob:	162
Počet parkovacích míst:	39 (z toho 3 pro lidi s omezenou schopností pohybu)

h) Základní bilance stavby - potřeby a spotřeby médií a hmot, hospodaření s dešťovou vodou, celkové produkované množství a druhy odpadů a emisí, třída energetické náročnosti budov apod.

Hospodaření s dešťovou vodou

Dešťová voda sloužící pro splachování toalet bude svedena do dvou akumulčních nádrží o celkové velikosti 16 m³, nevyužitá voda bude vsakována na pozemku stavby.

Bilance potřeby studené pitné vody

Průměrná denní potřeba: 2 875 l·den⁻¹

Potřeba teplé vody

Průměrná denní potřeba: 836 l·den⁻¹

Hospodaření s odpady

Stavba bude po ukončení výstavby produkovat pouze komunální odpad, ten bude ukládán do sběrných nádob, následný odvoz bude zajištěn odbornou firmou.

Třída energetické náročnosti:

Budova je zařazena do třídy A – mimořádně úsporná (viz samostatná příloha).

i) Základní předpoklady výstavby - časové údaje o realizaci stavby, členění na etapy

Stavební práce budou zahájeny po vydání potřebných povolení. Termíny zahájení a průběhu výstavby budou zvoleny dle klimatických podmínek.

Předpokládané termíny:	Zahájení stavby:	04/2024
	Ukončení stavby:	08/2025

j) Orientační náklady stavby

Průměrná jednotková cena:	8 065 Kč·m ⁻³
Obestavěný prostor:	5 532,332 m ³
Orientační náklady na stavbu:	44 618 258 Kč

B.2.2 Celkové urbanistické a architektonické řešení

a) Urbanismus - územní regulace, kompozice prostorového řešení

Není známa žádná regulace ovlivňující tvarové řešení stavby. Základní umělecká škola má tvar třech spojených obdelníků. Barevné provedení oken, dveří a fasády nijak nenaruší ráz okolní výstavby.

b) Architektonické řešení - kompozice tvarového řešení, materiálové a barevné řešení

Objekt základní umělecké školy má nepravidelný tvar tří spojených obdelníků, skládá se ze dvou nadzemních pater a nemá žádné podzemní patro. Objekt je rozdělen na tři části, každá z nich je zastřešena plochou nepochozí střechou v jiné výšce.

Největší půdorysné rozměry jsou 38,350 x 24,000 m. Nejvyšším bodem je atika jedné ze střech ve výšce + 9,720 m.

Dveře a okna jsou navrženy jako plastová bílá trojskla. Hlavní budova má čistě bílou fasádu na severozápadní straně obohacenou o logo ZUŠ, na severovýchodní straně jsou na fasádě umístěny sluneční hodiny. Fasádu druhé a třetí budovy tvoří dřevěný obklad. Na většině venkovní fasády je sokl hnědé barvy do výšky + 0,300 m od + 0,000 m.

B.2.3 Celkové provozní řešení, technologie výroby

Hlavní vstup se nachází v prvním podlaží hlavní části budovy, ta má dvě nadzemní podlaží a obsahuje především prostory učeben. Dále se zde nachází toalety, čekárna, šatny, sklad, kuchyňka, technická místnost, výtah a schodiště. Všechny místnosti jsou spojeny dlouhou chodbou táhnoucí se od hlavního vchodu až ke vchodu do druhé části budovy. Tato část je zastřešena plochou střechou o výšce + 9,720 m.

Druhá část budovy je přístupná z dlouhé chodby v první části objektu, obsahuje koncertní sál s jevištěm. Tato část je zastřešena plochou střechou o výšce + 6,725 m.

Poslední část je provozem úzce spjatá s provozem koncertního sálu a obsahuje místnosti určené pro převlékání a k hygieně účinkujících. Dále je zde vybudován vedlejší vchod pro účinkující. Tato část je zastřešena plochou střechou o výšce + 5,225 m.

B.2.4 Bezbariérové užívání stavby

Stavba je navržena jako bezbariérová. Na parkovišti jsou 3 stání navržených pro osoby s omezenou schopností pohybu, tato stání jsou označena příslušnými značkami. Vstup do budovy je řešen rampou. Od vchodu je bezbariérový přístup k výtahu, žádné dveře v budově nemají práh. V prvním nadzemním podlaží v hlavní budově se nachází toaleta pro invalidy.

Dokumentace je v souladu vyhláškou č. 398/2009 Sb., která stanovuje obecné technické požadavky zabezpečující užívání staveb osobami s omezenou schopností pohybu a orientace.

B.2.5 Bezpečnost při užívání stavby

Při návrhu byly použity kvalitní materiály, které zajišťují bezpečnost mechanickou a statickou. Rozvody elektroinstalací budou provedeny dle platné ČSN. Uživatelé objektu si budou počínat tak, aby svým chováním neohrozili sebe ani své okolí.

Stavba je navržena a bude provedena takovým způsobem, aby při jejím užívání nebo provozu nedošlo k ohrožení či zranění osob, například uklouznutím, pádem, nárazem, elektrickým proudem, popálením, výbuchem. Během užívání stavby budou dodrženy všechny příslušné legislativy. Všude, kde hrozí zranění pádem je umístěno bezpečnostní zábradlí vyhovující normovým požadavkům. Budou pravidelně prováděny kontroly vnitřního technického zařízení.

Stavba je v souladu s vyhláškou č. 268/2009 Sb. – vyhláška o technických požadavcích na stavby.

B.2.6 Základní charakteristika objektu

a) Stavební řešení

Jedná se o jeden objekt. Ten je navržen jako zděný s železobetonovými stropními konstrukcemi. Zastřešení je řešeno nepochozí plochou střechou. Objekt má dvě nadzemní a žádné podzemní podlaží.

Obvodové stěny tlusté 500 mm jsou navrženy z pórobetonových tvárnic a jsou opatřeny tepelněizolační omítkou. Vnitřní nosné stěny jsou z akustických vápenopískových tvárnic tloušťky 250 mm. Vnitřní nenosné stěny jsou z pórobetonových tvárnic tloušťky 100 mm.

b) Konstrukční a materiálové řešení

Základové konstrukce

Objekt je založen na základových betonových pasech o šířce 500 mm a doplněným o tepelnou izolaci ISOVER ORSIK. Navazující nosné zdivo je značky YTONG, proto jsou na základových pasech uloženy dvě tvárnice YTONG Start 375 mm.

Hydroizolace a protiradonová izolace

Na základové desce je po celé ploše nanášena asfaltová penetrační emulze, na ni se bude bodově natavovat pás z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou ze skelné tkaniny. Svislá hydroizolace bude vyvedena min. 300 mm nad úroveň terénu.

Radon bude z podloží odvětráván potrubím vedeným v násypu pod základovou deskou.

Svislé konstrukce

Objekt má nosné obvodové stěny zděné z pórobetonových tvárnic YTONG Lambda YQ 500 PDK od výrobce XELLA, jedná se o jednovrstvé zdivo, které nepotřebuje být opatřeno zateplovacím systémem. Nosné vnitřní stěny jsou zděné z vápenopískových tvárnic SILKA KSRP 240 (20-2,0) od výrobce XELLA a vnitřní nenosné stěny jsou vyhotovené z pórobetonových tvárnic YTONG Klasik o tloušťce 100 mm. Část vnitřních akustických stěn je opatřena předstěnou značky Rigips.

Stropní konstrukce

Stropní konstrukce budou dvojího typu, první typ je z prefabrikovaných dílců Stropsystem od výrobce Goldbeck Prefabeton a druhý je monolitický železobetonový strop. Příkladů nad

otvory budou od výrobce XELLA. Veškeré ztužující věnce a průvlaky budou železobetonové. Skladby stropních konstrukcí jsou patrné v samostatné příloze D.1.2.5 Skladby konstrukcí.

Střešní konstrukce

Základní umělecká škola má tři ploché střechy, každá se nachází v jiné výškové úrovni. Všechny střechy jsou zakončeny hydroizolací a ani jedna není určená k volnému pohybu osob. K zateplení všech střech bude použit expandovaný polystyren. Konstrukce skladby střech je patrná v samostatné příloze D.1.2.5 Skladby konstrukcí.

Konstrukce schodišť

Schodiště je železobetonové monolitické. Konstrukce skladeb schodiště je patrná v samostatné příloze D.1.2.5 Skladby konstrukcí.

Výtah

Výtah je značky Triplex OMEGA. Jedná se o osobní výtah vybavený lanovým pohonem. Výtah je jednoprostorový – není k němu zavedena samostatná strojovna výtahu, pohonná jednotka je umístěna uvnitř výtahové šachty.

Konstrukce podlah

Konstrukce skladeb podlah jsou patrné v samostatné příloze D.1.2.5 Skladby konstrukcí.

Výplně otvorů

Výplně otvorů jsou navrženy jako bílé plastové s izolačním trojsklem.

Omítky

Vnější omítka bílé barvy je tepelněizolační silikonová. Vnitřní omítky jsou tepelněizolační, barva dle uvážení investora.

Podhledy

Tvoří je sádrokartonová deska zavěšena do kovové konstrukce. Mezera mezi nosnou konstrukcí a sádrokartonem je 430 a 550 mm, slouží pro rozvody technologií.

Zpevněné plochy

Jsou navrženy pro pěší a automobilovou dopravu. Plochy pro pěší jsou z betonové dlažby, parkování a komunikace pro automobily jsou asfaltové.

c) Mechanická odolnost a stabilita

Všechny konstrukce jsou navrženy z kvalitních materiálů tak, aby odpovídaly normovým požadavkům a zajistili bezpečnost při mechanickém namáhání a před povětrnostními vlivy. Návrh koncepčního řešení nosných konstrukcí stavby je zřejmý z projektové dokumentace.

B.2.7 Základní charakteristika technických a technologických zařízení

a) Technické řešení

Stavba je navržena dle moderních požadavků na nízkou energetickou náročnost, tomu odpovídá i technické a technologické vybavení. Veškerá technická zařízení budou instalována a provozována dle nařízení výrobce a budou dodržovány návody k použití jednotlivých výrobků, případně zákonná a normativní ustanovení.

Vytápění

Objekt je vytápěn pomocí elektrického podlahového vytápění.

Jako zdroj vytápění jsou navržena čtyři tepelná čerpadla země-voda značky Vitocal. Tato čerpadla disponují koncentrovaným výkonem pro velké objekty a mají schopnost chlazení.

Pro vytápění bylo navrženo jedno tepelné čerpadlo Vitocal 300-G, typ BW 301.A21 o teplotním spádu 35/28 °C.

Pro ohřev vody obsluhující vzduchotechnické jednotky byla navržena dvě tepelná čerpadla Vitocal 300-G, typ BW 301.A45 o teplotním spádu 55/40 °C.

Pro ohřev teplé vody bylo navrženo jedno tepelné čerpadlo Vitocal 300-G, typ BW 301.A21 o teplotním spádu 55/40 °C.

Chlazení

Jako zdroj chladu jsou navržena dvě tepelná čerpadla země-voda z řady Vitocal 300-G, typ BW 301.A45 a jedno tepelné čerpadlo Vitocal 300-G, typ BW 301.A21. Tato čerpadla v létě chladí a v zimě slouží k vytápění budovy.

Ohřev teplé vody

Pro ohřev teplé vody bylo navrženo jedno tepelné čerpadlo Vitocal 300-G, typ BW 301.A21 o teplotním spádu 55/40 °C.

Teplá voda bude uchovávána v akumulačním zásobníku Dražice NADO 1000/45v6 s objemem 999 l. Tento zásobník je určen k přípravě teplé vody ve spojení s tepelným čerpadlem, a obsahuje výměník tepla o teplosměnné ploše 10 m² pro případný dohřev vody.

Vzduchotechnika

Místnosti v objektu budou odvětrány umělým způsobem – vzduchotechnika. V objektu se nachází tři vzduchotechnické jednotky, nachází se v technické místnosti.

- 1. Funkční celek** – nachází se v obou patrech první budovy a zajišťuje klima v učebnách. Obsluhován je vzduchotechnickým zařízením č. 1. Toto zařízení slouží ke stejnotlaké výměně vzduchu a částečně napomáhá v létě s chlazením a v zimě s vytápěním místností. Je navržena vzduchotechnická jednotka DUPLEX 3400 Bacis-V.
- 2. Funkční celek** – nachází se v koncertním sále a v k němu příslušných místnostech ve třetí a první budově. Tyto místnosti jsou určeny k provozu pouze, pokud probíhá představení, jejich provoz je tedy úzce spjat s provozem koncertního sálu. Celek obsluhuje vzduchotechnické zařízení č. 2. Toto zařízení slouží ke stejnotlaké výměně vzduchu a částečně napomáhá v létě s chlazením a v zimě s vytápěním místností. Je navržena vzduchotechnická jednotka DUPLEX 7100 Bacis-V.
- 3. Funkční celek** – nachází se v obou patrech první budovy a zajišťuje klima v hygienických prostorách, chodbách a kuchyňce. Obsluhován je vzduchotechnickým zařízením č. 3. Toto zařízení slouží k podtlakové výměně vzduchu a částečně napomáhá v létě s chlazením a v zimě s vytápěním místností. Je navržena vzduchotechnická jednotka DUPLEX 3400 Bacis-V.

Fotovoltaické panely

Fotovoltaické panely slouží k zásobování elektrické energie pro celý objekt. Byly navrženy fotovoltaické panely LEAPTON 650Wp. Jedná se o monokrystalické panely, které jsou umístěny na střeše budovy a je jich 35 kusů. Rozměr těchto panelů je 2384 x 1303 mm. Systém fotovoltaických panelů je v neustálém provozu, doplňován o elektrickou energii z veřejné sítě.

Domovní kanalizace

Dešťová voda sloužící pro splachování toalet bude svedena do dvou akumulačních nádrží o celkové velikosti 16 m³, nevyužitá voda bude vsakována na pozemku stavby.

Odpadní splaškové vody jsou napojeny na veřejnou kanalizaci.

Domovní vodovod

Rozvody jsou řešeny pomocí plastových tvarovek, sloužících pro vnitřní rozvod vody.

Elektroinstalace

Dle platných norem a vyhlášek budou objektem vedeny rozvody elektrické energie. Bude zde vedení slaboproudu MaR a průmyslové sběrníkové vedení.

Ochrana před bleskem

Ochranu před bleskem bude tvořit hromosvod nebo kompatibilní ochranný systém.

b) Výčet technických a technologických zařízení

- 2 x tepelné čerpadlo Vitocal 300-G, typ BW 301.A21
- 2 x tepelné čerpadlo Vitocal 300-G, typ BW 301.A45
- 2 x VZT DUPLEX 3400 Bacis-V
- VZT DUPLEX 7100 Bacis-V
- 35 x fotovoltaické panely LEAPTON 650Wp

B.2.8 Zásady požárně bezpečnostního řešení

Viz samostatná příloha D.2 Požárně bezpečnostní řešení.

B.2.9 Úspora energie a tepelná ochrana

Stavba byla navržena jako budova s minimální spotřebou energie. Je vybavena fotovoltaickými kolektory, které snižují potřebu energie přijatou z veřejné sítě. K vytápění budovy byla navržena čtyři tepelná čerpadla země-voda.

Celková dodaná energie pro provoz budovy je 39,0 kWh·m⁻²·rok⁻¹, tato spotřeba je ohodnocena kategorií A (mimořádně úsporná). Měrná spotřeba tepla na vytápění je 15,3 kWh·m⁻²·rok⁻¹. Průměrný součinitel prostupu tepla budovy je 0,20 Wh·m⁻²·rok⁻¹, součinitel prostupu tepla je klasifikován do třídy B (velmi úsporná). Podrobněji viz příloha PENB.

B.2.10 Hygienické požadavky na stavby, požadavky na pracovní a komunální prostředí

Stavba neohrožuje hygienu a zdraví uživatelů nebo sousedů a zabezpečuje ochranu zdraví a životního prostředí. Větrání je zajištěno vzduchotechnickými jednotkami, případně přirozené okny. Objekt je vytápěn pomocí elektrického podlahového vytápění. Splašková voda je odvedena přípojkou do splaškové kanalizace.

Stavba je navržena v souladu s:

- č. 361/2007 Sb., Nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
- č. 101/2005 Sb., Nařízení vlády o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí

- č. 148/2006 Sb., Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- 268/2009 Sb., Vyhláška o technických požadavcích na stavby

B.2.11 Zásady ochrany stavby před negativními účinky vnějšího prostředí

a) Ochrana před pronikáním radonu z podloží

Na území se vyskytuje malý radonový index. Ochrana proti radonu bude potrubím v násypu pod betonovou deskou v 1.NP.

b) Ochrana před bludnými proudy

Ochrana před bludnými proudy bude provedena podle platných technických zásad.

c) Ochrana před technickou seizmicitou

Pozemek se nenachází na území ohroženém seizmicitou.

d) Ochrana před hlukem

Konstrukce jsou navrženy tak, aby vyhověly akustickým požadavkům. V okolí budovy se nenachází budovy, jejichž venkovní chráněný prostor by byl narušován provozem novostavby.

e) Protipovodňová opatření

Objekt se nenachází v záplavovém území, protipovodňová opatření se neuvažují.

f) Ostatní účinky – vliv poddolování, výskyt metanu apod.

Žádné další účinky nejsou známy.

B.3 Připojení na veřejnou infrastrukturu

a) Napojovací místa technické infrastruktury

Kanalizace, voda a elektrická energie se napojují na veřejné sítě před navrhovaným objektem. Dešťová voda bude svedena do akumulární nádrže na pozemku investora, nepotřebná voda vsakována do terénu. Přípojka splaškové kanalizace se nachází na pozemku investora (i s revizními šachtami). Vodovod bude napojen ve vodoměrné šachtě před objektem, přípojka bude vedena pod zemí. Nápojný bod sítě NN se nachází na hranici objektu, přípojka bude vedena v zemi. Viz příloha C.2 Koordinační situační výkres.

Nově bude řešena přípojka vodovodu, hlavní domovní vedení NN (pod zemí), vedení dešťové kanalizace a vedení splaškové kanalizace. Vodovodní i splašková přípojka se napojí na stávající podzemní vodovodní řád, který se nachází na stejné parcele. Dešťová voda ze střechy bude svedena do dvou retenčních nádrží na pozemku a následně využita pro splachování toalet v objektu. Zpevněné plochy budou vyspádovány na vlastní pozemek do vsakovacích rýh. Viz příloha C.2 Koordinační situační výkres.

b) Připojovací rozměry, výkonové kapacity a délky

Přípojka NN:	délka 56,26 m
Vodovodní přípojka:	délka 25,10 m
Přípojka splaškové kanalizace:	délka: 29,63 m

Všechny úpravy a nové napojení budou provedeny po konzultaci a odsouhlasení správců jednotlivých inženýrských sítí.

B.4 Dopravní řešení

a) Popis dopravního řešení včetně bezbariérových opatření pro přístupnost a užívání stavby osobami se sníženou schopností pohybu nebo orientace

Objekt je napojen na místní komunikaci šířky 9 m. Podél této komunikace se nenachází chodník. U objektu se nachází samostatné parkoviště s kapacitou 39 stání z toho 3 stání jsou určena pro osoby s omezenou schopností pohybu. Povrch parkoviště před objektem je z asfaltu. Přístup k budově je bezbariérový.

b) Napojení území na stávající dopravní infrastrukturu

Objekt je napojen na stávající komunikaci.

c) Doprava v klidu

U objektu se nachází samostatné parkoviště s kapacitou 39 stání z toho 3 stání jsou určena pro osoby s omezenou schopností pohybu.

d) Pěší a cyklistické stezky

Nenavrhují se.

B.5 Řešení vegetace a souvisejících terénních úprav

a) Terénní úpravy

Terén je rovinatý a bude jej tvořit původní vytěžená zemina.

b) Použité vegetační prvky

Na pozemku dojde k zasetí travin, dle přání investora k výsadbě stromů, keřů a ozdobných květin.

c) Biotechnická opatření

Nejsou uvažována.

B.6 Popis vlivů stavby na životní prostředí a jeho ochrana

a) Vliv na životní prostředí – ovzduší, hluk, odpady a půda

Užívání stavby nemá vliv na ovzduší, při realizaci může být prašno. Úroveň hluku se zvýší při realizaci stavby, při užívání se hladina hluku nezvýší oproti normálu. Odpadní voda bude

odvedena do kanalizace, stavební odpad bude tříděn do příslušných kontejnerů, svoz komunálního odpadu je zajištěn odbornou firmou.

b) Vliv na přírodu a krajinu – ochrana dřevin, ochrana památných stromů, ochrana rostlin a živočichů, zachování ekologických funkcí a vazeb v krajině apod.

Stavba nebude mít negativní vliv na krajinu. V okolí stavby se nenachází žádný památný strom. V místě stavby se nenachází žádné vzácné rostliny ani živočichové.

c) Vliv na soustavu chráněných území Natura 2000

Stavební úpravy nemají vliv na chráněná území Natura 2000.

d) Způsob zohlednění podmínek závazného stanoviska posouzení vlivu záměru na životní prostředí, je-li podkladem

Nevyžaduje posouzení EIA.

e) V případě záměrů spadajících do režimu zákona o integrované prevenci základní parametry způsobu naplnění závěrů o nejlepších dostupných technikách nebo integrované povolení, bylo-li vydáno

Nebylo vydáno, neuvažuje se.

f) Navrhovaná ochranná a bezpečnostní pásma, rozsah omezení a podmínky ochrany podle jiných právních předpisů

Ochranné pásmo vzniká u nových venkovních rozvodů technické infrastruktury.

Jedná se o:

- Přípojka NN – 1,0 m na obě strany
- Vedení splaškové kanalizace – 1,5 m na obě strany
- Přípojka dešťové kanalizace – 1,5 m na obě strany
- Přípojka veřejného vodovodu – 1,5 m na obě strany

B.7 Ochrana obyvatelstva

Základní požadavky z hlediska ochrany obyvatelstva jsou splněny.

B.8 Zásady organizace výstavby

a) Potřeby a spotřeby rozhodujících médií a hmot, jejich zajištění

Stavební hmoty budou zajišťovány subdodavateli stavební firmy a dováženy automobilovou dopravou. Voda bude použita z nově vybudované vodovodní přípojky, odpadní voda bude odváděna pomocí splaškové přípojky do splaškové kanalizace před objektem. Elektrická energie bude použita ze staveništního rozvaděče.

b) Odvodnění staveniště

Odvodnění staveniště bude zajištěno nově vybudovanou dešťovou přípojkou a svody.

c) Napojení staveniště na stávající dopravní a technickou infrastrukturu

Stavba bude dopravně obsloužena z přilehlé místní komunikace před objektem. Vozidla před výjezdem ze staveniště musí být patřičně očištěna, aby bylo zamezeno znečišťování veřejných komunikací.

Elektrická energie bude použita ze staveništního rozvaděče. Voda bude použita z nově vybudované vodovodní přípojky.

d) Vliv provádění stavby na okolní stavby a pozemky

Stavba bude mít minimální vliv na okolní stavby a pozemky. V době dovozu stavebního materiálu bude pouze zvýšen provoz na místní komunikaci před objektem.

e) Ochrana okolí staveniště a požadavky na související asanace, demolice, kácení dřevin

Staveniště bude dočasně oploceno plotem o výšce 1,8 m a bude přehledně označeno výstražnými cedulemi. Okolí staveniště nebude zasaženo asanacemi, demolicí ani kácením dřevin.

f) Maximální dočasné a trvalé zábory pro staveniště

Případné občasné zábory vzniknou v případě dovozu nového stavebního materiálu před objektem, většina stavebního materiálu bude rovnou ukládána přímo na pozemek investora.

g) Požadavky na bezbariérové obchozí trasy

Nevzniknou požadavky na bezbariérové obchozí trasy.

h) Maximální produkovaná množství a druhy odpadů a emisí při výstavbě, jejich likvidace

Tabulka 2: Maximální produkované množství odpadů

Katalogové číslo odpadu*	Název odpadu*	Kategorie*	Výčet/odhad množství	Způsob nakládání s odpadem**
17 01 01	Beton	Stavební a demoliční odpady	0,30 t	Recyklace
17 02 01	Dřevo	Stavební a demoliční odpady	0,16 t	Recyklace
17 02 02	Sklo	Stavební a demoliční odpady	0,03 t	Recyklace
17 04 05	Železo a ocel	Stavební a demoliční odpady	0,16 t	Recyklace
17 09 04	Směsná suť	Stavební a demoliční odpady	1,60 t	AVE CZ odpadové hospodářství (Čáslav)
17 06 04	Izolační materiály neuvedené pod čísly 17 06 01 a 17 06 03	Stavební a demoliční odpady	0,005 t	Recyklace

*dle vyhlášky č. 8/2021 Sb., Katalog odpadů

**dle § 9a zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech

Veškerý odpad vzniklý v rámci realizace bude předán do zařízení určeného pro nakládání s daným druhem a kategorií odpadu dle § 13 odst. e) zákona o odpadech.

Průběžná evidence odpadů včetně doložení způsobu nakládání (využití, odstranění) musí být původcem odpadu vedena v rozsahu ustanovení § 94 zákona o odpadech.

i) Bilance zemních prací, požadavky na přísun a deponie zemin

Stavebními úpravami nevzniknou žádné požadavky na přísun nebo deponie zemin. Zemina z výkopů základů bude využita pro srovnání terénu na pozemku. Přebytek zeminy se nepředpokládá, v opačném případě bude zemina převezena na rekultivační skládku či deponii v souladu s legislativními podmínkami pro ukládání výkopové zeminy na povrchu terénu (vyhl. č. 541/2020 Sb.).

j) Ochrana životního prostředí při výstavbě

Bude dbáno na to, aby nedocházelo k nadměrnému a zbytečnému znečišťování či poškozování životního prostředí. Na stavbě bude omezena hluchnost, snižována prašnost (plachty, kropení vodou). Odpady nebudou spalovány, bude předcházeno vzniku požáru a zabrání se vniknutí ropných produktů do zeminy.

k) Zásady bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na staveništi

Staveniště bude dočasně oploceno plotem o výšce 1,8 m a bude přehledně označeno výstražnými cedulemi. Bude dbáno na dodržení pracovní doby a pracovního klidu.

Pracovníci budou seznámeni se zásadami bezpečného chování na daném pracovišti a s možnými místy a zdroji ohrožení, budou vybaveni ochrannými pomůckami. Pracovníci budou pravidelně školeni ohledně bezpečnostních postupů a správného používání ochranných prostředků.

Budou dodržovány správné pracovní postupy a techniky.

Veškeré stavební činnosti budou probíhat v souladu s:

- č. 309/2006 Sb., Zákon, kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy.
- č. 591/2006 Sb., Nařízení vlády o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích
- č. 362/2005 Sb., Nařízení vlády o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky

l) Úpravy pro bezbariérové užívání výstavbou dotčených staveb

Projektem navrhovaná stavba nijak neovlivňuje bezbariérově užívané stavby.

m) Zásady pro dopravní inženýrská opatření

Dočasná vnitrostaveništní komunikace bude zpevněna drceným kamenivem. Provoz na stávající silniční komunikaci nebude nijak omezen. Převážní plány vozidel musí být zpracovány tak, aby byly omezeny počty jízd nákladní dopravy a aby se vyloučily jízdy bez zpětného vytížení. Vozidla před výjezdem ze staveniště musí být patřičně očištěna, aby bylo zamezeno znečišťování veřejných komunikací. Vozidla před výjezdem ze staveniště musí být patřičně očištěna, aby bylo zamezeno znečišťování veřejných komunikací.

n) Stanovení speciálních podmínek pro provádění stavby – provádění stavby za provozu, opatření proti účinkům vnějšího prostředí při výstavbě apod.

Nejsou stanoveny žádné speciální podmínky pro provádění stavby ani opatření proti účinkům vnějšího prostředí při výstavbě.

o) Postup výstavby, rozhodující dílčí termíny

Stavební práce budou zahájeny po vydání potřebných povolení. Termíny zahájení a průběhu výstavby budou zvoleny dle klimatických podmínek.

Předpokládané termíny:	Zahájení stavby:	04/2024
	Ukončení stavby:	08/2025

B.9 Celkové vodohospodářské řešení

Veškeré odpadní vody budou odváděny do splaškové kanalizace. Dešťové vody budou svedeny do akumulčních nádrží, nevyužitá voda bude vsakována na pozemku. Zachycená dešťová voda bude dále využita na splachování toalet.

B.10 Seznam podkladů

Pro zpracování projektové dokumentace bylo použito zejména následujících podkladů:

- Nahlížení do katastru nemovitostí – www.czuk.cz
- Územní plán obce Vrdy
- Zajištění inženýrských sítí od jejich poskytovatelů
- Příslušné ČSN
- Informace z geologického vrtu České geologické služby



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKY ÚSPORNÁ BUDOVA ZÁKLADNÍ UMĚLECKÉ ŠKOLY

ENERGY-EFFICIENT ELEMENTARY ART SCHOOL BUILDING

PŘÍLOHA

D.1.2.5 SKLADBY KONSTRUKCÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Kateřina Šplíchalová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Olga Rubinová, Ph.D

BRNO 2024

S1 – SKLADBA STŘECHY (NOSNÁ VRSTVA ŽELEZOBETONOVÁ DESKA)

ČÍSLO	FUNKCE VRSTVY	VLASTNOSTI MATERIÁLU	ZPŮSOB ULOŽENÍ	TLOUŠŤKA [mm]
1.	HYDROIZOLAČNÍ VRSTVA	FÓLIE Z MĚKČENÉHO PVC S POLYESTEROVOU VÝZTUŽNOU VLOŽKOU A NAKAŠÍROVANÝM PES ROUNEM	STABILIZACE LEPENÍM	3,5
2.	SEPARAČNÍ VRSTVA	NETKANÁ TEXTILIE Z POLYPROPYLENOVÝCH VLÁKEN O PLOŠNÉ HMOTNOSTI 500 g.m ⁻²	JEDNOSTRANNÉ NATAVENÍ K PODKLADU	3
3.	STABILIZAČNÍ VRSTVA	POLYURETANOVÉ LEPIDLO	NÁTĚR NA PODKLAD	–
4.	TEPELNĚ IZOLAČNÍ VRSTVA	DESKY Z PĚNOVÉHO POLYSTYRENU, PEVNOST V TLAKU PŘI 10% DEFORMACI 150 kPa, DEKLAROVANÁ HODNOTA SOUČINITELE TEPELNÉ 0,035 W.m ⁻¹ .K ⁻¹	STABILIZACE LEPENÍM	200
5.	STABILIZAČNÍ VRSTVA	POLYURETANOVÉ LEPIDLO	NÁTĚR NA PODKLAD	–
6.	TEPELNĚ IZOLAČNÍ + SPÁDOVÁ VRSTVA	SPÁDOVÉ KLÍNY Z PĚNOVÉHO POLYSTYRENU, PEVNOST V TLAKU PŘI 10% DEFORMACI 100 kPa, DEKLAROVANÁ HODNOTA SOUČINITELE TEPELNÉ VODIVOSTI 0,037 W.m ⁻¹ .K ⁻¹	STABILIZACE LEPENÍM	min 100
7.	STABILIZAČNÍ VRSTVA	POLYURETANOVÉ LEPIDLO	NÁTĚR NA PODKLAD	–
8.	PAROTĚSNÍČÍ + HYDROIZOLAČNÍ VRSTVA	NATAVITELNÝ PÁS Z SBS MODIFIKOVANÉHO ASFALTU, VLOŽKOU ZE SKLENĚNÉ TKANINY O PLOŠNÉ HMOTNOSTI 200 g.m ⁻² , NA POVRCHU SE SEPARAČNÍM PÓSYPEM, ODOLNOST PROTI STĚKÁNÍ 100 °C, OHEBNOST ZA NÍZKÝCH TEPLŮT -25 °C, SOUČINITELE DIFÚZE RADONU ,4.10-11 m ² .s ⁻¹	NATAVENÍ NA PODKLAD	4
9.	PŘÍPRAVNÝ NÁTĚR	ASFALTOVÁ PENETRAČNÍ EMULZE BEZ OBSAHU ROZPOUŠTĚDEL, OBSAH ASFALTU >48%	NÁTĚR NA PODKLAD	–
10.	NOSNÁ VRSTVA	ŽELEZOBETONOVÁ DESKA	VYLITÍ BETONOVÉ SMĚSI DO PŘÍPRAVENÉHO BEDNĚNÍ, ULOŽENÍ OCELOVÉ VÝZTUŽE	200
11.	POHLEDOVÁ VRSTVA	VÁPENOCEMENTOVÁ OMÍTKA	NANESENÍ NA PODKLAD	5
CELKEM				min 515,5

S2 – SKLADBA STŘECHY (NOSNÁ VRSTVA PREFABRIKOVANÝ PANEL)

ČÍSLO	FUNKCE VRSTVY	VLASTNOSTI MATERIÁLU	ZPŮSOB ULOŽENÍ	TLOUŠŤKA [mm]
1.	HYDROIZOLAČNÍ VRSTVA	FÓLIE Z MĚKČENÉHO PVC S POLYESTEROVOU VÝZTUŽNOU VLOŽKOU A NAKAŠÍROVANÝM PES ROUNEM	STABILIZACE LEPENÍM	3,5
2.	SEPARAČNÍ VRSTVA	NETKANÁ TEXTILIE Z POLYPROPYLENOVÝCH VLÁKEN O PLOŠNÉ HMOTNOSTI 500 g.m ⁻²	JEDNOSTRANNÉ NATAVENÍ K PODKLADU	3
3.	STABILIZAČNÍ VRSTVA	POLYURETANOVÉ LEPIDLO	NÁTĚR NA PODKLAD	–
4.	TEPELNĚ IZOLAČNÍ VRSTVA	DESKY Z PĚNOVÉHO POLYSTYRENU, PEVNOST V TLAKU PŘI 10% DEFORMACI 150 kPa, DEKLAROVANÁ HODNOTA SOUČINITELE TEPELNÉ 0,035 W.m ⁻¹ .K ⁻¹	STABILIZACE LEPENÍM	200
5.	STABILIZAČNÍ VRSTVA	POLYURETANOVÉ LEPIDLO	NÁTĚR NA PODKLAD	–
6.	TEPELNĚ IZOLAČNÍ + SPÁDOVÁ VRSTVA	SPÁDOVÉ KLÍNY Z PĚNOVÉHO POLYSTYRENU, PEVNOST V TLAKU PŘI 10% DEFORMACI 100 kPa, DEKLAROVANÁ HODNOTA SOUČINITELE TEPELNÉ VODIVOSTI 0,037 W.m ⁻¹ .K ⁻¹	STABILIZACE LEPENÍM	min 100
7.	STABILIZAČNÍ VRSTVA	POLYURETANOVÉ LEPIDLO	NÁTĚR NA PODKLAD	–
8.	PAROTĚSNÍČÍ + HYDROIZOLAČNÍ VRSTVA	NATAVITELNÝ PÁS Z SBS MODIFIKOVANÉHO ASFALTU, VLOŽKOU ZE SKLENĚNÉ TKANINY O PLOŠNÉ HMOTNOSTI 200 g.m ⁻² , NA POVRCHU SE SEPARAČNÍM PÓSYPEM, ODOLNOST PROTI STĚKÁNÍ 100 °C, OHEBNOST ZA NÍZKÝCH TEPLŮT -25 °C, SOUČINITELE DIFÚZE RADONU ,4.10-11 m ² .s ⁻¹	NATAVENÍ NA PODKLAD	4
9.	PŘÍPRAVNÝ NÁTĚR	ASFALTOVÁ PENETRAČNÍ EMULZE BEZ OBSAHU ROZPOUŠTĚDEL, OBSAH ASFALTU >48%	NÁTĚR NA PODKLAD	–
10.	NOSNÁ VRSTVA	PREFABRIKOVANÝ ŽELEZOBETONOVÝ PANEL	OSAŽENÍ PANELU NA NOSNÉ STĚNY	320
11.	POHLEDOVÁ VRSTVA	VÁPENOCEMENTOVÁ OMÍTKA	NANESENÍ NA PODKLAD	5
CELKEM				min 635,5

P1 – SKLADBA PODLAHY NA TERÉNU (S KERAMICKOU DLAŽBOU)

ČÍSLO	FUNKCE VRSTVY	VLASTNOSTI MATERIÁLU	ZPŮSOB ULOŽENÍ	TLOUŠŤKA [mm]
1.	NÁŠLAPNÁ + SPÁROVACÍ VRSTVA	KERAMICKÁ DLAŽBA DO INTERIÉRU, SPÁROVACÍ HMOTA NA BÁZI ANORGANICKÝCH POJIV, PLNIV A MODIFIKAČNÍCH PŘÍRAD	STABILIZACE LEPENÍM	10
2.	LEPÍCI VRSTVA	JEDNOSLOŽKOVÁ HMOTA NA BÁZI CEMENTU PRO LEPENÍ KERAMICKÝCH OBKLADŮ A DLAŽEB	NÁTĚR NA PODKLAD	6
3.	PENETRAČNÍ VRSTVA	NÁTĚR NA BÁZI AKRYLÁTOVÉ DISPERZE A MODIFIKAČNÍCH PŘÍRAD	NÁTĚR NA PODKLAD	–
4.	ROZNÁŠECÍ + VÝZTUŽNÁ VRSTVA	PODLAHOVÝ POTĚR – SMĚS S CEMENTOVÝM POJIVEM, TŘÍDA PEVNOSTI V TAHU ZA OHYBU F4 SVAŘOVANÁ KARI SÍŤ, OKO 150 x 150 mm, DRÁT 6 mm	NÁTĚR NA PODKLAD, ULOŽENÍ KARI SÍŤE	50
5.	SEPARAČNÍ VRSTVA	FÓLIE LEHKÉHO TYPU Z NÍZKOHUSTOTNÍHO POLYETHYLENU	KOTVENÍ K PODKLADU + ZATÍŽENÍ	0,2
6.	TEPELNĚIZOLAČNÍ VRSTVA	DESKY Z PĚNOVÉHO POLYSTYRENU, PEVNOST V TLAKU PŘI 10% DEFORMACI 150 kPa, DEKLAROVANÁ HODNOTA SOUČiniteLE TEPELNÉ VODIVOSTI 0,035 W.m-1.K-1	STABILIZACE LEPENÍM	180
7.	HYDROIZOLAČNÍ + PROTIRADONOVÁ VRSTVA	PÁS Z SBS MODIFIKOVANÉHO ASFALTU, VLOŽKOU ZE SKLENĚNÉ TKANINY O PLOŠNÉ HMOTNOSTI 200 g.m-2, NA POVRCHU SE SEPARAČNÍM POSÝPEM, ODOLNOST PROTI STĚKÁNÍ 100 °C, OHEBNOST ZA NÍZKÝCH TEPLOT -25 °C, SOUČINTEL DIFÚZE RADONU 1,4.10-11 m2.s-1	BODOVÉ NATAVENÍ NA PODKLAD	4
8.	PŘÍPRAVNÝ NÁTĚR	ASFALTOVÁ PENETRAČNÍ EMULZE BEZ OBSAHU ROZPOUŠŤEDEL, OBSAH ASFALTU >48%	NÁTĚR NA PODKLAD	–
9.	NOSNÁ VRSTVA	BETONOVÁ DESKA S VÝZTUŽNÝMI VLÁKNY	VYLITÍ BETONOVÉ SMĚSI DO PŘÍPRAVENÉHO BEDNĚNÍ, ULOŽENÍ VÝZTUŽNÝCH VLÁKEN	150
CELKEM				400,2

Z7 – SKLADBA VNITŘNÍ NENOSNÉ STĚNY (S OBKLADEM NA JEDNÉ STRANĚ)

ČÍSLO	FUNKCE VRSTVY	VLASTNOSTI MATERIÁLU	ZPŮSOB ULOŽENÍ	TLOUŠŤKA [mm]
1.	POHLEDOVÁ VRSTVA	KERAMICKÁ DLAŽBA	NALEPENÍ	10
2.	SRVNÁVACÍ VRSTVA	JEDNOSLOŽKOVÉ CEMENTOVÉ LEPIDLO NA LEPENÍ OBKLADŮ A DLAŽEB	NANESENÍ NA PODKLAD	5
3.	HYDROIZOLAČNÍ VRSTVA	CEMENTO-AKRYLÁTOVÁ, JEDNOSLOŽKOVÁ	NANESENÍ NA PODKLAD	4
4.	ADHEZNÍ VRSTVA	VÁPENOCEMENTOVÝ NÁTĚR V ODSŤÍNU OMÍTKY	NÁTĚR NA PODKLAD	–
5.	NOSNÁ VRSTVA	PÓROBETONOVÉ TVÁRNICE, SOUČINTEL TEPELNÉ VODIVOSTI 0,130 W/mK, Rw=37 dB	ZDĚNO NA MALTOVÉ LÓŽE	100
6.	ADHEZNÍ VRSTVA	VÁPENOCEMENTOVÝ NÁTĚR V ODSŤÍNU OMÍTKY	NÁTĚR NA PODKLAD	–
7.	HYDROIZOLAČNÍ VRSTVA	CEMENTO-AKRYLÁTOVÁ, JEDNOSLOŽKOVÁ	NANESENÍ NA PODKLAD	4
8.	SRVNÁVACÍ VRSTVA	JEDNOSLOŽKOVÉ CEMENTOVÉ LEPIDLO NA LEPENÍ OBKLADŮ A DLAŽEB	NANESENÍ NA PODKLAD	5
9.	POHLEDOVÁ VRSTVA	KERAMICKÁ DLAŽBA	NALEPENÍ	10
CELKEM				138

P2 – SKLADBA PODLAHY NA TERÉNU

ČÍSLO	FUNKCE VRSTVY	VLASTNOSTI MATERIÁLU	ZPŮSOB ULOŽENÍ	TLOUŠŤKA [mm]
1.	NÁŠLAPNÁ VRSTVA	HETEROGENNÍ PODLAHOVÁ KRYTINA NA BÁZI POLYVINILCHLORIDU S VLOŽENÝM SKLENĚNÝM ROUNEM A OCHRANNOU VRSTVOU POLYURE-TANOVÉHO LAKU	STABILIZACE LEPENÍM	2
2.	LEPÍCÍ VRSTVA	DISPERZNÍ LEPIDLO PRO POKLÁDKU PODLAHOVIN Z PVC A CV	NÁTĚR NA PODKLAD	1
3.	VYROVNÁVACÍ VRSTVA	JEDNOSLOŽKOVÁ SAMONIVELAČNÍ HMOTA NA BÁZI CEMENTU A MODIFIKAČNÍCH PŘÍŠAD	NÁTĚR NA PODKLAD	7
4.	PENETRAČNÍ VRSTVA	JEDNOSLOŽKOVÝ DISPERZNÍ NÁTĚR PRO SAVÉ PODKLADY POD SAMONIVELAČNÍ HMOTY	NÁTĚR NA PODKLAD	–
5.	ROZNÁŠECÍ + VÝZTUŽNÁ VRSTVA	PODLAHOVÝ POTĚR – SMĚŠ S CEMENTOVÝM POJIVEM, TŘÍDA PEVNOSTI V TAHU ZA OHYBU F4 SVAŘOVANÁ KARI SÍŤ, OKO 150 x 150 mm, DRÁT 6 mm	NÁTĚR NA PODKLAD, ULOŽENÍ KARI SÍŤE	60
6.	SEPARAČNÍ VRSTVA	FÓLIE LEHKÉHO TYPU Z NÍZKOHUSTOTNÍHO POLYETHYLENU	KOTVENÍ K PODKLADU + ZATÍŽENÍ	0,2
7.	TEPELNĚIZOLAČNÍ VRSTVA	DESKY Z PĚNOVÉHO POLYSYTRENU, PEVNOST V TLAKU PŘI 10% DEFORMACI 150 kPa, DEKLAROVANÁ HODNOTA SOUČINITELE TEPELNÉ VODIVOSTI 0,035 W.m-1.K-1	STABILIZACE LEPENÍM	180
8.	HYDROIZOLAČNÍ + PROTIRADONOVÁ VRSTVA	PÁS Z SBS MODIFIKOVANÉHO ASFALTU, VLOŽKOU ZE SKLENĚNÉ TKANINY O PLOŠNÉ HMOTNOSTI 200 g.m-2, NA POVRCHU SE SEPARAČNÍM POSÝPEM, ODOLNOST PROTI STÉKÁNÍ 100 °C, OHEBNOST ZA NÍZKÝCH TEPLŮT -25 °C, SOUČINITELE DIFÚZE RADONU 1,4.10-11 m2.s-1	BODOVÉ NATAVENÍ NA PODKLAD	4
9.	PŘÍPRAVNÝ NÁTĚR	ASFALTOVÁ PENETRAČNÍ EMULZE BEZ OBSAHU ROZPOUŠŤEDEL, OBSAH ASFALTU >48%	NÁTĚR NA PODKLAD	–
10.	NOSNÁ VRSTVA	BETONOVÁ DESKA S VÝZTUŽNÝMI VLÁKNY	VYLITÍ BETONOVÉ SMĚŠI DO PŘÍPRAVENÉHO BEDNĚNÍ, ULOŽENÍ VÝZTUŽNÝCH VLÁKEN	150
CELKEM				404,2

P3 – SKLADBA PODLAHY (S KERAMICKOU DLAŽBOU)

ČÍSLO	FUNKCE VRSTVY	VLASTNOSTI MATERIÁLU	ZPŮSOB ULOŽENÍ	TLOUŠŤKA [mm]
1.	NÁŠLAPNÁ + SPÁROVACÍ VRSTVA	KERAMICKÁ DLAŽBA DO INTERIÉRU, SPÁROVACÍ HMOTA NA BÁZI ANORGANICKÝCH POJIV, PLNIV A MODIFIKAČNÍCH PŘÍŠAD	STABILIZACE LEPENÍM	10
2.	LEPÍCÍ VRSTVA	JEDNOSLOŽKOVÁ HMOTA NA BÁZI CEMENTU PRO LEPENÍ KERAMICKÝCH OBKLADŮ A DLAŽEB	NÁTĚR NA PODKLAD	6
3.	PENETRAČNÍ VRSTVA	NÁTĚR NA BÁZI AKRYLÁTOVÉ DISPERZE A MODIFIKAČNÍCH PŘÍŠAD	NÁTĚR NA PODKLAD	–
4.	ROZNÁŠECÍ + VÝZTUŽNÁ VRSTVA	PODLAHOVÝ POTĚR – SMĚŠ S CEMENTOVÝM POJIVEM, TŘÍDA PEVNOSTI V TAHU ZA OHYBU F4 SVAŘOVANÁ KARI SÍŤ, OKO 150 x 150 mm, DRÁT 6 mm	NÁTĚR NA PODKLAD, ULOŽENÍ KARI SÍŤE	50
5.	SEPARAČNÍ VRSTVA	FÓLIE LEHKÉHO TYPU Z NÍZKOHUSTOTNÍHO POLYETHYLENU	KOTVENÍ K PODKLADU + ZATÍŽENÍ	0,2
6.	AKUSTICKÁ VRSTVA (KROČEJOVÁ)	DESKY Z ELASTIFIKOVANÉHO POLYSTYRENU, NORMOVÉ UŽITNÉ ZATÍŽENÍ ≤4 150 kPa, DEKLAROVANÁ HODNOTA SOUČINITELE TEPELNÉ VODIVOSTI 0,044 W.m-1.K-1	STABILIZACE LEPENÍM	30
7.	STABILIZAČNÍ VRSTVA	POLYURETANOVÉ LEPIDLO	NÁTĚR NA PODKLAD	–
8.	NOSNÁ VRSTVA	ŽELEZOBETONOVÁ DESKA	VYLITÍ BETONOVÉ SMĚŠI DO PŘÍPRAVENÉHO BEDNĚNÍ, ULOŽENÍ OCELOVÉ VÝZTUŽE	200
9.	POHLEDOVÁ VRSTVA	VÁPENOCEMENTOVÁ OMÍTKA	NANESENÍ NA PODKLAD	5
CELKEM				301,2

P4 – SKLADBA PODLAHY

ČÍSLO	FUNKCE VRSTVY	VLASTNOSTI MATERIÁLU	ZPŮSOB ULOŽENÍ	TLOUŠŤKA [mm]
1.	NÁŠLAPNÁ VRSTVA	HETEROGENNÍ PODLAHOVÁ KRYTINA NA BÁZI POLYVINILCHLORIDU S VLOŽENÝM SKLENĚNÝM ROUNEM A OCHRANNOU VRSTVOU POLYURETANOVÉHO LAKU	STABILIZACE LEPENÍM	2
2.	LEPÍCÍ VRSTVA	DISPERZNÍ LEPIDLO PRO POKLÁDKU PODLAHOVIN Z PVC A CV	NÁTĚR NA PODKLAD	1
3.	VYROVNÁVACÍ VRSTVA	JEDNOSLOŽKOVÁ SAMONIVELAČNÍ HMOTA NA BÁZI CEMENTU A MODIFIKAČNÍCH PŘÍŠAD	NÁTĚR NA PODKLAD	7
4.	PENETRAČNÍ VRSTVA	JEDNOSLOŽKOVÝ DISPERZNÍ NÁTĚR PRO SAVÉ PODKLADY POD SAMONIVELAČNÍ HMOTY	NÁTĚR NA PODKLAD	–
5.	ROZNÁŠECÍ + VÝZTUŽNÁ VRSTVA	PODLAHOVÝ POTĚR – SMĚS S CEMENTOVÝM POJIVEM, TŘÍDA PEVNOSTI V TAHU ZA OHYBU F4 SVAŘOVANÁ KARI SÍŤ, OKO 150 x 150 mm, DRÁT 6 mm	NÁTĚR NA PODKLAD, ULOŽENÍ KARI SÍŤE	60
6.	SEPARAČNÍ VRSTVA	FÓLIE LEHKÉHO TYPU Z NÍZKOHUSTOTNÍHO POLYETHYLENU	KOTVENÍ K PODKLADU + ZATÍŽENÍ	0,2
7.	AKUSTICKÁ VRSTVA (KROČEJOVÁ)	DESKY Z ELASTIFIKOVANÉHO POLYSYTRENU, NORMOVÉ UŽITNÉ ZATÍŽENÍ ≤ 4 150 kPa, DEKLAROVANÁ HODNOTA SOUČINITELE TEPELNÉ VODIVOSTI 0,044 W.m-1.K-1	STABILIZACE LEPENÍM	30
8.	STABILIZAČNÍ VRSTVA	POLYURETANOVÉ LEPIDLO	NÁTĚR NA PODKLAD	–
9.	NOSNÁ VRSTVA	ŽELEZOBETONOVÁ DESKA	VYLITÍ BETONOVÉ SMĚSI DO PŘÍPRAVENÉHO BEDNĚNÍ, ULOŽENÍ OCELOVÉ VÝZTUŽE	200
10	POHLEDOVÁ VRSTVA	VÁPENOCEMENTOVÁ OMÍTKA	NANESENÍ NA PODKLAD	5
			CELKEM	305

P5 – SKLADBA PODLAHY NA SCHODIŠTI

ČÍSLO	FUNKCE VRSTVY	VLASTNOSTI MATERIÁLU	ZPŮSOB ULOŽENÍ	TLOUŠŤKA [mm]
1.	NÁŠLAPNÁ + SPÁROVACÍ VRSTVA	KERAMICKÁ DLAŽBA DO INTERIÉRU, SPÁROVACÍ HMOTA NA BÁZI ANORGANICKÝCH POJIV, PLNIV A MODIFIKAČNÍCH PŘÍŠAD	STABILIZACE LEPENÍM	10
2.	LEPÍCÍ VRSTVA	JEDNOSLOŽKOVÁ HMOTA NA BÁZI CEMENTU PRO LEPENÍ KERAMICKÝCH OBKLADŮ A DLAŽEB	NÁTĚR NA PODKLAD	6
3.	PENETRAČNÍ VRSTVA	NÁTĚR NA BÁZI AKRYLÁTOVÉ DISPERZE A MODIFIKAČNÍCH PŘÍŠAD	NÁTĚR NA PODKLAD	–
4.	NOSNÁ VRSTVA	ŽELEZOBETONOVÁ DESKA	VYLITÍ BETONOVÉ SMĚSI DO PŘÍPRAVENÉHO BEDNĚNÍ, ULOŽENÍ OCELOVÉ VÝZTUŽE	150
			CELKEM	166

Z1 – SKLADBA OBVODOVÉ STĚNY

ČÍSLO	FUNKCE VRSTVY	VLASTNOSTI MATERIÁLU	ZPŮSOB ULOŽENÍ	TLOUŠŤKA [mm]
1.	POHLEDOVÁ VRSTVA	SILIKONOVÁ PASTOVITÁ OMÍTKA, BARVA BÍLÁ	NANESENÍ NA PODKLAD	2
2.	ADHEZNÍ VRSTVA	PENETRAČNÍ NÁTĚR V ODSTÍNU OMÍTKY, VYSOKÁ KRYVOST POD PASTOVITÉ A MINERÁLNÍ MÍTKY	NÁTĚR NA PODKLAD	–
3.	TEPELNĚIZOLAČNÍ + VÝZTUŽNÁ VRSTVA	YTONG LEHČENÁ JEDNOVRSTVÁ MINERÁLNÍ OMÍTKA, SLOŽENÁ Z ANORGANICKÝCH POJIV, PLNIV A TEPELNĚIZOLAČNÍCH PŘÍŠAD, VYZTUŽENA SKLOVLÁKNITOU MŘÍŽKOVOU TKANINOU, SOUČINITEL TEPELNÉ VODIVOSTI $\leq 0,21$ W/mK	NANESENÍ NA PODKLAD	15
4.	TEPELNĚIZOLAČNÍ + NOSNÁ VRSTVA	PÓROBETONOVÉ TVÁRNICE, SOUČINITEL TEPELNÉ VODIVOSTI $0,077$ W/mK, $R_w=50$ dB	ZDĚNO NA MALTOVÉ LÓŽE, VODOROVNÉ SPÁRY NA PERO A DRÁŽKU	500
5.	TEPELNĚIZOLAČNÍ + SRVNÁVACÍ VRSTVA	YTONG LEHČENÁ JEDNOVRSTVÁ MINERÁLNÍ OMÍTKA, SLOŽENÁ Z ANORGANICKÝCH POJIV, PLNIV A TEPELNĚIZOLAČNÍCH PŘÍŠAD, SOUČINITEL TEPELNÉ VODIVOSTI $\leq 0,21$ W/mK	NANESENÍ NA PODKLAD	5
6.	POHLEDOVÁ VRSTVA	VNITŘNÍ STĚRKA HLAZENÁ, SOUČINITEL TEPELNÉ VODIVOSTI $0,28$ W/mK	NANESENÍ NA PODKLAD	2
CELKEM				524

Z2 – SKLADBA OBVODOVÉ STĚNY (S DŘEVĚNÝM OBKLADEM)

ČÍSLO	FUNKCE VRSTVY	VLASTNOSTI MATERIÁLU	ZPŮSOB ULOŽENÍ	TLOUŠŤKA [mm]
1.	POHLEDOVÁ VRSTVA	SVISLÝ DŘEVĚNÝ OBKLAD, MODŘINOVÉ DŘEVO OŠETŘENO OCHRANNÝM NÁTĚREM	PŘIVRTÁNÍ VRUTY K PODKLADU	20
2.	NOSNÁ + VĚTRACÍ VRSTVA	HORIZONTÁLNÍ ROŠT Z LATÍ 30×60 mm, SMRKOVÉ DŘEVO OŠETŘENO OCHRANNÝM NÁTĚREM	PŘIVRTÁNÍ VRUTY K PODKLADU	30
3.	NOSNÁ + VĚTRACÍ VRSTVA	SVISLÉ LAŤOVÁNÍ 30×60 mm, SMRKOVÉ DŘEVO OŠETŘENO OCHRANNÝM NÁTĚREM	PŘIVRTÁNÍ VRUTY K PODKLADU	30
4.	TEPELNĚIZOLAČNÍ + NOSNÁ VRSTVA	PÓROBETONOVÉ TVÁRNICE, SOUČINITEL TEPELNÉ VODIVOSTI $0,077$ W/mK, $R_w=50$ dB	ZDĚNO NA MALTOVÉ LÓŽE, VODOROVNÉ SPÁRY NA PERO A DRÁŽKU	500
5.	TEPELNĚIZOLAČNÍ + SRVNÁVACÍ VRSTVA	YTONG LEHČENÁ JEDNOVRSTVÁ MINERÁLNÍ OMÍTKA, SLOŽENÁ Z ANORGANICKÝCH POJIV, PLNIV A TEPELNĚIZOLAČNÍCH PŘÍŠAD, SOUČINITEL TEPELNÉ VODIVOSTI $\leq 0,21$ W/mK	NANESENÍ NA PODKLAD	5
6.	POHLEDOVÁ VRSTVA	VNITŘNÍ STĚRKA HLAZENÁ, SOUČINITEL TEPELNÉ VODIVOSTI $0,28$ W/mK	NANESENÍ NA PODKLAD	2
CELKEM				587

Z3 – SKLADBA VNITŘNÍ NOSNÉ STĚNY (tl. 500 mm)

ČÍSLO	FUNKCE VRSTVY	VLASTNOSTI MATERIÁLU	ZPŮSOB ULOŽENÍ	TLOUŠŤKA [mm]
1.	POHLEDOVÁ VRSTVA	VNITŘNÍ STĚRKA HLAZENÁ, SOUČINITEL TEPELNÉ VODIVOSTI $0,28$ W/mK	NANESENÍ NA PODKLAD	2
2.	SRVNÁVACÍ VRSTVA	YTONG LEHČENÁ JEDNOVRSTVÁ MINERÁLNÍ OMÍTKA, SLOŽENÁ Z ANORGANICKÝCH POJIV, PLNIV A TEPELNĚIZOLAČNÍCH PŘÍŠAD, SOUČINITEL TEPELNÉ VODIVOSTI $\leq 0,21$ W/mK	NANESENÍ NA PODKLAD	5
3.	NOSNÁ VRSTVA	PÓROBETONOVÉ TVÁRNICE, SOUČINITEL TEPELNÉ VODIVOSTI $0,077$ W/mK, $R_w=50$ dB	ZDĚNO NA MALTOVÉ LÓŽE, VODOROVNÉ SPÁRY NA PERO A DRÁŽKU	500
4.	SRVNÁVACÍ VRSTVA	YTONG LEHČENÁ JEDNOVRSTVÁ MINERÁLNÍ OMÍTKA, SLOŽENÁ Z ANORGANICKÝCH POJIV, PLNIV A TEPELNĚIZOLAČNÍCH PŘÍŠAD, SOUČINITEL TEPELNÉ VODIVOSTI $\leq 0,21$ W/mK	NANESENÍ NA PODKLAD	5
5.	POHLEDOVÁ VRSTVA	VNITŘNÍ STĚRKA HLAZENÁ, SOUČINITEL TEPELNÉ VODIVOSTI $0,28$ W/mK	NANESENÍ NA PODKLAD	2
CELKEM				514

Z4 – SKLADBA VNITŘNÍ NOSNÉ STĚNY (tl. 250 mm)

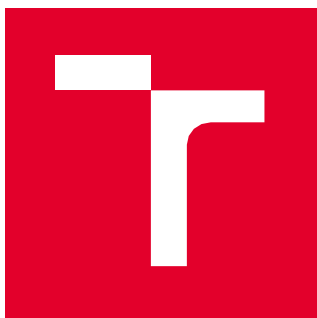
ČÍSLO	FUNKCE VRSTVY	VLASTNOSTI MATERIÁLU	ZPŮSOB ULOŽENÍ	TLOUŠŤKA [mm]
1.	POHLEDOVÁ VRSTVA	VNITŘNÍ STĚRKA HLAZENÁ, SOUČINITEL TEPELNÉ VODIVOSTI 0,28 W/mK	NANESENÍ NA PODKLAD	2
2.	SRVNÁVACÍ VRSTVA	YTONG LEHČENÁ JEDNOVRSTVÁ MINERÁLNÍ OMÍTKA, SLOŽENÁ Z ANORGANICKÝCH POJIV, PLNIV A TEPELNĚIZOLAČNÍCH PŘISAD, SOUČINITEL TEPELNÉ VODIVOSTI $\leq 0,21$ W/mK	NANESENÍ NA PODKLAD	5
3.	NOSNÁ VRSTVA	VÁPENOPÍSKOVÉ TVÁRNICE, SOUČINITEL TEPELNÉ VODIVOSTI 0,98 W/mK, $R_w=57$ dB	ZDĚNO NA MALTOVÉ LÓŽE, VODOROVNÉ SPÁRY NA PERO A DRÁŽKU	250
4.	SRVNÁVACÍ VRSTVA	YTONG LEHČENÁ JEDNOVRSTVÁ MINERÁLNÍ OMÍTKA, SLOŽENÁ Z ANORGANICKÝCH POJIV, PLNIV A TEPELNĚIZOLAČNÍCH PŘISAD, SOUČINITEL TEPELNÉ VODIVOSTI $\leq 0,21$ W/mK	NANESENÍ NA PODKLAD	5
5.	POHLEDOVÁ VRSTVA	VNITŘNÍ STĚRKA HLAZENÁ, SOUČINITEL TEPELNÉ VODIVOSTI 0,28 W/mK	NANESENÍ NA PODKLAD	2
			CELKEM	264

Z6 – SKLADBA VNITŘNÍ NOSNÉ STĚNY (S OBKLADEM NA JEDNÉ STRANĚ)

ČÍSLO	FUNKCE VRSTVY	VLASTNOSTI MATERIÁLU	ZPŮSOB ULOŽENÍ	TLOUŠŤKA [mm]
1.	POHLEDOVÁ VRSTVA	KERAMICKÁ DLAŽBA	NALEPENÍ	10
2.	SRVNÁVACÍ VRSTVA	JEDNOSLOŽKOVÉ CEMENTOVÉ LEPIDLO NA LEPENÍ OBKLADŮ A DLAŽEB	NANESENÍ NA PODKLAD	5
3.	HYDROIZOLAČNÍ VRSTVA	CEMENTO–AKRYLÁTOVÁ, JEDNOSLOŽKOVÁ	NANESENÍ NA PODKLAD	4
4.	ADHEZNÍ VRSTVA	VÁPENOCEMENTOVÝ NÁTĚR V ODSŤÍNU OMÍTKY	NÁTĚR NA PODKLAD	–
5.	NOSNÁ VRSTVA	VÁPENOPÍSKOVÉ TVÁRNICE, SOUČINITEL TEPELNÉ VODIVOSTI 0,98 W/mK, $R_w=57$ dB	ZDĚNO NA MALTOVÉ LÓŽE, VODOROVNÉ SPÁRY NA PERO A DRÁŽKU	250
6.	SRVNÁVACÍ VRSTVA	YTONG LEHČENÁ JEDNOVRSTVÁ MINERÁLNÍ OMÍTKA, SLOŽENÁ Z ANORGANICKÝCH POJIV, PLNIV A TEPELNĚIZOLAČNÍCH PŘISAD, SOUČINITEL TEPELNÉ VODIVOSTI $\leq 0,21$ W/mK	NANESENÍ NA PODKLAD	5
7.	POHLEDOVÁ VRSTVA	VNITŘNÍ STĚRKA HLAZENÁ, SOUČINITEL TEPELNÉ VODIVOSTI 0,28 W/mK	NANESENÍ NA PODKLAD	2
			CELKEM	277

Z6 – SKLADBA VNITŘNÍ NOSNÉ STĚNY (S OBKLADEM NA OBOU STRANÁCH)

ČÍSLO	FUNKCE VRSTVY	VLASTNOSTI MATERIÁLU	ZPŮSOB ULOŽENÍ	TLOUŠŤKA [mm]
1.	POHLEDOVÁ VRSTVA	KERAMICKÁ DLAŽBA	NALEPENÍ	10
2.	SRVNÁVACÍ VRSTVA	JEDNOSLOŽKOVÉ CEMENTOVÉ LEPIDLO NA LEPENÍ OBKLADŮ A DLAŽEB	NANESENÍ NA PODKLAD	5
3.	HYDROIZOLAČNÍ VRSTVA	CEMENTO–AKRYLÁTOVÁ, JEDNOSLOŽKOVÁ	NANESENÍ NA PODKLAD	4
4.	ADHEZNÍ VRSTVA	VÁPENOCEMENTOVÝ NÁTĚR V ODSŤÍNU OMÍTKY	NÁTĚR NA PODKLAD	–
5.	NOSNÁ VRSTVA	VÁPENOPÍSKOVÉ TVÁRNICE, SOUČINITEL TEPELNÉ VODIVOSTI 0,98 W/mK, $R_w=57$ dB	ZDĚNO NA MALTOVÉ LÓŽE, VODOROVNÉ SPÁRY NA PERO A DRÁŽKU	250
6.	ADHEZNÍ VRSTVA	VÁPENOCEMENTOVÝ NÁTĚR V ODSŤÍNU OMÍTKY	NÁTĚR NA PODKLAD	–
7.	HYDROIZOLAČNÍ VRSTVA	CEMENTO–AKRYLÁTOVÁ, JEDNOSLOŽKOVÁ	NANESENÍ NA PODKLAD	4
8.	SRVNÁVACÍ VRSTVA	JEDNOSLOŽKOVÉ CEMENTOVÉ LEPIDLO NA LEPENÍ OBKLADŮ A DLAŽEB	NANESENÍ NA PODKLAD	5
9.	POHLEDOVÁ VRSTVA	KERAMICKÁ DLAŽBA	NALEPENÍ	10
			CELKEM	288



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERINGD

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKY ÚSPORNÁ BUDOVA ZÁKLADNÍ UMĚLECKÉ ŠKOLY

ENERGY-EFFICIENT ELEMENTARY ART SCHOOL BUILDING

PŘÍLOHA

D.2.1 PBŘ – TECHNICKÁ ZPRÁVA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Kateřina Šplíchalová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Olga Rubinová, Ph.D

BRNO 2024

OBSAH

D.2.1	PBŘ – TECHNICKÁ ZPRÁVA	3
1.1	Všeobecné údaje o stavbě	3
1.1.1	Údaje o stavbě	3
1.1.2	Urbanistické a architektonické řešení	3
1.1.3	Konstrukční řešení objektu	3
1.1.4	Popis stavebních konstrukcí	4
1.2	Požárně technické posouzení	4
1.2.1	Podklady použité ke zpracování TZPO	4
1.2.2	Požárně technické charakteristiky	5
1.2.3	Rozdělení objektu do požárních úseků	5
1.2.4	Posouzení požárních úseků, stanovení požárního rizika, velikosti PÚ a jejich SPB	6
1.2.5	Posouzení požární odolnosti stavebních konstrukcí v PÚ	7
1.2.6	Únikové cesty	8
1.2.7	Odstupové vzdálenosti	12
1.3	Technická a technologická zařízení	13
1.3.1	Výtah	13
1.3.2	Mikroklima, větrání a chlazení	13
1.3.3	Vytápění	14
1.3.4	Fotovoltaické panely	14
1.3.5	Technické požadavky na technická zařízení	15
1.3.6	Prostupy rozvodů	15
1.4	Zařízení pro protipožární zásah	17
1.4.1	Přístupové komunikace a nástupní plochy	17
1.4.2	Zásobování požární vodou	18
1.4.3	Návrh počtu PHP	18
1.4.4	Dodávka elektrické energie	19
1.4.5	Zařízení k zajištění požární bezpečnosti	19
1.5	Bezpečnostní tabulky	19
1.6	Závěr	19

D.2.1 PBŘ – TECHNICKÁ ZPRÁVA

Obsah a rozsah požárně bezpečnostního řešení odpovídá prováděcí vyhlášce č.246/2001 Sb., o požární prevenci, vydané k zákonu č. 133/1985 Sb., o požární ochraně.

Stavba:	Základní umělecká škola Projekt pro stavební řízení
Umístění stavby:	Obec Dolní Bučice, p.č 330/6 Okres Kutná Hora Kraj Středočeský

Dokumentace je zpracována v souladu s platnými zákonnými předpisy zejména pak:

vyhláškami MVČR:

- č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb ve znění pozdějších předpisů
- č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru ve znění pozdějších předpisů

vyhláškami MMRČR:

- č. 268/2009 Sb., o obecně technických požadavcích na výstavbu ve znění pozdějších předpisů
- č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb ve znění pozdějších předpisů.

zákony:

- č. 133/1985 Sb., o požární ochraně ve znění pozdějších předpisů.
- Dále je zpracována v souladu s platnými ČSN viz položka 2.1 této zprávy.

1.1 Všeobecné údaje o stavbě

1.1.1 Údaje o stavbě

Jedná se o objekt základní umělecké školy v okrese Kutná hora. Pozemek se nachází v obci Dolní Bučice v katastrálním území Vrdu (786233). Parcelní číslo je 330/6. Základní umělecká škola je situována na pozemku určeném pro stavby občanské vybavenosti obce. Jedná se o novostavbu o dvou nadzemních podlažích bez podsklepení.

1.1.2 Urbanistické a architektonické řešení

Objekt jde pomyslně rozdělit na tři budovy, první je hlavní budova o dvou nadzemních podlažích obsahující učebny, druhá je koncertní sál, má jedno nadzemní podlaží a její provoz je úzce spjat s třetí budovou, ta obsahuje šatny a hygienické zázemí pro účinkující v koncertním sále, má jedno nadzemní podlaží. Objekt má tři ploché střechy, každá se nachází v jiné výškové úrovni. Celková výměra pozemku je 5 005 m², z toho zastavěnou plochu tvoří 697,875 m². Objekt je samostatně stojící a má užitnou plochu 903,500 m².

1.1.3 Konstruktivní řešení objektu

Hlavní vchod do budovy je z jihozápadní strany. První místností je zádveří vedoucí ke schodišti, výtahu, čekárně pro rodiče, kabinetu pro učitele a následně do hlavní chodby. Hlavní chodba

spojuje po pravé straně učebny a technickou místnost (tato místnost má únikové dveře na volné prostranství), po levici jsou hygienické prostory. Poslední místností na levé straně je místnost sloužící jako zázemí pro účinkující v koncertním sále. Vchod do tohoto sálu se nachází na konci chodby, ze sálu vedou únikové dveře na volné prostranství (shromažďovací prostor). Poslední částí prvního nadzemního patra jsou prostory úzce spjaté s koncertním sálem. Přístup do nich je umožněn přes samotný koncertní sál či přes místnost sloužící jako zázemí pro účinkující. Tato část budovy obsahuje chodbu s vedlejším vchodem pro účinkující, dále obsahuje sklad potřeb, šatny pro muže, ženy a hygienické prostory.

Druhé nadzemní patro je přístupné po schodišti a výtahem, naproti výtahu se nachází dva kabiny pro učitele. Další místností je chodba spojující po pravé straně učebny a po levici kuchyňku, hygienické prostory a učebnu not (nauka). Na konci chodby se nachází sklad.

1.1.4 Popis stavebních konstrukcí

Svislé nosné konstrukce: Objekt má nosné obvodové stěny zděné z pórobetonových tvárnic YTONG Lambda YQ 500 PDK od výrobce XELLA, jedná se o jednovrstvé zdivo, které nepotřebuje být dodatečně obaleno zateplovacím systémem. Nosné vnitřní stěny jsou zděné z vápenopískových tvárnic SILKA KSRP 240 (20-2,0) od výrobce XELLA a vnitřní nenosné stěny jsou vyhotovené ze sádkokartonu.

Vodorovné nosné konstrukce: Stropní konstrukce budou dvojího typu, první typ je z prefabrikovaných dílců Stropsystem od výrobce Goldbeck Prefabeton a druhý je monolitický železobetonový strop. Překlady nad otvory budou od výrobce XELLA. Veškeré ztužující věnce a průvlaky budou železobetonové.

Střecha: Základní umělecká škola má tři ploché střechy, každá se nachází v jiné výškové úrovni. Všechny střechy jsou zakončeny hydroizolací a ani jedna není určena k volnému pohybu osob. K zateplení všech střech bude použit expandovaný polystyren.

Schodiště: Schodiště je železobetonové monolitické.

1.2 Požárně technické posouzení

1.2.1 Podklady použité ke zpracování TZPO

Stavebně technické podklady stavby:

- Projektová dokumentace stavební části

Zákon a vyhlášky:

- Zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, (ve znění pozdějších předpisů — vzpp)
- Vyhláška č. 23/2008 Sb. ve znění Vyhlášky č. 268/2011 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb, vzpp
- Vyhláška č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci), vzpp
- Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby, vzpp
- Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb, vzpp

Normy ČSN včetně aktuálních změn k danému datu zpracování:

- ČSN 73 0810 - PBS - Společná ustanovení
- ČSN 73 0802 - PBS - Nevýrobní objekty
- ČSN 73 0818 - PBS - Obsazení objektu osobami
- ČSN 73 0872 - PBS - Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízením
- ČSN 73 0831 - PBS - Požární bezpečnost staveb – Shromažďovací prostory
- ČSN 73 0873 - PBS - Zásobování požární vodou
- ČSN 73 0821, ed. 2 - PBS - Požární odolnost stavebních konstrukcí
- ČSN 06 1008 - Požární bezpečnost tepelných zařízení
- ČSN 01 3495 - Výkresy ve stavebnictví - Výkresy PBS

Další podklady:

- Zoufal a kol.: Hodnoty požární odolnosti stavebních konstrukcí podle Eurokódů
- Technické listy výrobců

1.2.2 Požárně technické charakteristiky

Objekt je posuzován podle ČSN 73 0802 a dle ČSN 73 0831.

Zatřídění objektu:	Nevýrobní objekt
Požární výška objektu:	4,35 m
Počet podlaží:	1.NP, 2.NP (dvoupodlažní, nepodsklepený) Součástí 1.NP je koncertní sál o kapacitě 115 osob
Světlá výška:	1.NP - 4,05 m 2.NP - 3,95 m
Konstrukční systém objektu:	nehořlavý
Svislé konstrukce:	YTONG Lambda YQ 500 PDK – DP1 SILKA KSRP 240 (20-2,0) – DP1
Vodorovné konstrukce:	železobetonová monolitická deska tl. 250 mm — DP1 Stropsystem GOLDBECK – DP1
Poznámka:	Na objektu se nenachází tepelná izolace.

1.2.3 Rozdělení objektu do požárních úseků

N1.01/N2:

Místnosti: chodby, čekárna pro rodiče, učebny, kabinety, toalety, úklid, kuchyňka, technická místnost, koncertní sál, sklady
Plocha: 840,92 m²
Koncertní sál — shromažďovací prostor

N1.02/N2 CHÚC A:

Místnosti: zádveří, schodiště
Plocha: 48,16 m²

Objekt byl rozdělen na dva požární úseky. První požární úsek N1.01./N2 zahrnuje všechny místnosti včetně technické místnosti, ta obsahuje samostatné třetí požární únikové dveře ven z budovy. Tento úsek nezahrnuje schodišťový prostor. Aby byla splněna L_{max} z místnosti 2.09, byla vytvořena chráněná úniková cesta v prostoru schodiště (druhý požární úsek N2.02/N2

CHÚC A). Místnost 1.12 splní L_{max} pro nechráněnou únikovou cestu na volné prostranství druhým a čtvrtým únikovým východem.

Z objektu vedou celkem 4 východy, které jdou použít jako únikové.

- 1) Hlavní vchod — únik osob z celé budovy (rozměr 1900 mm)
- 2) Únikový východ z koncertního sálu a místnosti 1.12 — sklad (rozměr 1900 mm)
- 3) Únikový východ z technické místnosti (rozměr 1900 mm)
- 4) Únikový východ (dveře sloužící jako vstup pro vystupující v koncertním sále, rozměr 900 mm) pro místnosti funkcí svázané s koncertním sálem (například 1.12 — sklad)

Určení shromažďovacího prostoru: Dle normy ČSN 7 0818 — Obsazení objektu osobami a dle normy ČSN 73 0831 — Shromažďovací prostory.

Koncertní sál:

$$S_{\text{hledišťe}} = 157,50 \text{ m}^2$$

$$E_{100} = \frac{100}{0,8} = 125 \text{ osob}$$

$$E_1 = \frac{57,50}{1,2} = 48 \text{ osob}$$

$$S_{\text{jeviště}} = 45,00 \text{ m}^2$$

$$E_2 = \frac{45}{1,5} = 30 \text{ osob}$$

$$E_{\text{celk}} = \sum E_i = 125 + 48 + 30 = 203 \text{ osob}$$
$$E_{\text{norm}} = \frac{\sum SP_i \cdot S_i}{\sum S_i} = \frac{150 \cdot 157,5 + 45 \cdot 100}{157,5 + 45} = 138 \text{ osob}$$

$138 < 203 \Rightarrow$ jedná se o shromažďovací prostor.

Taneční sál:

$$E_{100} = \frac{100}{1,0} = 100 \text{ osob}$$

$$E_1 = \frac{57,50}{2} = 29 \text{ osob}$$

$$E_{\text{celk}} = \sum E_i = 100 + 29 = 129 \text{ osob}$$

$250 > 129 \Rightarrow$ nejedná se o shromažďovací prostor.

V prvním požárním úseku se nachází shromažďovací prostor. Z místnosti 1.11 povedou dvě únikové cesty, jedna přes hlavní vchod směrem k chráněné únikové cestě v prostoru schodiště a druhá ven požárními dveřmi přímo z místnosti 1.11, tyto dveře jsou široké 2 m a budou osazeny kováním s panikovou funkcí.

Nosné konstrukce spadají do kategorie DP1.

Stropní konstrukce je vyhotovena z materiálu, který při vypuknutí požáru neokapává.

Zápalnost textilní záclony a závěsu je delší než 20 sekund a čalouněné materiály vyhovují z hlediska zápalnosti.

Sedadla jsou z materiálu s třídou reakce na oheň nejméně D.

1.2.4 Posouzení požárních úseků, stanovení požárního rizika, velikosti PÚ a jejich SPB

Objekt byl v projektu FIRE posouzen na stanovení požárního rizika, to se vyskytuje v místnosti 1.12 – sklad a 2.09 – výtvarná umění.

4	Nosná konstrukce střech				
	ŽB strop	REI 30	REI 30	ŽB deska tl. 200 mm, krytí 20 mm, REI 60 DP	Vyhoví
	Strop z prefabrikovaných panelů	REI 30	REI 30	Panel tl. 320 mm, krytí min. 20 mm, min. REI 45	Vyhoví
8	Nenosné konstrukce uvnitř požárních úseků				
	YTONG příčka	-	-	YTONG tl. 100 mm, EI 120 DP	Vyhoví
11	Střešní plášť				
	Střešní plášť	B _{ROOF} (t3)	B _{ROOF} (t3)	B _{ROOF} (t3)	Vyhoví

Tabulka 2: Posouzení odolnosti stavebních konstrukcí

PÚ N1.02/N2 CHÚC A - II.					
Pol.	Konstrukce	Požadovaná odolnost kce a její druh		Skutečná odolnost kce	Poznámka
		Nadzemní podlaží	Poslední nadzemní podlaží		
1	Požární stěny				
	S nosnou funkcí	REI 45	REI 30	SILKA tl. 250 mm, REI 240 DP	Vyhoví
2	Požární uzávěry otvorů				
	Z NÚC do CHÚC	EW 30 S ₂₀₀ DP3-C	EW 15 S ₂₀₀ DP3-C	Dle požadavků	Vyhoví
	Dveře v CHÚC	EI 15 S ₂₀₀ DP3-C	EI 15 S ₂₀₀ DP3-C	Dle požadavků	Vyhoví
3	Obvodová stěna				
	Zajišťující stabilitu	REW 45	REW 30	YTONG tl. 500 mm, REW 240 DP1	Vyhoví
4	Nosná konstrukce střech				
	ŽB strop	REI 30	REI 30	ŽB deska tl. 200 mm, krytí 20 mm, REI 60 DP	Vyhoví
11	Střešní plášť				
	Střešní plášť	-	-	Bez požadavků	Vyhoví

1.2.6 Únikové cesty

V objektu se nachází dvě únikové cesty, N1.01/N2 — III. se čtyřmi směry úniku v 1.NP a s jedním směrem úniku ze 2.NP, tento směr úniku se napojuje na chráněnou únikovou cestu N1.02./N2 CHÚC A — II. s jedním směrem úniku, a to ven na volné prostranství. Chráněná úniková cesta byla navržena z důvodu překročení mezní délky nechráněné únikové cesty.

Tabulka 3: Obsazenost objektu osobami

Místnost	Plocha [m ²]	Počet osob [os]	[m ² .os ⁻¹]	a [-]	E [os]	E celk. [os]
1.04	11,40	10	1,0	0,0	11	269
1.07	11,35	3	2,0	0,0	5	
1.08	11,35	3	2,0	0,0	5	
1.09	24,15	3	2,0	0,0	12	
1.11	202,50	115	1,2	0,0	168	
1.23	5,80	1	5,0	0,0	1	
2.06	11,35	3	2,0	0,0	5	
2.07	11,35	3	2,0	0,0	5	
2.08	24,15	3	2,0	0,0	12	
2.09	61,02	21	3,0	1,3	20	
2.11	38,00	17	1,5	0,0	25	

Nechráněná úniková cesta

NÚC slouží jako propojení jednotlivých místností s CHÚC. Jedna NÚC z 1.NP a ze 2.NP se napojuje na CHÚC, další dvě NÚC z 1.NP vedou ven na volné prostranství.

Posouzení délky: dle čl. 9.5.3 ČSN 73 0835 může být pouze jedna NÚC, pokud není delší než 25 m nebo tudíž není evakuováno více než 12 osob.

U místností nebo funkčně ucelené skupiny místností, určené nejvýše pro 40 osob, s podlahovou plochou 100 m² a s největší vnitřní vzdáleností k východu z této místnosti nebo skupiny místností do 15 m, se délka NÚC měří až od osy východu z této místnosti.

Nejsou splněny požadavky pro jednu únikovou cestu z budovy. Na více únikových cest je mezní délka nechráněné únikové cesty 40 m, délka únikové cesty v 1.NP, která činí 37,02 m < 40 m a varianta s více únikovými cestami vyhoví.

Tabulka 4: Posouzení délky NÚC

PÚ	Podlaží	Délka od nejvzdál. rohu ke dveřím	Délka k CHÚC	Začátek ÚC od dveří místnosti			
				Plocha max, 100 m ²	Počet osob max. 40	Délka ke dveřím max. 15 m	Posouzení
N1.01/N2	1.NP	16,62 m	20,40 m	Ne	Ne	Ne	Nevyhoví
	2.NP	11,97 m	14,45 m	Ano	Ano	Ano	Vyhoví

Posouzení šířky: nejmenší šířka NÚC je 1 únikový pruh. Jeden únikový pruh je 550 mm. Dle čl. 9.5.6 v ČSN 73 0835 musí být šířka NÚC minimálně 1,1 m a dveře na těchto cestách minimálně 0,9 m.

Tabulka 5: Posouzení nechráněných únikových cest

PÚ	Podlaží	Posuzované místo	Počet osob	Počet osob v pruhu	u	Počet pruhů	u _{min}	u _{skut}	Posouzení
N1.01/N2	1.NP + sál	Chodba	107	120	0,89	1,1	605	3000	Vyhoví
		Dveře	107	120	0,89	1,1	900	900	Vyhoví
	Sál	Sál	84	120	0,70	1,1	605	11250	Vyhoví
		Dveře	84	120	0,70	1,1	900	1900	Vyhoví
	2.NP	Chodba	67	60	1,12	1,5	825	3000	Vyhoví
		Dveře	67	60	1,12	1,5	900	900	Vyhoví

Chráněná úniková cesta

V souladu s tabulkou 16 normy ČSN 73 0802 lze pro daný objekt využít CHÚC typu A, kdy se jedná o stavbu při výšce objektu do 22,5 m.

V souladu s tabulkou 16 ČSN 73 0802 nelze pro daný objekt využít jedné CHÚC A, na volné prostranství je tedy navržena další NÚC.

Z objektu uniká E = 269 osob, je navržena další NÚC, aby mohli lidé ze sálu bezpečně opustit místnost a nepotřebovali k tomu využít CHÚC.

Posouzení délky: Dle čl. 9.10.5. ČSN 730802 je mezní délka CHÚC A 120 m, zde je skutečná délka CHÚC A měřená z nevzdálenějšího místa po východ na volné prostranství 23,46 m, stav je vyhovující.

Posouzení šířky: Nejmenší šířka CHÚC je 1,5 únikového pruhu. Pro šířku 1,5 únikového pruhu se považuje za vyhovující šířka dveří 800 mm. Jeden únikový pruh je 550 mm. Dle ČSN 73 0835 musí být šířka schodišťového ramene nejméně 1,5 m.

Tabulka 6: Posouzení šířky CHÚC

Posuzované místo	Počet osob	Počet osob v pruhu	u	Počet pruhů	u _{min}	u _{skut}	Posouzení
Schodiště	67	55	1,22	1,5	1500	1500	Vyhoví
Východ	185	130	1,42	1,5	800	1900	Vyhoví

Posouzení odvětrání CHÚC

Tabulka 7: Posouzení odvětrání CHÚC

Podlaží	Otvor	Výška [m]	Šířka [m]	Počet [ks]	Plocha [m ²]	Celkem [m ²]	Plocha úseku [m ²]	Min. 10% [%]	Posouzení
1.NP	Dveře	2,10	1,90	1,00	3,99	3,99	4,50	88,67	Vyhoví
Schodiště	Okna	4,75	1,00	2,00	4,75	9,50	25,83	36,78	Vyhoví
2.NP	Okno	1,50	2,00	1,00	3,00	3,00	16,56	18,12	Vyhoví

Dle čl. 9.4.2. ČSN 730802 pol. a) bude chráněná úniková cesta odvětrána přirozeně okny, a to o ploše nejméně 2 m² v každém podlaží (1.NP a 2.NP — podesty), je-li půdorysná plocha CHÚC A podlaží větší než 20 m² (vstupní hala a zádveří), dimenzují se otevíravé otvory podle půdorysné plochy, a to na 10 % při jednostranném větrání (vnitřní dveře oddělující halu od zádveří brání větrání příčnému).

Dveře na únikových cestách

Dveře na únikové cestě musí umožnit snadný a rychlý průchod, musí zabránit zachycení oděvu, nesmí bránit evakuaci osob ani zásahu požárních jednotek, a kromě dále zmíněných případů musí být orientovány ve směru úniku a nesmí být opatřeny prahem. Na únikových cestách nesmí být použity jiné dveře než otevíravé v postranních závěsech a vodorovně posuvné, což je zde dodrženo.

Dveře z místnosti nebo výchozí dveře z ucelené skupiny místností, kam lze ve smyslu čl. 9.1.0.2 ČSN 730802 posunout počátek únikové cesty, nejsou považovány za dveře na únikové cestě, mohou být orientovány proti směru úniku a mohou mít práh.

Dveře na volné prostranství mohou být orientovány proti směru úniku, jedná se o dveře na volné prostranství pro méně než 200 unikajících osob (čl. 9.13.2. ČSN 730802). Tyto dveře budou opatřeny panikovým zámkem, který umožní otevření i zamčených dveří zevnitř tak, aby byla zachována podmínka trvale volného komunikačního prostoru CHÚC až na volné prostranství

Panikový zámek bude osazen i na dveře mezi místnosti č. 1.01 a 1.02, 1.02 a 1.06, 1.06 a 1.11, 201 a 205.

Dále budou všechny dveře v objektu splňovat následující požadavky:

Veškeré uzamykatelné dveře, vrata, požární uzávěry apod., vyskytující se na únikových cestách, musí mít ve směru úniku osob kování, které umožní po vyhlášení poplachu (nebo po jinak vzniklém ohrožení) jejich otevření ručně nebo samočinně (bez použití klíčů nebo jakýchkoli nástrojů a bez zdržení evakuace), ať jsou již zamčené, zablokované nebo jinak zajištěné proti vloupání apod.

Dveře na únikových cestách, které jsou při běžném provozu zajištěny proti vstupu nepovolených osob (např. mechanicky uzamčeny), musejí být při evakuaci otevíratelné a průchodné (uzamčené dveře musí být vybaveny panikovým zámkem, umožňujícím otevřít dveře bez klíčů apod., např. panikovou klikou).

Pokud je na únikové cestě dle ČSN 730818 maximálně 100 unikajících osob a nejedná se o úniky ze shromažďovacích prostor dle ČSN 730831, je povoleno dveře na únikových cestách všech typů blokovat. Dveře jsou tak v běžném provozu blokovány (bezpečnostními zámkami, kódovými kartami) a musejí být v případě evakuace odblokovány a otevíratelné bez dalších opatření, například pomocí EPS nebo přídržných tlačítek. Za požárně nepřijatelná řešení blokace dveří na únikových cestách se považují varianty, které nezaručují funkčnost požárních uzávěrů, napří-

klad klíček v krabici. Uzávěry nesloužící k evakuaci osob (např. do instalačních šachet), mohou být a zůstat zamčené.

Požárně bezpečnostní zařízení na CHÚC A

Na CHÚC A bude instalováno nouzové osvětlení, budou osazena svítidla s vestavnou samodobjecí baterií, alt. sdružující označení únikové cesty — viz níže. Osvětlení bude v souladu s ČSN EN 1838 funkční po dobu 1 hodiny.

Značky a tabulky

Únikové cesty budou označeny tabulkami podle požadavků ČSN EN ISO 7010 — Grafické značky — Bezpečnostní barvy a bezpečnostní značky — Registrované bezpečnostní značky, ČSN OI 8013 — Požární tabulky a podle nařízení vlády NV 375/2017 Sb. všude, kde není východ na volné prostranství přímo viditelný.

Únikové cesty vyhoví pro posuzovaný objekt.

1.2.7 Odstupové vzdálenosti

Dopad částic

Na objektu se vyskytují konstrukční části druhu DP3, v souladu s čl. 10.4.7. ČSN 730802 je odstupová vzdálenost z důvodu odpadávaní hořících částí stanovena na 2,42 m a 1,88 m.

Tabulka 8: Odstupové vzdálenosti - dopad hořících částic

Výška [m]	tg 20° [-]	Odstupová vzdálenost [m]
6,725	0,36	2,42
5,225	0,36	1,88
2,200	0,36	0,79

Požárně nebezpečný prostor posuzovaných požárně otevřených ploch dosahuje na vlastní pozemek investora, kde se nenacházejí jiné stavební objekty. Požárně nebezpečný prostor od vlivu sálání nepřesahuje hranici pozemků jiných vlastníků. Posuzovaná budova se nenachází v požárně nebezpečném prostoru jiného objektu. Stav je vyhovující.

Tabulka 9: Posouzení sálání ze zcela požárně otevřených ploch

Požární úsek N1.01/N2							
Místnost	Plocha [m ²]	p _v [kg.m ⁻²]	Fasáda	S _p [m ²]	S _{po} [m ²]	p _o [%]	Odstupová vzdálenost [m]
1.04	11,40	63,20	JZ 11	3,00	3,00	100	2,36
			JV 11	27,00	18,00	68	3,36
1.05	12,00		JV 11				
1.06	61,20		SZ 12	6,00	3,00	50	1,07

1.07	11,35		JV 11				
1.08	11,35		JV 11	27,00	18,00	68	3,36
1.09	24,15		JV 11				
1.10	66,94		JZ 21	8,00	6,00	80	3,02
			JV 211	4,00	4,00	100	2,81
1.11	202,50		JV 212	43,00	28,00	65	6,72
			SV 21	24,00	20,00	84	6,02
1.12	27,00		SZ 211	9,00	5,00	56	1,22
1.13	14,69		JZ 31	2,00	2,00	100	1,94
1.14	10,50		SZ 111	9,00	5,00	56	1,22
1.15	10,50		SZ 111				
1.16	6,00		SZ 111				
1.17	6,00		SZ 111				
1.20	12,80		SZ 112	6,00	3,00	50	1,07
1.21	12,80		SZ 112				
1.22	7,20		SZ 112				
1.23	5,80		SZ 112				
2.03	11,40		JZ 12	3,00	3,00	100	2,36
			JV 12				
2.04	12,00		JV 12	27,00	18,00	68	3,36
2.06	11,35		JV 12				
2.07	11,35		JV 12				
2.08	14,15		JV 12				
2.09	61,02		JZ 22	8,00	6,00	80	3,02
			JV 22	8,00	6,00	80	3,02
2.10	14,70		SV 12	1,00	1,00	100	1,10
2.11	38,00		SZ 121	14,00	9,00	67	3,07
2.12	12,80		SZ 122	4,00	2,00	50	1,06
2.13	12,80		SZ 122				
2.14	14,00		SZ 123	4,00	3,00	67	2,20

1.3 Technická a technologická zařízení

1.3.1 Výtah

Výtah je značky Triplex OMEGA. Jedná se o osobní výtah vybavený lanovým pohonem. Výtah je jednoprostorový — není k němu zavedena samostatná strojovna výtahu, pohonná jednotka je umístěna uvnitř výtahové šachty. Výtah neslouží jako evakuační.

1.3.2 Mikroklima, větrání a chlazení

Místnosti v objektu budou odvětrány umělým způsobem — vzduchotechnika. V objektu se nachází tři vzduchotechnické jednotky, nachází se v technické místnosti. Všechny tyto jednotky obsluhují pouze jeden požární úsek (N1.01/N2). Zastínění oken bude realizováno žaluziemi.

Potrubí musí být z nehořlavého materiálu, především v místě prostupu požárně dělící konstrukcí.

Musí být zamezeno šíření požáru a jeho zplodin potrubím do jiných požárních úseků.

Chráněné potrubí: je obalené obkladem nebo tepelnou izolací splňující požární odolnost, nejsou na něm osazeny vyústky. Třída reakce na oheň A1, A2, B.

Nechráněné potrubí: obsahuje vyústky a nemá požadovanou požární odolnost (není obaleno protipožárním materiálem). Aby nedocházelo k šíření požáru, osazují se do potrubí požární klapky (třída reakce na oheň E, EI nebo EI-S). Klapky nemusí být použity, pokud je splněno:

1) Konstrukcí prostupuje potrubí o průřezu menším než 40 000 mm², součet jednotlivých prostupů nepřesahuje plochu 1/100 plochy konstrukce, kterou vzduchotechnika prostupuje, vzdálenost mezi jednotlivými prostupy není menší než 500 mm, na prostupujícím potrubí mohou být vyústky osazeny až po 500 mm od hrany prostupu.

2) Potrubí je po celé délce chráněno, a to i v místě prostupu požárně dělící konstrukcí.

3) Šíření požáru je zamezeno jiným způsobem, průřezová plocha jednoho potrubí je menší než 90 000 mm², součet jednotlivých prostupů nepřesahuje plochu 1/100 plochy konstrukce, kterou vzduchotechnika prostupuje.

1.3.3 Vytápění

Zajištění teplé vody a vytápění objektu bude čtyřmi tepelnými čerpadly země-voda, které se nachází v technické místnosti v 1.NP. Jmenovitý výkon prvního tepelného čerpadla je max. 28,10 kW, druhého 48,74 kW, třetího 48,74 kW a čtvrtého 24,92 kW. Technická místnost netvoří samostatný požární úsek.

1.3.4 Fotovoltaické panely

Budou umístěny na střeše budovy.

- Místo s vypínačem, který odpojí fotovoltaiku o elektrické sítě musí být jasně a zřetelně označeno.
- Rozvodná zařízení elektrické energie, hlavní vypínače elektrického proudu, rozvaděče atd. musí být označeny v souladu s legislativními požadavky.
- Stejnoseměrná část rozvodů pod silným napětím musí být co nejkratší.
- Instalace fotovoltaiky nesmí nijak ovlivňovat provoz budovy — odvětrání, instalace atd.
- V případě umístění na fasádu nesmí vzniknout slabé místo krycí vrstvy. Tepelný izolant musí mít šířku minimálně 20 cm a třídu reakce na oheň A1/A2. U větraných fasád zabránit komínovému efektu.
- Prostupy konstrukcemi utěsnit požárními ucpávkami s určenou požární odolností
- Je vhodná instalace protipožárního alarmu se samočinným odpojením fotovoltaické elektrárny.

Zásahové cesty: u rozsáhlejších instalací na plochých střeších. Panely mohou být v řadě o maximální délce 40 m a musí být odděleny po celé délce odstupem 2 m. Neměly by se zde nacházet ostré hrany — ochranné krytky, žlaby s víkem atd.

Požární odolnost: Střešní plášť splňuje klasifikaci B_{ROOF} (t3).

Třída reakce na oheň: skladby konstrukcí musí mít označení B_{ROOF} (t3), bez této klasifikace se šíření požáru zabraňuje lokálně – plechové vany pod rozvaděči.

1.3.5 Technické požadavky na technická zařízení

Veškerá technická zařízení budou instalována a provozována dle nařízení výrobce/dovozce a budou dodržovány návody k použití jednotlivých výrobků, případně zákonná a normativní ustanovení. Bude dodržena bezpečná vzdálenost tepelných spotřebičů od hořlavých hmot dle přílohy č. 8 vyhlášky č. 23/2008 Sb.

1.3.6 Prostupy rozvodů

Rozvodná potrubí a jejich příslušenství, sloužící k rozvodu nehořlavých látek pro technická zařízení nevýrobních stavebních objektů nebo pro technologické účely těchto objektů, mohou prostupovat dle ČSN 730802 požárně dělící konstrukcí při dodržení podmínek ČSN 730810, a to:

- a) potrubí světlého průřezu do 40 000 mm² (bez ohledu na hořlavost použitého materiálu) bez dalších opatření
- b) potrubí světlého průřezu nad 40 000 mm² je ze stavebních výrobků třídy reakce na oheň A1 nebo A2 (z nehořlavých stavebních výrobků) a jeho případná izolace je alespoň do vzdálenosti 1000 mm od obou líců požárně dělící konstrukce z nehořlavých stavebních výrobků.

Potrubí světlého průřezu nad 40 000 mm² a jejich příslušenství z hořlavých stavebních výrobků nesmí být volně vedena požárním úsekem a musí být:

1. zabudována ve stavební konstrukci druhu DPI, nebo jinak chráněna, např. krycí vrstvou o požární odolnosti min. 30 minut; nebo
2. umístěna v instalační šachtě nebo v kanálu.

Poznámka: Potrubí z nehořlavých stavebních výrobků může být volně vedené požárním úsekem.

Rozvodná potrubí a jejich příslušenství, sloužící k rozvodu hořlavých látek (kapalin a plynů) pro technická a technologická zařízení nevýrobních stavebních objektů dle ČSN 730802, musí být provedeny dle dále uvedených ustanovení. Kromě případů podle bodu a) jsou rozvodná potrubí ze stavebních výrobků třídy reakce na oheň A1. Při prostupu požárně dělící konstrukcí musí být dodržena příslušná ustanovení ČSN 730810 a dále:

- a) rozvodná potrubí světlého průřezu do 750 mm² v budovách skupiny 081 nebo 082 dle ČSN 730833 a požární výšky $h \leq 22,5$ m mohou být pro hořlavé kapaliny z výrobků třídy reakce na oheň A2 a nebo B; v případě hořlavých plynů musí rozvodné potrubí splňovat požadavky podle ČSN EN 1755; v obou případech musí být při požáru spolehlivě zabráněno úniku hořlavých látek mimo rozvodné potrubí (např. požární pojistkou, požárním krytem apod.);
- b) rozvodná potrubí o světlém průřezu do 15 000 mm² bez dalších opatření;
- c) rozvodná potrubí o světlém průřezu nad 15 000 mm² do 35 000 mm² musí mít v místě pro-stupu uzávěr (např. ventil nebo šoupě), který se samočinně uzavře, jakmile teplota pro-středí překročí stanovený limit.

Rozvodná potrubí nad 35 000 mm² nesmějí prostupovat požárně dělícími konstrukcemi a musí být umístěna v samostatných instalačních šachtách nebo kanálech, majících ohraničující konstrukce EI nebo REI 90 DPI a požární uzávěry otvorů EI 45 DPI. Kromě toho musí být potrubí před vstupem do objektu nebo do instalační šachty, popřípadě v dalších místech vybavena uzávěrem samočinně se uzavírajícím (umožňujícím i ruční ovládání), když teplota vně nebo uvnitř instalační šachty dosáhne 80 °C. Samočinný uzávěr musí být doplněn vypínačem zdroje pohybu látky dopravované potrubím.

VZT zařízení musí být provedena tak, aby se jimi nebo po nich nemohl šířit požár nebo jeho zplodiny do jiných požárních úseků. Pro zkoušení požární odolnosti VZT potrubí platí ČSN EN 1366-1. Požárně neuzavřené prostupy VZT zařízení o ploše jednoho prostupu do 40 000 mm² nesmí ve svém souhrnu mít plochu větší než 1/100 plochy požárně dělící konstrukce, kterou VZT prochází, vzájemná vzdálenost prostupů musí být nejméně 500 mm. VZT zařízení bude provedeno v souladu s ČSN 730872.

V chráněné únikové cestě nesmějí být umístěny volně vedené rozvody hořlavých látek (kapalin a plynů) nebo jakékoliv volně vedené potrubní rozvody z výrobků třídy reakce na oheň B až F, volně vedené rozvody VZT, které neslouží pouze pro větrání prostorů chráněné únikové cesty, volně vedené kouřovody a volně vedené elektrické rozvody bez požární odolnosti. VZT a kouřovody mohou být v CHÚC umístěny tehdy, jsou-li zabudovány v konstrukci DPI a od chráněné únikové cesty odděleny krycí vrstvou s požární odolností alespoň EW 30.

Dle ČSN 730810 prostupy rozvodů a instalací, technických a technologických zařízení, elektrických rozvodů apod. mají být navrženy tak, aby co nejméně prostupovaly požárně dělícími konstrukcemi. Konstrukce, ve kterých se vyskytují tyto prostupy, musí být dotaženy až k vnějším povrchům prostupujících zařízení, a to ve stejné skladbě a se stejnou požární odolností jakou má požárně dělící konstrukce. Požárně dělící konstrukce může být případně i zaměněna (nebo upravena) v dotahované části k vnějším povrchům prostupů za předpokladu, že nedojde ke snížení požární odolnosti konstrukce.

Těsnění prostupů se provádí:

- a) realizací požárně bezpečnostního zařízení —výrobku (systému) požární přepážky nebo ucpávky (v souladu s ČSN EN 13501-2+A1:2010), nebo
- b) dotěsněním (například dozděním, dobetonováním) hmotami třídy reakce na oheň A1 nebo A2 v celé tloušťce konstrukce, a to pouze nejedná-li se prostupy okolo chráněných únikových cest (nebo okolo požárních nebo evakuačních výtahů) a zároveň v případech určených dále.

Podle bodu a) se prostupy hodnotí kritérii:

- EI v požárně dělících konstrukcích EI a REI a nebo
- E v požárně dělících konstrukcích EW nebo REW.

Podle bodu b) tohoto textu lze postupovat pouze v následujících případech:

- 1) jedná se o prostup zděnou nebo betonovou konstrukcí a jedná se maximálně o 3 potrubí s trvalou náplní vodou nebo jinou nehořlavou kapalinou. Potrubí musí být třídy reakce na oheň A1 nebo A2 a nebo musí mít vnější průměr potrubí maximálně 30 mm. Případné izolace

- potrubí v místě prostupů musí být nehořlavé, tj. třídy reakce na oheň A1 nebo A2, a to s přesahem minimálně 500 mm na obě strany konstrukce (například je-li ve zděné nebo betonové konstrukci v době výstavby vynechán montážní otvor, po instalaci potrubí musí být otvor dozděn nebo dobetonován v kvalitě okolní konstrukce výrobky třídy reakce na oheň A1 nebo A2, a to až k povrchu potrubí, a to v celé tloušťce konstrukce); nebo
- 2) jedná se o jednotlivý prostup jednoho, samostatně vedeného kabelu elektroinstalace bez chráničky s vnějším průměrem kabelu do 20 mm, předpokládá se provedení prostupu se shodným průměrem, jako je průměr kabelu. Takovýto postup smí být nejen ve zděné nebo betonové, ale i v sádkartonové a sendvičové konstrukci (provede-li se v sendvičové konstrukci otvor většího průměru, než je prostupující kabel, postupu je se podle bodu a)). Tato konstrukce musí být dotažena až k povrchu kabelu shodnou skladbou.
- Podle bodu b) se samostatně posuzují prostupy, mezi nimiž je vzdálenost alespoň 500 mm.

1.4 Zařízení pro protipožární zásah

1.4.1 Přístupové komunikace a nástupní plochy

- Ke každému objektu musí vést příjezdová cesta umožňující příjezd požárních vozidel. Tato komunikace musí vést alespoň do vzdálenosti 20 m od všech vchodů do objektu.
- Přístupová komunikace by měla být dostatečně široká a vyhovující pro bezpečné a snadné pohybování osob s omezenou schopností pohybu a orientace.
- Přístupová komunikace by měla být rovná, bez překážek a bez výrazných změn sklonu. Pokud jsou nutné výrazné změny sklonu, měly by být vybaveny příslušnými zařízeními pro snadné překonání.
- Přístupová komunikace by měla být dobře osvětlená a dobře viditelná. Měly by být instalovány vhodné označení a informační prvky pro snadné orientování.
- Přístupová komunikace by měla být bezbariérová a vyhovovat především osobám s omezenou schopností pohybu a orientace, včetně osob s vozíky, invalidními vozíky, holemi, berlemi nebo jinými pomůckami.
- Přístupová komunikace by měla být vybavena příslušnými zábranami, ochrannými prvky a bezpečnostními prvky pro minimalizaci rizika úrazů nebo nehod.
- Přístupová komunikace by měla být vybavena vhodnými zastávkami, zábradlími a dalšími zařízeními pro zajištění bezpečného a snadného pohybu osob s omezenou schopností pohybu a orientace.
- Přístupová komunikace by měla být vybavena příslušnými prvky pro snadné vstupování a vystupování osob s omezenou schopností pohybu a orientace.

Přístupová komunikace musí být zpevněná i pro pojezd vozidel HZS (zatížení na jednu nápravu 100 kN). Objekt přiléhá k obousměrné zpevněné silniční komunikaci šířky 9 m.

Objekt má požární výšku 4,35 m, do 12 m požární výšky není třeba zřizovat nástupní plochy - čl. 12.4.4. ČSN 730802. Nástupní plocha není požadována.

Vnitřní ani vnější zásahové cesty nejsou požadovány v souladu s čl. 12.5.1. ČSN 730802 a s čl. 12.6.2. ČSN 730802.

1.4.2 Zásobování požární vodou

Vnější odběrní místo:

Požadavek na vnější odběrné místo dle ČSN 730873, tab. 1 a 2: Požární hydrant musí být umístěn ve vzdálenosti nejvíce 150 m od objektu na vodovodním řádu DN 100.

Parametry: DN 100
 $v = 0,8 \text{ m.s}^{-1}$ $v = 1,5 \text{ m.s}^{-1}$
 $Q = 6 \text{ l.s}^{-1}$ $Q = 12 \text{ l.s}^{-1}$

Skutečnost:

Ve vzdálenosti 120 m od posuzovaného objektu se nachází podzemní hydrant na potrubí DN 110, stav je vyhovující.

Vnitřní odběrní místo:

Stanoveno výpočtem součinu, je-li $p \cdot S > 9\,000 \text{ kg}$ podle čl. 4.4 b)1) ČSN 730873, je nutné zřídit vnitřní odběrné místo.

N1.01/N2 – III.: $p \cdot S = 80 \cdot 840,92 = 67\,273,6 \text{ kg}$... je nutné zřídit vnitřní odběrní místo, bude osazen vnitřní hadicový systém DN 19 s tvarově stálou hadicí, poloha viz výkres 1.NP. Umístění systému musí umožňovat jeho snadné a rychlé použití, musí být snadno viditelné a volně přístupné. Hadice musí mít dostatečnou délku, aby obsloužila všechny místnosti PÚ.

N1.02/N2 CHÚC A – II.: $p \cdot S = 10 \cdot 48,16 = 481,6 \text{ kg}$... není nutné zřídit vnitřní odběrní místo

1.4.3 Návrh počtu PHP

Tabulka 10: Návrh počtu PHP

PÚ	S [m ²]	a [-]	c [-]	n _r [-]	Zaokr. n _r [-]	n _{HJ} [-]	Počet [ks]	Návrh [ks]
N1.01/N2 - III	841,00	0,99	1,00	4,30	5	6	30	5
N1.02/N2 CHÚC A - II	48,20	0,85	1,00	1,00	1	6	6	1

Umístění hasicích přístrojů a jejich kontroly dle 53 a 59 vyhlášky č. 246/2001 Sb.:

Umístění PHP musí umožňovat jejich snadné a rychlé použití, PHP musí být snadno viditelné a volně přístupné. Umísťují se na svislé stavební konstrukci nejvýše 1,5 m nad podlahou. Pokud je PHP umístěn na podlaze, musí být zajištěn proti pádu.

Kontroly PHP se provádějí po každém použití, při mechanickém poškození a nejméně 1 x za rok, Součástí údržby PHP je jejich periodická zkouška a plnění. Vlastník objektu bude mít k dispozici doklady o provedených kontrolách PHP.

1.4.4 Dodávka elektrické energie

V řešeném stavebním objektu nejsou elektrické rozvody zajišťující funkci nebo ovládání zařízení sloužících pro protipožární zásah dle čl. 12.9.1. ČSN 730802.

Elektrická zařízení, která neslouží protipožárnímu zabezpečení objektu, mohou mít dle čl. 12.9.3. ČSN 730802 jakékoli vodiče a kabely, které však odpovídají provozním podmínkám.

Elektrické přístroje budou odpovídat platné legislativě a budou instalovány a provozovány dle věcně příslušných norem a předpisů, případně návodů k použití. Rozvaděče umístěné v CHÚC A se budou řídit čl. 5.6 ČSN 730848.

Veškeré elektrické zařízení je možné vypnout vypínacím prvkem TOTAL STOP, který bude umístěn do 5 m od vstupu do objektu.

Objekt bude vybaven bleskosvodem dle platných předpisů.

1.4.5 Zařízení k zajištění požární bezpečnosti

Na CHÚC A bude instalováno nouzové osvětlení, budou osazena svítidla s vestavnou samodobíjecí baterií, alt. sdružující označení únikové cesty — viz výše. Osvětlení bude v souladu s ČSN EN 1838 funkční po dobu 1 hodiny.

Jiná aktivní požárně bezpečnostní zařízení nejsou v objektu instalována, nejsou požadována v souladu s čl. 6.6.9, 6.6.10 a 6.6.11 ČSN 730802 a čl. 4.2.2 ČSN 730875.

1.5 Bezpečnostní tabulky

Příslušnými bezpečnostními tabulkami podle požadavků ČSN EN ISO 7010 — Grafické značky — Bezpečnostní barvy a bezpečnostní značky — Registrované bezpečnostní značky, ČSN OI 8013 — Požární tabulky a podle nařízení vlády NV 375/2017 Sb. budou označeny:

- směry úniku
- přenosné hasicí přístroje
- vnitřní odběrní místo
- hlavní vypínač elektrické energie — TOTAL STOP
- hlavní uzávěr vody
- těsnění prostupů, manžety

1.6 Závěr

Projekt pro stavební povolení (ohlášení stavby) „ZÁKLADNÍ UMĚLECKÁ ŠKOLA" řeší dvoupodlažní nepodsklepenou budovu.

Objekt je řešen dle ČSN 730802 v souladu s navazujícími projektovými normami, zejména ČSN 730835. Budova je rozdělena do dvou požárních úseků. Požární odolnost stavebních konstrukcí vyhoví požadavků SPB jednotlivých požárních úseků. V objektu jsou k dispozici chráněná úniková

vá cesta typu A a nechráněná úniková cesta vyhovujících parametrů. Odstupové vzdálenosti dosahují pouze na vlastní pozemek investora a na veřejné prostranství, stav je vyhovující.

Stavební objekt vyhoví požadavkům požární bezpečnosti staveb při dodržení výše uvedených zásad.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERINGD

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKY ÚSPORNÁ BUDOVA ZÁKLADNÍ UMĚLECKÉ ŠKOLY

ENERGY-EFFICIENT ELEMENTARY ART SCHOOL BUILDING

PŘÍLOHA

D.3.1 AKUSTICKÉ POSOUZENÍ
OBJEKTU

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Kateřina Šplíchalová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Olga Rubinová, Ph.D

BRNO 2024

OBSAH

D.3.1	AKUSTICKÉ POSOUZENÍ OBJEKTU	3
1.1	Urbanistická akustika	3
1.1.1	Řešená situace	3
1.1.2	Hluková mapa	3
1.2	Požadavky dle ČSN 73 0532	4
1.3	Vzduchová neprůzvučnost	4
1.3.1	Požadavky dle ČSN 73 0532	4
1.3.2	Výpočet	4
1.4	Kročejeová neprůzvučnost	5
1.4.1	Výpočet	5
1.5	Doba dozvuku	6
1.5.1	Požadavky normy	6
1.5.2	Doba dozvuku v koncertním sále	6
1.5.3	Doba dozvuku 1.08 – Drnkací nástroje	8
1.5.4	Doba dozvuku 1.09 – Úderné nástroje	10
1.6	Seznam podkladů	12

D.3.1 AKUSTICKÉ POSOUZENÍ OBJEKTU

1.1 Urbanistická akustika

1.1.1 Řešená situace



Obrázek 1: Situace řešeného pozemku

1.1.2 Hluková mapa



Obrázek 2: Hluková mapa obce

Dle hlukové mapy od Ministerstva zdravotnictví nedochází v okolí budovy k nadměrnému hluku.

1.2 Požadavky dle ČSN 73 0532

Tabulka 1: Požadavky na zvukovou izolaci

Hlučný prostor	Požadavky na zvukovou izolaci			
	Stropy		Stěny	Dveře
	R'w [dB]	L'n,w [dB]	R'w [dB]	Rw [dB]
Výukové prostory	52	63	47	37
Veřejně užívané prostory, chodby, schodiště	53	63	47	27
Hlučné prostory (tělocvičny, dílny, jídelny) LA,max 85 dB	55	48	52	-
Velmi hlučné prostory (hudební učebny, dílny) LA,max 90 dB	60	48	57	-

*Hodnoty šedě zbarveného textu nejsou pro akustické posouzení tohoto objektu třeba

1.3 Vzduchová neprůzvučnost

Všechny konstrukce v místnostech se zvýšenými nároky na akustiku jsou tvořeny vápenopískovými akustickými tvárniciemi Silka, v některých místnostech bude postavená akustická předstěna Rigips. Stropy jsou monolitické železobetonové tl. 200 mm.

1.3.1 Požadavky dle ČSN 73 0532

1.3.2 Výpočet

Použité vzorce:

$$R'w = Rw - k1 + \Delta Rw \quad [\text{dB}] \quad (1)$$

Kde je: R'w vážená laboratorní neprůzvučnost [dB]
 ΔRw vážená zvýšená hladina laboratorní neprůzvučnosti [dB]
 k1 korekce závislá na vedlejších cestách šíření zvuku [dB]

$$R'w > R'w,pož \quad [\text{dB}] \quad (2)$$

Kde je: R'w vážená stavební neprůzvučnost [dB]
 R'w,pož požadovaná vážená stavební neprůzvučnost [dB]

Železobetonový strop tl. 200 mm:

Výukové prostory => R'w = 52 dB

Chodby a schodiště => R'w = 53 dB

Velmi hlučné prostory (hudební učebny, dílny) => R'w = 60 dB

$$m'_{1} = 2500 \cdot 0,2 = 500 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$Rw = (37,5 \cdot \log(500)) - 42 = 59,21 \text{ dB}$$

$$f_0 = 160 \cdot (13 \cdot (1/500))^{1/2} = 25,80 \text{ Hz}$$

$$\Delta Rw = 74,4 - 20 \cdot \log(25,80) - 59,21/2 = 16,56 \text{ dB}$$

$$R'w = 59,21 - 2 + 16,56 = 74 \text{ dB}$$

74 > 52 dB **Vyhoví**
 74 > 53 dB **Vyhoví**
 74 > 60 dB **Vyhoví**

Vápenopískové akustické tvárnice Silka:

Výukové prostory, chodby a schodiště => R'w = 47 dB
 Velmi hlučné prostory (hudební učebny, dílny) => R'w = 57 dB

$R'w = 57 - 2 = 55 \text{ dB}$

55 > 47 dB **Vyhoví**
 55 < 57 dB **Nevyhoví**

U místností klasifikovaných jako velmi hlučné prostory bude postavena akustická předstěna z modrých akustických desek Rigips. Tyto desky zlepšují zvukovou neprůzvučnost o 9 až 12 dB.

	Požadavek dle ČSN 73 0532:2020	Původní stav	Nový stav	Rozdíl (zlepšení)
mezibytová stěna	≥ 53 dB	52 dB	61 dB	+ 9 dB
interiérová příčka	≥ 40 dB	33 dB	45 dB	+ 12 dB
strop	≥ 54 dB	44 dB	57 dB	+ 13 dB

Obrázek 3: Zlepšení akustických vlastností dle Rigips

$R'w = 55 + 9 = 64 \text{ dB}$

64 > 57 dB **Vyhoví**

1.4 Kročejová neprůzvučnost

Stropy jsou monolitické železobetonové o tl. 200 mm.

1.4.1 Výpočet

Použité vzorce:

$L'_{n,w} = L_{n,w} - \Delta L_w + k_2 \text{ [dB]} \quad (3)$

Kde je: $L'_{n,w}$ vážená stavební hladina akustického tlaku kročejového zvuku [dB]
 $L_{n,w}$ vážená laboratorní normalizovaná hladina akustického tlaku kročejového zvuku [dB]
 ΔL_w vážená snížená hladina akustického tlaku kročejového zvuku [dB]
 k_2 korekce závislá na vedlejších cestách šíření zvuku [dB]

$L'_{n,w} < L'_{n,w,pož} \text{ [dB]} \quad (4)$

Kde je: $L'_{n,w,pož}$ požadovaná vážená stavební hladina akustického tlaku kročejového zvuku [dB]

Železobetonový strop tl. 200 mm:

Výukové prostory, chodby a schodiště => $L'_{n,w} = 63$ dB

Velmi hlučné prostory (hudební učebny, dílny) => $L'_{n,w} = 48$ dB

$$m'_{1} = 2500 \cdot 0,2 = 500 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$L_{n,w,eq} = 164 - 35 \cdot \log(500) = 69,54 \text{ dB}$$

$$L_{n,w} = 69,54 - 30 + 3 = 43 \text{ dB}$$

43 < 63 dB **Vyhoví**

43 < 48 dB **Vyhoví**

1.5 Doba dozvuku

1.5.1 Požadavky normy

Tabulka 2: Požadavky normy na dobu dozvuku

Horní mez	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Dolní mez	0,65	0,80	0,80	0,80	0,80	0,65

1.5.2 Doba dozvuku v koncertním sále

Cílem této dokumentace je změřeni dozvuku v koncertním sále. Sál je určen nejvýše pro 95 diváků a 20 účinkujících, tedy dohromady 115 osob. V sále se nachází 95 židlí, klavír a pódium. Celkový objem místnosti činí 917 m³.

1.5.2.1 Výpočet

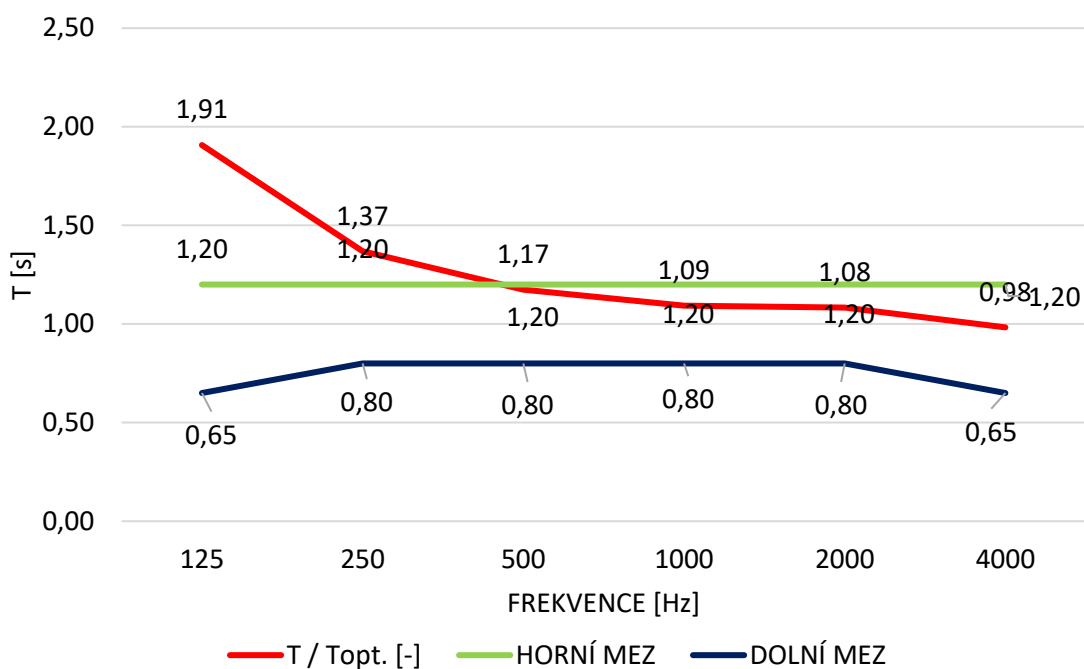
Tabulka 3: Doba dozvuku v koncertním sále

	Frekvence [Hz]					
	125	250	500	1000	2000	4000
Průměr	1,58	1,14	0,97	0,91	0,90	0,82
T_{opt} [s]	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
T / T_{opt} [-]	1,91	1,37	1,17	1,09	1,08	0,98

$$*T_{opt} = 0,3424 \cdot \log V - 0,185$$

1.5.2.2 Porovnání

Graf 1: Porovnání doby dozvuku v koncertním sále č.1



1.5.2.3 Závěr

Dle grafu koncertní sál nevyhoví na dobu dozvuku v nízkých frekvencích, proto je nutné provést nějaké opatření v podobě akustického podhledu.

1.5.2.4 Navržená opatření

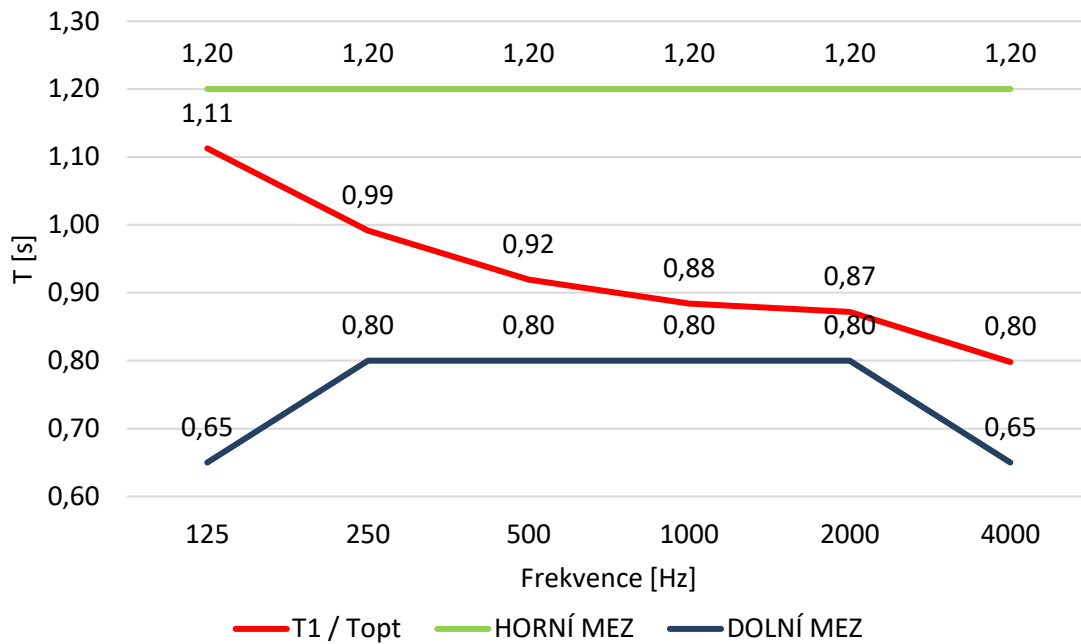
Byl navržen akustický absorpční panel Mappyfiber Flat.

Tabulka 4: Navržená opatření pro koncertní sál

Úprava plochy stropu - Mappyfiber Flat								
	α [-]	Frekvence [Hz]						
	A [m ²]		125	250	500	1000	2000	4000
Mappyfiber Flat	α		0,97	0,72	0,61	0,56	0,58	0,61
	70,00	A	67,90	50,40	42,70	39,20	40,60	42,70
$T_{\text{nam.}}$		[s]	1,58	1,14	0,97	0,91	0,90	0,82
$A_{\text{celková}}$ [m ²]	$0,164 \cdot V / T_{\text{nam.}}$		95,08	132,50	154,51	165,87	167,41	184,53
$A_{\text{úprava}}$ [m ²]	$A_{\text{celková}} + A_{\text{úprava}}$		162,98	182,90	197,21	205,07	208,01	227,23
T_1 [s]	$0,164 \cdot V / A_{\text{úprava}}$		0,92	0,82	0,76	0,73	0,72	0,66
T_{opt} [s]	$0,3424 \cdot \text{Log } V - 0,185$		0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
T_1 / T_{opt}		[-]	1,11	0,99	0,92	0,88	0,87	0,80

1.5.2.5 Porovnání

Graf 2: Porovnání doby dozvuku v koncertním sále č.2



1.5.2.6 Závěr

Použitím akustického absorpčního panelu Mappyfiber Flat na plochu 70 m² z 202,5 m² plochy stropu byla doba dozvuku snížena a je v mezích dle normy ČSN 73 0527 dle tabulky T1.

1.5.3 Doba dozvuku 1.08 – Drnkací nástroje

1.5.3.1 Výpočet

V místnosti budou nejvýše tři osoby a dřevěný nábytek. Celkový objem místnosti je 39,73 m³.

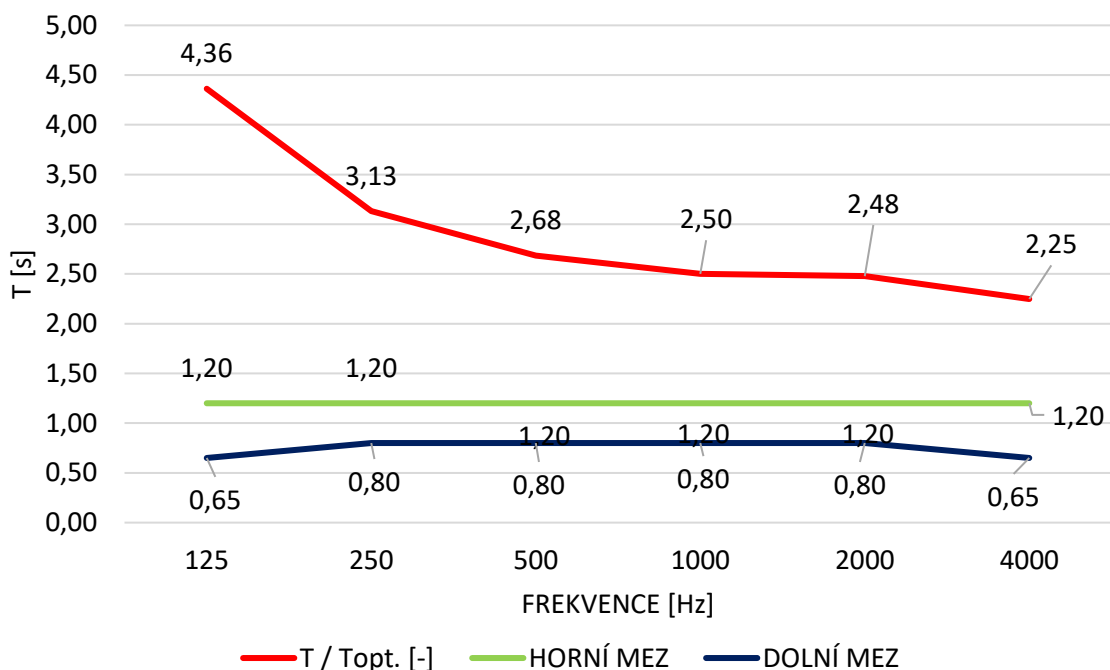
Tabulka 5: Doba dozvuku v místnosti 1.08

	Frekvence [Hz]					
	125	250	500	1000	2000	4000
PRŮMĚR	1,58	1,14	0,97	0,91	0,90	0,82
T _{opt} [s]	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
T / T _{opt} [-]	4,36	3,13	2,68	2,50	2,48	2,25

$$*T_{opt} = 0,3424 \cdot \log V - 0,185$$

1.5.3.2 Porovnání

Graf 3: Porovnání doby dozvuku v místnosti 1.08 č.1



1.5.3.3 Závěr

Dle grafu místnost 1.08 nevyhoví na dobu dozvuku, proto je nutné provést nějaké opatření v podobě akustického podhledu.

1.5.3.4 Navržená opatření

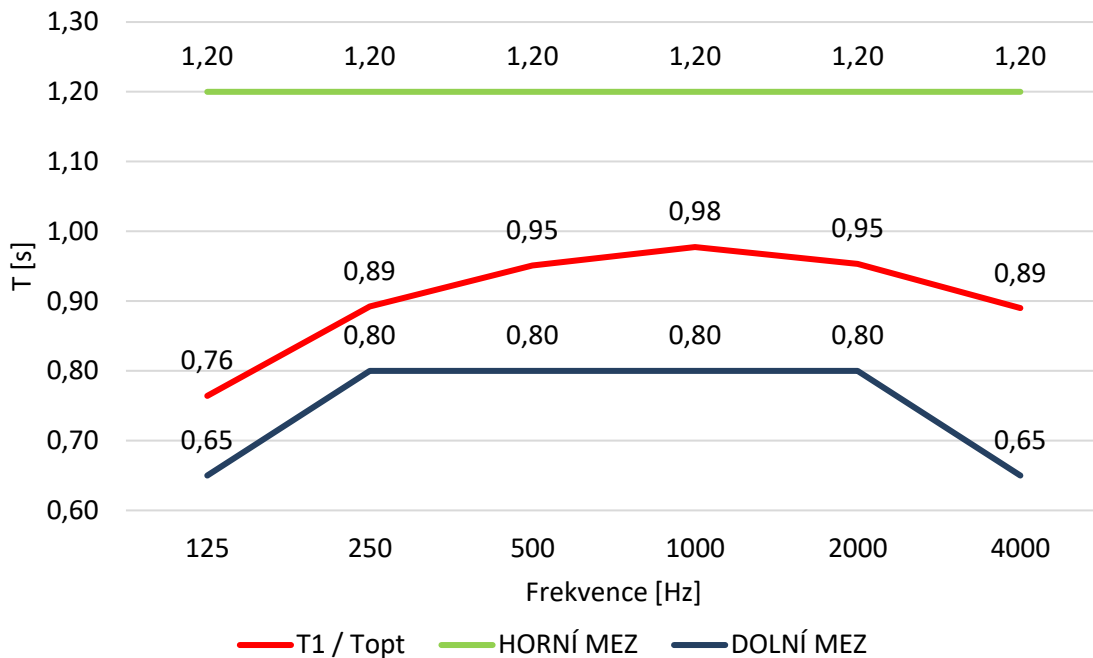
Byl navržen akustický absorpční panel Mappyfiber Flat.

Tabulka 6: Navržená opatření pro místnost 1.08

Úprava plochy stropu - Mappyfiber Flat								
	α [-]	Frekvence [Hz]						
	A [m ²]		125	250	500	1000	2000	4000
Mappyfiber Flat	α		0,97	0,72	0,61	0,56	0,58	0,61
	20,00	A	19,40	14,40	12,20	11,20	11,60	12,20
$T_{nam.}$		[s]	1,58	1,14	0,97	0,91	0,90	0,82
$A_{celková}$ [m ²]	$0,164 \cdot V / T_{nam.}$		4,12	5,74	6,69	7,19	7,25	7,99
$A_{úprava}$ [m ²]	$A_{celková} + A_{úprava}$		23,52	20,14	18,89	18,39	18,85	20,19
T_1 [s]	$0,164 \cdot V / A_{úprava}$		0,28	0,32	0,34	0,35	0,35	0,32
T_{opt} [s]	$0,3424 \cdot \text{Log } V - 0,185$		0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
T_1 / T_{opt}		[-]	0,76	0,89	0,95	0,98	0,95	0,89

1.5.3.5 Porovnání

Graf 4: Porovnání doby dozvuku v místnosti 1.08 č.2



1.5.3.6 Závěr

Použitím akustického absorpčního panelu Mappfiber Flat na plochu 5 m² z 11,35 m² plochy stropu a 15 m² plochy okolních stěn byla doba dozvuku snížena a je v mezích dle normy ČSN 73 0527 dle tabulky T1.

1.5.4 Doba dozvuku 1.09 – Úderné nástroje

1.5.4.1 Výpočet

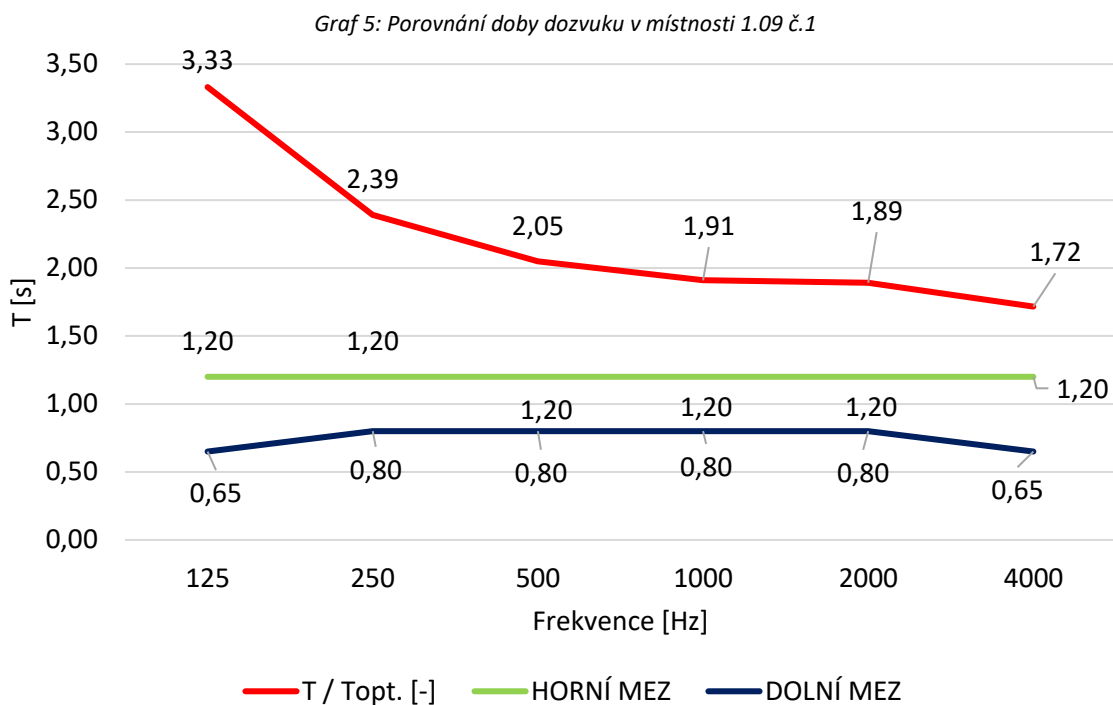
V místnosti budou nejvýše tři osoby a dřevěný nábytek. Celkový objem místnosti je 84,53 m³.

Tabulka 7: Doba dozvuku v místnosti 1.08

	Frekvence [Hz]					
	125	250	500	1000	2000	4000
PRŮMĚR	1,58	1,14	0,97	0,91	0,90	0,82
T _{opt} [s]	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
T / T _{opt.} [-]	3,33	2,39	2,05	1,91	1,89	1,72

$$*T_{opt} = 0,3424 \cdot \log V - 0,185$$

1.5.4.2 Porovnání



1.5.4.3 Závěr

Dle grafu místnost 1.09 nevyhoví na dobu dozvuku, proto je nutné provést nějaké opatření v podobě akustického podhledu.

1.5.4.4 Navržená opatření

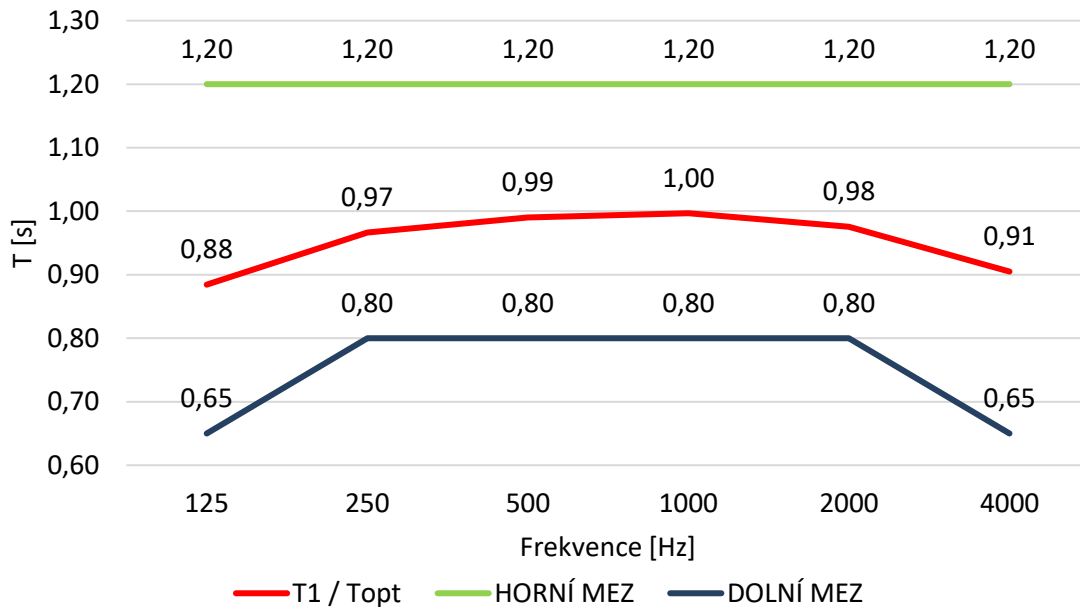
Byl navržen akustický absorpční panel Mappyfiber Flat.

Tabulka 8: Navržená opatření pro místnost 1.09

Úprava plochy stropu - Mappyfiber Flat								
	α [-]	Frekvence [Hz]						
	A [m ²]		125	250	500	1000	2000	4000
Mappyfiber Flat		α	0,97	0,72	0,61	0,56	0,58	0,61
	25,00	A	24,25	18,00	15,25	14,00	14,50	15,25
T _{nam.}		[s]	1,58	1,14	0,97	0,91	0,90	0,82
A _{celková} [m ²]	0,164 · V / T _{nam.}		8,76	12,21	14,24	15,29	15,43	17,01
A _{úprava} [m ²]	A _{celková} + A _{úprava}		33,01	30,21	29,49	29,29	29,93	32,26
T ₁ [s]	0,164 · V / A _{úprava}		0,42	0,46	0,47	0,47	0,46	0,43
T _{opt} [s]	0,3424 · Log V - 0,185		0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
T ₁ / T _{opt}		[-]	0,88	0,97	0,99	1,00	0,98	0,91

1.5.4.5 Porovnání

Graf 6: Porovnání doby dozvuku v místnosti 1.09 č.2



1.5.4.6 Závěr

Použitím akustického absorpčního panelu Mappyfiber Flat na plochu 10 m² z 24,15 m² plochy stropu a 15 m² plochy okolních stěn byla doba dozvuku snížena a je v mezích dle normy ČSN 73 0527 dle tabulky T1.

1.6 Seznam podkladů

Pro zpracování projektové dokumentace bylo použito zejména následujících podkladů:

- Nahlížení do katastru nemovitostí – www.czuk.cz
- Nahlížení do Hlukových map ČR, Ministerstvo zdravotnictví ČR – www.mzcr.cz
- Rigips, odhlučnění stěn a stropů – www.rigips.cz
- Akustické panely Mappyfiber Flat – www.acousticsolution.cz
- Studijní podklady předmětu NHA059 – Hluk a vibrace v budovách, VUT - fakulta stavební.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKY ÚSPORNÁ BUDOVA ZÁKLADNÍ UMĚLECKÉ ŠKOLY

ENERGY-EFFICIENT ELEMENTARY ART SCHOOL BUILDING

PŘÍLOHA

D.3.2 VÝPOČET Činitele DENNÍ
OSVĚTLENOSTI

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Kateřina Šplíchalová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Olga Rubinová, Ph.D

BRNO 2024

OBSAH

D.3.2	VÝPOČET Činitele denní osvětlenosti	3
1.1	Použité typy místností.....	4
1.2	Přehled výsledků	4
1.3	1.08 - Drnkací nástroje	4
1.4	1.09 - Úderné nástroje	5
1.5	1.11 - Koncertní sál	6
1.6	Seznam podkladů	7

D.3.2 VÝPOČET ČINITELE DENNÍ OSVĚTLENOSTI

Protokol byl zpracován pro tři vybrané místnosti: 1.08 – Drnkací nástroje, 1.09 – Úderné nástroje, 1.11 – Koncertní sál

Projekt

Název	ZUŠ Dolní Bučice
Popis	
Číslo zakázky	
Datum	28.12.2023
Adresa posuzovaného prostoru	Dolní Bučice Česká republika
Minimální výška slunce	13,00 °
Sunlis - Umístění bodů proslunění	na vnitřní rovině
Datum výpočtu proslunění	01.03.2023
Časové rozmezí	0:00 - 23:59
Úhel k severu	-45,00 °
GPS souřadnice	Zeměpisná šířka: 50,00 Zeměpisná délka: 15,00
Meridiánová konvergence	7,34 °

Investor

Společnost
Kontaktní osoba
Adresa
Telefon
E-mail
Webová stránka

Zhotovitel

Společnost
Kontaktní osoba
Adresa
Telefon
E-mail
Webová stránka

Provedené výpočty

- Výpočet denního osvětlení v interiérech podle ČSN EN 17037

1.1 Použité typy místností

Popis	Id	Osvětlenost [lx]	Rovnoměrnost	Činitel oslnění	Index podání barev
učebny – obecné činnosti	44.1	500	0,6	19	80
hlediště – při údržbě a čištění	38.3	200	0,5	22	80

1.2 Přehled výsledků

Název	Minimální hodnota	Požadovaná hodnota	Maximální hodnota	Rovnoměrnost
1.1 - 1.08 - Drnkací nástroje				
Činitel denní osvětlenosti	(0,7) 100 / 95 %	(2,0) 53 / 50 %	5,6 %	0,16
1.2 - 1.09 - Úderné nástroje				
Činitel denní osvětlenosti	(0,7) 100 / 95 %	(2,0) 56 / 50 %	4,5 %	0,22
1.3 - 1.11 - Koncertní sál				
Činitel denní osvětlenosti	(0,7) 100 / 95 %	(2,0) 70 / 50 %	9,7 %	0,096

Pokud jsou ve sloupci uvedeny dvě hodnoty oddělené lomítkem, pak číslo před lomítkem je vypočítaná hodnota a číslo za lomítkem je požadovaná (minimální nebo maximální) hodnota.

1.3 1.08 - Drnkací nástroje

Výpočet

Počet odrazů	3
Úroveň denního osvětlení	Minimální
Typ otvorů	Automaticky detekovat
Dělicí poměr otvoru	30
Rozměr elementární plochy	200 mm
Dělicí poměr svítidla	10

Údržba

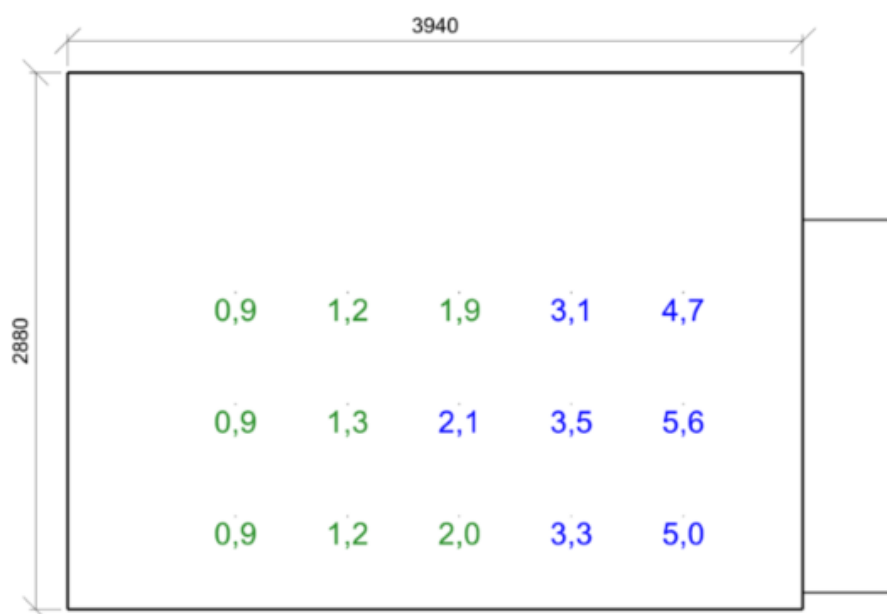
Čistota prostředí	Čisté
Údržbu počítat	Ano
Interval obnovy povrchů	36 m
Interval čištění svítidel	12 m
Funkční spolehlivost	100 %
Výměna světelných zdrojů	Individuální

Geometrie

Délka	3940,00 mm
Šířka	2880,00 mm
Výška	3500,00 mm
Plocha	11,3 m ²

Odrážnost

Podlaha	0,16
Strop	0,7
Stěny	0,5



Minimální hodnota: **(0,7) 100 / 95 %** | Požadovaná hodnota: **(2,0) 53 / 50 %** | Rovnoměrnost: **0,16**
 Výška: **600,00 mm** | Odsazení: **300,00 x 500,00 mm** | Rozteče: **600,00 x 600,00 mm**

Otvory

Název	Tloušťka ostění [mm]	Posunutí		Otočení		
Otvor 1	500,0	790,0	900,0	mm	0,0 °	
Název	Druh skla	Koeficient prostupu 1 skla	Počet skel	Koeficient konstrukce otvoru	Koeficient konstrukce budovy	Koeficient regulačních zařízení
Otvor 1	Čiré	0,92	3	0,75	1	1

1.4 1.09 - Úderné nástroje

Výpočet

Počet odrazů	3
Úroveň denního osvětlení	Minimální
Typ otvorů	Automaticky detekovat
Dělicí poměr otvoru	30
Rozměr elementární plochy	200 mm
Dělicí poměr svítidla	10

Údržba

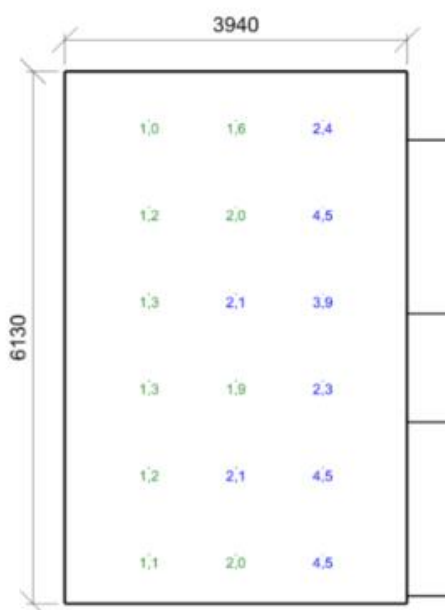
Čistota prostředí	Čisté
Údržbu počítat	Ano
Interval obnovy povrchů	36 m
Interval čištění svítidel	12 m
Funkční spolehlivost	100 %
Výměna světelných zdrojů	Individuální

Geometrie

Délka	3940,00 mm
Šířka	6130,00 mm
Výška	3500,00 mm
Plocha	24,2 m ²

Odraznost

Podlaha	0,16
Strop	0,7
Stěny	0,5



Minimální hodnota: **(0,7) 100 / 95 %** | Požadovaná hodnota: **(2,0) 56 / 50 %** | Rovnoměrnost: **0,22**
 Výška: **600,00 mm** | Odsazení: **970,00 x 565,00 mm** | Rozteče: **1000,00 x 1000,00 mm**

Otvory

Název	Tloušťka ostění [mm]	Posunutí		Otočení	
Otvor 2	500,0	790,0	900,0	mm	0,0 °
Otvor 3	500,0	4040,0	900,0	mm	0,0 °

Název	Druh skla	Koeficient prostupu 1 skla	Počet skel	Koeficient konstrukce otvoru	Koeficient konstrukce budovy	Koeficient regulačních zařízení
Otvor 2	Čiré	0,92	2	0,75	1	1
Otvor 3	Čiré	0,92	2	0,75	1	1

1.5 1.11 - Koncertní sál

Výpočet

Počet odrazů	3
Úroveň denního osvětlení	Minimální
Typ otvorů	Automaticky detekovat
Dělicí poměr otvoru	30
Rozměr elementární plochy	600,0000000000001 mm
Dělicí poměr svítidla	10

Údržba

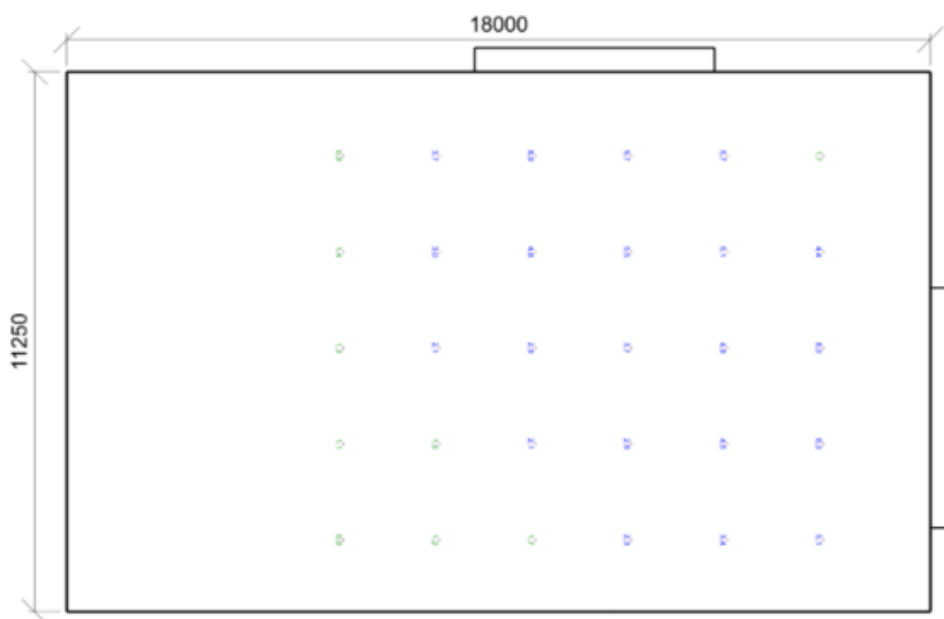
Čistota prostředí	Čisté
Údržbu počítat	Ano
Interval obnovy povrchů	36 m
Interval čištění svítidel	12 m
Funkční spolehlivost	100 %
Výměna světelných zdrojů	Individuální

Geometrie

Délka	11250,00 mm
Šířka	18000,00 mm
Výška	4750,00 mm
Plocha	202,5 m ²

Odrážnost

Podlaha	0,16
Strop	0,7
Stěny	0,5



Minimální hodnota: **(0,7) 100 / 95 %** | Požadovaná hodnota: **(2,0) 70 / 50 %** | Rovnoměrnost: **0,096**
 Výška: **-0,00 mm** | Odsazení: **1748,74 x 1770,19 mm** | Rozteče: **2000,00 x 2000,00 mm**

Otvory

Název	Tloušťka ostění [mm]	Posunutí		Otočení	
Otvor 2	500,0	8500,0	-0,0	mm	0,0 °
Otvor 1	500,0	4500,0	-0,0	mm	0,0 °

Název	Druh skla	Koeficient prostupu 1 skla	Počet skel	Koeficient konstrukce otvoru	Koeficient konstrukce budovy	Koeficient regulačních zařízení
Otvor 2	Čiré	0,92	2	0,75	1	1
Otvor 1	Čiré	0,92	2	0,75	1	1

1.6 Seznam podkladů

Pro zpracování projektové dokumentace bylo použito zejména následujících podkladů:

- Software BuildingDesign project



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKY ÚSPORNÁ BUDOVA ZÁKLADNÍ UMĚLECKÉ ŠKOLY

ENERGY-EFFICIENT ELEMENTARY ART SCHOOL BUILDING

PŘÍLOHA

D.3.3 TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ
STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Kateřina Šplíchalová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Olga Rubinová, Ph.D

BRNO 2024

Souhrnná tabulka - součinitel prostupu tepla (Dle českých technických norem)

Konstrukce		Součinitel prostupu tepla			
		Dle českých technických norem			
Ozn.	Název	U_N	U_{rec}	U	Hod.
[-]	[-]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[-]
STR-1	S1 - skladba střechy (nosná vrstva železobetonová deska)	0,24	0,16	0,115	x
STR-2	S2 - skladba střechy (nosná vrstva prefabrikované panely)	0,24	0,16	0,113	x
PDL(z)-3	P1 - skladba podlahy na terénu s keramickou dlažbou	0,45	0,30	0,179	x
PDL(z)-4	P2 - skladba podlahy na terénu	0,45	0,30	0,179	x
PDL-5	P3 - skladba podlahy s keramickou dlažbou	2,20	1,45	0,703	x
PDL-6	P4 - skladba podlahy	2,20	1,45	0,704	x
STN-7	Z1 - skladba obvodové stěny	0,30	0,25	0,148	x
STN-8	Z2 - skladba obvodové stěny s dřevěným obkladem	0,30	0,25	0,149	x
STN-9	Z3 - skladba vnitřní nosné stěny tl. 500 mm	2,70	1,80	0,147	x
STN-10	Z4 - skladba vnitřní nosné stěny tl. 250 mm	2,70	1,80	1,684	x
STN-11	Z5 - skladba vnitřní nosné stěny tl. 250 mm s keramickým obkladem na jedné straně	2,70	1,80	1,656	x
VYP-12	O1 - Okno	1,50	1,20	0,658	x
VYP-13	O2 - Okno	1,50	1,20	0,630	x
VYP-14	O3 - Okno	1,50	1,20	0,753	x
VYP-15	O4 - Okno	1,50	1,20	0,785	x
VYP-16	O5 - Okno	1,50	1,20	0,864	x
VYP-17	O6 - Okno	1,50	1,20	0,559	x
VYP-18	O7 - Okno	1,50	1,20	0,699	x
VYP-19	D1 - Dveře	1,70	1,20	1,187	x
VYP-20	D2 - Dveře	1,70	1,20	1,187	x

Legenda:
 ! ... nevyhovuje požadované hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2
 + ... vyhovuje požadované hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2
 x ... vyhovuje doporučené hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2
 U ... vypočtená hodnota součinitele prostupu tepla
 U_N ... požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2
 U_{rec} ... doporučená hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2

Souhrnná tabulka - teplotní faktor vnitřního povrchu

Konstrukce		Teplotní faktor					
		ČSN 73 0540			ČSN EN ISO 13788		
Ozn.	Název	$f_{Rsi,N}$	f_{Rsi}	Hod.	$f_{Rsi,N}$	f_{Rsi}	Hod.
[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]

Souhrnná tabulka - teplotní faktor vnitřního povrchu

Konstrukce		Teplotní faktor					
		ČSN 73 0540			ČSN EN ISO 13788		
Ozn.	Název	$f_{Rsi,N}$	f_{Rsi}	Hod.	$f_{Rsi,N}$	f_{Rsi}	Hod.
[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
STR-1	S1 - skladba střechy (nosná vrstva železobetonová deska)	0,828	0,972	+	0,750	0,972	+
STR-2	S2 - skladba střechy (nosná vrstva prefabrikované panely)	0,834	0,972	+	0,763	0,972	+
PDL(z)-3	P1 - skladba podlahy na terénu s keramickou dlažbou	0,647	0,956	+	0,690	0,956	+
PDL(z)-4	P2 - skladba podlahy na terénu	0,673	0,956	+	0,710	0,956	+
STN-7	Z1 - skladba obvodové stěny	0,828	0,964	+	0,750	0,964	+
STN-8	Z2 - skladba obvodové stěny s dřevěným obkladem	0,834	0,963	+	0,763	0,963	+

Legenda:
! ... nevyhovuje požadované hodnotě
+ ... vyhovuje požadované hodnotě

Souhrnná tabulka - šíření vodní páry v konstrukci

Konstrukce		Šíření vodní páry							
		ČSN 73 0540				ČSN EN ISO 13788			
Ozn.	Název	M_c	$M_{c,N}$	Hod.	Bil.	M_c	$M_{c,N}$	Hod.	Bil.
[-]	[-]	[kg/(m ² .a)]	[kg/(m ² .a)]	[-]	[-]	[kg/(m ² .a)]	[kg/(m ² .a)]	[-]	[-]
STR-1	S1 - skladba střechy (nosná vrstva železobetonová deska)	0,002	0,100	+	+	0,000	0,100	+	+
STR-2	S2 - skladba střechy (nosná vrstva prefabrikované panely)	0,002	0,100	+	+	0,000	0,100	+	+
STN-7	Z1 - skladba obvodové stěny	0,045	0,100	+	+	0,000	0,100	+	+
STN-8	Z2 - skladba obvodové stěny s dřevěným obkladem	0,034	0,100	+	+	0,000	0,100	+	+

Legenda:
! ... nevyhovuje požadované hodnotě / pasivní bilance kondenzace a vypařování
+ ... vyhovuje požadované hodnotě / aktivní bilance kondenzace a vypařování
Poznámka: V tabulce jsou uvedeny pouze základní posouzení. Některé další požadavky (např. vlhkost v místě zabudovaného dřeva) jsou hodnoceny v podrobném protokolu.

Souhrnná tabulka - pokles dotykové teploty

Konstrukce		Pokles dotykové teploty		
		ČSN 73 0540-2		
Ozn.	Název	B	$\Delta\theta_{10}$	Kat.
[-]	[-]	$[\text{W}\cdot\text{s}^{0,5}/(\text{m}^2\cdot\text{K})]$	[°C]	[-]
PDL(z)-3	P1 - skladba podlahy na terénu s keramickou dlažbou	1 583,0	6,61	III.
PDL(z)-4	P2 - skladba podlahy na terénu	1 707,9	5,87	III.
PDL-5	P3 - skladba podlahy s keramickou dlažbou	1 583,1	7,08	IV.
PDL-6	P4 - skladba podlahy	1 707,9	7,30	IV.

Toto je studentská verze programu.
Tuto verzi není možné
používat pro komerční účely.

TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ KONSTRUKCE - Dle českých technických norem

ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Identifikační údaje o budově

Název budovy:	Základní umělecká škola Dolní Bučice
Ulice:	
PSČ:	
Město:	Dolní bučice

Stručný popis budovy

Jedná se o novostavbu základní umělecké školy. Budova má dvě nadzemní podlaží. Střecha je plochá a má celkem tři výškové úrovně, na nejvyšší z nich je umístěno 35 fotovoltaických panelů. Ohřev teplé vody, vytápění a chlazení budovy je zajištěn pomocí čtyř tepelných čerpadel země-voda (hlubinné vrty). Budova je téměř celá nuceně větraná, jsou zde tři vzduchotechnické jednotky.

Seznam podkladů použitých pro hodnocení budovy

--

Identifikační údaje o zpracovateli




Název zpracovatele:	Bc. Kateřina Šplíchalová
Ulice:	
PSČ:	
Město zpracovatele:	Kuřim

Datum zpracování:	08/2023
-------------------	---------

Informace o použitém výpočetním nástroji

Výpočetní nástroj:	DEKSOFT Tepelná technika 1D
Verze:	3.2.0
Bližší informace na:	www.deksoft.eu

STR-1: S1 - skladba střechy (nosná vrstva železobetonová deska)												
Vnitřní konstrukce:										NE		
Charakter konstrukce:										Strop nebo střecha (tepelný tok nahoru)		
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:										NE		
Konstrukce ve styku se zemínou:										NE		
Součinitel prostupu tepla stanoven:										výpočtem		
Skladba konstrukce od interiéru:												
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu					
			λ	λ_{ekv}				c	ρ	μ		
-	-	d	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m ³]	[-]					
-	-	[m]										
1	VC omítká - Vápenocementová omítká	0,0050	0,900	-	850	500	15,0					
2	Železobeton (2500)	0,2000	1,740	-	1 020	2 500	32,0					
3	Asfaltová penetrační emulze	0,0000	0,000	-	0	0	0,0					
4	Hydroizolace + parozábrana	0,0040	0,350	-	1 000	2 000	7 000,0					
5	Polyuretanové lepidlo	0,0000	0,000	-	0	0	0,0					
6	Spádové klíny EPS 100	0,1000	0,037	-	1 270	25	50,0					
7	Polyuretanové lepidlo	0,0000	0,000	-	0	0	0,0					
8	EPS 200	0,2000	0,035	-	1 270	35	70,0					
9	Polyuretanové lepidlo	0,0000	0,000	-	0	0	0,0					
10	Netkaná textilie	0,0030	0,000	-	0	0	0,0					
11	Hydroizolace	0,0035	0,000	-	0	0	0,0					
<i>Poznámka: vrstvy uvedené šedým písmem nejsou ve výpočtu uvažovány.</i>												
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R _{si}	0,25	0,10	m ² .K/W			
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R _{se}	0,04	0,04	m ² .K/W			
Okrajové podmínky:												
Návrhová vnitřní teplota						θ_i	22,0	°C				
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:						θ_{ai}	22,0	°C				
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:						φ_i	50	%				
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:						$\Delta\varphi_i$	5	%				
Návrhová teplota venkovního vzduchu:						θ_e	-13,0	°C				
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:						φ_e	84	%				
Nadmořská výška budovy (terénu):						h	253	m.n.m.				
Okrajové podmínky (průměrné měsíční):												
Měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

n	[-]	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
$\theta_{e,m}$	[°C]	-2,0	-0,2	3,9	9,2	13,8	17,2	18,5	18,2	14,1	9,2	3,8	-0,1
$\varphi_{e,m}$	[%]	81	81	79	77	74	71	69	70	73	77	79	81
$\theta_{i,m}$	[°C]	22,0	22,0	24,0	24,0	26,0	26,0	26,0	26,0	24,0	24,0	22,0	22,0
$\varphi_{i,m}$	[%]	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Pozn.: n ... počet dnů v měsíci; $\theta_{e,m}$... návrhová průměrná měsíční teplota venkovního vzduchu; $\varphi_{e,m}$... průměrná hodnota relativní vlhkosti venkovního vzduchu; $\theta_{i,m}$... průměrná návrhová vnitřní teplota; $\varphi_{i,m}$... průměrná relativní vlhkost vnitřního vzduchu.													
Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:													
Korekce součinitele prostupu tepla:									ΔU	0,000	W/(m ² .K)		
Odpor při prostupu tepla:									R_T	8,677	m ² .K/W		
Součinitel prostupu tepla:									U	0,115	W/(m².K)		
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:									U_N	0,24	W/(m ² .K)		
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:									U_{rec}	0,16	W/(m ² .K)		
Hodnocení:	Konstrukce STR-1: S1 - skladba střechy (nosná vrstva železobetonová deska) splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.												
Teplotní faktor vnitřního povrchu (vnitřní povrchová teplota) dle ČSN 73 0540-4:													
Teplotní faktor vnitřního povrchu:									f_{Rsi}	0,972	-		
Požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu:									$f_{Rsi,N,80}$	0,828	-		
Povrchová teplota konstrukce:									θ_{si}	21,0	°C		
Požadovaná minimální povrchová teplota konstrukce:									$\theta_{si,min,80}$	16,0	°C		
Hodnocení:	Konstrukce STR-1: S1 - skladba střechy (nosná vrstva železobetonová deska) splňuje požadavek ČSN 73 0540-2:2011 na teplotní faktor vnitřního povrchu.												
Teplotní faktor vnitřního povrchu dle ČSN EN ISO 13788:													
Požadované hodnoty pro jednotlivé měsíce:													
Měsíc		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\theta_{si,min,80}$	[°C]	15,99	15,99	17,90	17,90	19,81	19,81	19,81	19,81	17,90	17,90	15,99	15,99
$f_{Rsi,min,80}$	[-]	0,750	0,729	0,697	0,588	0,493	0,297	0,175	0,206	0,384	0,588	0,670	0,728
Pozn.: $\theta_{si,min,80}$... požadovaná minimální povrchová teplota konstrukce; $f_{Rsi,min,80}$... požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu.													
Kritický měsíc:											1	-	
Teplotní faktor vnitřního povrchu:									f_{Rsi}	0,972	-		
Požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu:									$f_{Rsi,N,80}$	0,750	-		
Hodnocení:	Konstrukce STR-1: S1 - skladba střechy (nosná vrstva železobetonová deska) splňuje požadavek ČSN EN ISO 13788 na teplotní faktor vnitřního povrchu.												

Šíření vodní páry v konstrukci dle ČSN 73 0540-4:				
Podmínky na rozhraních mezi materiály:				
Rozhraní	Teplota	Částečný tlak vodní páry	Nasycený částečný tlak vodní páry	Rel.vlhkost vzduchu
-	[°C]	[Pa]	[Pa]	[-]
i - 1	21,0	1 453	2 487	58%
1 - 2	21,0	1 450	2 484	58%
2 - 6	20,5	1 132	2 415	47%
6 - 8	9,8	880	1 212	73%
8 - e	-12,8	166	201	83%
Kondenzační zóny:				
Číslo zóny	Od	Do	Mn. zkond. vodní páry	
[-]	[m]	[m]	[kg/(m ² .s)]	
1	0,439	0,454	1.2e-9	
Požadované maximální roční množství zkondenzované vodní páry:			M _{c,N}	0,100 kg/(m ² .a)
Roční množství zkondenzované vodní páry:			M _c	0,002 kg/(m ² .a)
Roční množství vypařitelné vodní páry:			M _{ev}	0,785 kg/(m ² .a)
Roční bilance zkondenzované a vypařitelné vodní páry:			aktivní	
Hodnocení:	Konstrukce vyhovuje požadavkům na kondenzaci vodní páry			
Pozn.: Výpočet byl proveden bez vlivu sluneční radiace a zabudované vlhkosti.				
Šíření vodní páry v konstrukci dle ČSN EN ISO 13788:				
Roční bilance zkondenzované a vypařitelné vodní páry:			aktivní	
Hodnocení:	Konstrukce bez vnitřní kondenzace.			
Poznámka ke konstrukci:				
-				

STR-2: S2 - skladba střechy (nosná vrstva prefabrikované panely)							
Vnitřní konstrukce:				NE			
Charakter konstrukce:				Strop nebo střecha (tepelný tok nahoru)			
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:				NE			
Konstrukce ve styku se zeminou:				NE			
Součinitel prostupu tepla stanoven:				výpočtem			
Výška konstrukce:				h_i	5,4	m	
Skladba konstrukce od interiéru:							
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu
-	-	d	λ	λ_{ekv}	c	ρ	μ
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m ³]	[-]
1	VC omítka - Vápenocementová omítka	0,0050	0,900	-	850	500	15,0
2	Dutinový železobetonový stropní panel	0,3200	1,200	-	1 020	1 200	23,0
3	Asfaltová penetrační emulze	0,0000	-	-	-	-	-
4	Hydroizolace + parozábrana	0,0040	0,350	-	1 000	2 000	7 000,0
5	Polyuretanové lepidlo	0,0000	0,000	-	0	0	0,0
6	Spádové klíny EPS 100	0,1000	0,037	-	1 270	25	50,0
7	Polyuretanové lepidlo	0,0000	0,000	-	0	0	0,0
8	EPS 200	0,2000	0,035	-	1 270	35	70,0
9	Polyuretanové lepidlo	0,0000	0,000	-	0	0	0,0
10	Netkaná textilie	0,0030	0,000	-	0	0	0,0
11	Hydroizolace	0,0035	0,000	-	0	0	0,0
<i>Poznámka: vrstvy uvedené šedým písmem nejsou ve výpočtu uvažovány.</i>							
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)				R_{si}	0,25	0,10	m ² .K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)				R_{se}	0,04	0,04	m ² .K/W
Okrajové podmínky:							
Návrhová vnitřní teplota				θ_i	22,0	°C	
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:				θ_{ai}	23,6	°C	
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:				φ_i	50	%	
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:				$\Delta\varphi_i$	5	%	
Návrhová teplota venkovního vzduchu:				θ_e	-13,0	°C	
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:				φ_e	84	%	
Nadmožská výška budovy (terénu):				h	253	m.n.m.	

Okrajové podmínky (průměrné měsíční):													
Měsíc		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
n	[-]	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
$\theta_{e,m}$	[°C]	-2,0	-0,2	3,9	9,2	13,8	17,2	18,5	18,2	14,1	9,2	3,8	-0,1
$\varphi_{e,m}$	[%]	81	81	79	77	74	71	69	70	73	77	79	81
$\theta_{i,m}$	[°C]	23,6	23,6	25,6	25,6	27,6	27,6	27,6	27,6	25,6	25,6	23,6	23,6
$\varphi_{i,m}$	[%]	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Pozn.: n ... počet dnů v měsíci; $\theta_{e,m}$... návrhová průměrná měsíční teplota venkovního vzduchu; $\varphi_{e,m}$... průměrná hodnota relativní vlhkosti venkovního vzduchu; $\theta_{i,m}$... průměrná návrhová vnitřní teplota; $\varphi_{i,m}$... průměrná relativní vlhkost vnitřního vzduchu.													
Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:													
Korekce součinitele prostupu tepla:									ΔU	0,000	W/(m ² .K)		
Odpor při prostupu tepla:									R_T	8,829	m ² .K/W		
Součinitel prostupu tepla:									U	0,113	W/(m².K)		
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:									U_N	0,24	W/(m ² .K)		
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:									U_{rec}	0,16	W/(m ² .K)		
Hodnocení:	Konstrukce STR-2: S2 - skladba střechy (nosná vrstva prefabrikované panely) splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.												
Teplotní faktor vnitřního povrchu (vnitřní povrchová teplota) dle ČSN 73 0540-4:													
Teplotní faktor vnitřního povrchu:									f_{Rsi}	0,972	-		
Požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu:									$f_{Rsi,N,80}$	0,834	-		
Povrchová teplota konstrukce:									θ_{si}	22,6	°C		
Požadovaná minimální povrchová teplota konstrukce:									$\theta_{si,min,80}$	17,5	°C		
Hodnocení:	Konstrukce STR-2: S2 - skladba střechy (nosná vrstva prefabrikované panely) splňuje požadavek ČSN 73 0540-2:2011 na teplotní faktor vnitřního povrchu.												
Teplotní faktor vnitřního povrchu dle ČSN EN ISO 13788:													
Požadované hodnoty pro jednotlivé měsíce:													
Měsíc		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\theta_{si,min,80}$	[°C]	17,54	17,54	19,45	19,45	21,35	21,35	21,35	21,35	19,45	19,45	17,54	17,54
$f_{Rsi,min,80}$	[-]	0,763	0,745	0,716	0,624	0,547	0,399	0,313	0,335	0,464	0,624	0,693	0,744
Pozn.: $\theta_{si,min,80}$... požadovaná minimální povrchová teplota konstrukce; $f_{Rsi,min,80}$... požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu.													
Kritický měsíc:										1	-		
Teplotní faktor vnitřního povrchu:									f_{Rsi}	0,972	-		
Požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu:									$f_{Rsi,N,80}$	0,763	-		
Hodnocení:	Konstrukce STR-2: S2 - skladba střechy (nosná vrstva prefabrikované panely) splňuje požadavek ČSN EN ISO 13788 na teplotní faktor vnitřního povrchu.												

Šíření vodní páry v konstrukci dle ČSN 73 0540-4:				
Podmínky na rozhraních mezi materiály:				
Rozhraní	Teplota	Částečný tlak vodní páry	Nasycený částečný tlak vodní páry	Rel.vlhkost vzduchu
-	[°C]	[Pa]	[Pa]	[-]
i - 1	22,6	1 603	2 741	58%
1 - 2	22,6	1 599	2 737	58%
2 - 6	21,5	1 203	2 561	47%
6 - 8	10,5	929	1 266	73%
8 - e	-12,8	166	201	83%
Kondenzační zóny:				
Číslo zóny	Od	Do	Mn. zkond. vodní páry	
[-]	[m]	[m]	[kg/(m ² .s)]	
1	0,555	0,577	1.8e-9	
Požadované maximální roční množství zkondenzované vodní páry:			M _{c,N}	0,100 kg/(m ² .a)
Roční množství zkondenzované vodní páry:			M _c	0,002 kg/(m ² .a)
Roční množství vypařitelné vodní páry:			M _{ev}	0,814 kg/(m ² .a)
Roční bilance zkondenzované a vypařitelné vodní páry:			aktivní	
Hodnocení:	Konstrukce vyhovuje požadavkům na kondenzaci vodní páry			
Pozn.: Výpočet byl proveden bez vlivu sluneční radiace a zabudované vlhkosti.				
Šíření vodní páry v konstrukci dle ČSN EN ISO 13788:				
Roční bilance zkondenzované a vypařitelné vodní páry:			aktivní	
Hodnocení:	Konstrukce bez vnitřní kondenzace.			
Poznámka ke konstrukci:				
-				

PDL(z)-3: P1 - skladba podlahy na terénu s keramickou dlažbou																	
Vnitřní konstrukce:										NE							
Charakter konstrukce:										Podlaha (tepelný tok dolů)							
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:										NE							
Konstrukce ve styku se zemínou:										ANO (podlaha na terénu)							
Součinitel prostupu tepla stanoven:										výpočtem							
Skladba konstrukce od interiéru:																	
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu										
			λ	λ_{ekv}				c	ρ	μ							
-	-	d	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m³]	[-]										
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m³]	[-]										
1	Keramická dlažba	0,0100	1,010	-	840	2 000	200,0										
2	Lepidlo	0,0060	0,000	-	0	0	0,0										
3	Nátěr na bázi akrylátové disperze	0,0000	0,000	-	0	0	0,0										
4	Podlahový potěr/mazanina	0,0500	1,300	-	1 020	2 200	20,0										
5	SeparáčnÍ fólie	0,0002	0,000	-	0	0	0,0										
6	EPS 200	0,1800	0,034	-	1 270	35	70,0										
7	Hydroizolace	0,0040	0,350	-	1 000	2 000	7 000,0										
8	Asfaltová emulze	0,0000	0,000	-	0	0	0,0										
9	Železobeton (2500)	0,1500	1,740	-	1 020	2 500	32,0										
Poznámka: vrstvy uvedené šedým písmem nejsou ve výpočtu uvažovány.																	
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)										R_{si}	0,25	0,17	$\frac{m^2}{K/W}$				
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)										R_{se}	0,00	0,00	$\frac{m^2}{K/W}$				
Okrajové podmínky:																	
Návrhová vnitřní teplota										θ_i	22,0	°C					
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:										θ_{ai}	22,0	°C					
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:										ϕ_i	50	%					
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:										$\Delta\phi_i$	5	%					
Návrhová teplota venkovního vzduchu:										θ_e	-13,0	°C					
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:										ϕ_e	84	%					
Nadmořská výška budovy (terénu):										h	253	m.n.m.					
Návrhová teplota zeminy v zimním období										θ_{gr}	5	°C					
Návrhová relativní vlhkost zeminy										ϕ_{gr}	100	%					
Okrajové podmínky (průměrné měsíční):																	
Měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
n	[-]	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31				

$\theta_{gr,m}$	[°C]	4,4	3,4	4,3	6,4	9,0	11,3	13,0	13,7	13,5	11,5	9,0	6,3
φ	[%]	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
$\theta_{i,m}$	[°C]	22,0	22,0	24,0	24,0	26,0	26,0	26,0	26,0	24,0	24,0	22,0	22,0
$\varphi_{i,m}$	[%]	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55

Pozn.: n ... počet dnů v měsíci; $\theta_{gr,m}$... návrhová průměrná měsíční teplota v zemině; $\varphi_{gr,m}$... průměrná hodnota relativní vlhkosti v zemině; $\theta_{i,m}$... průměrná návrhová vnitřní teplota; $\varphi_{i,m}$... průměrná relativní vlhkost vnitřního vzduchu.

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:



Korekce součinitele prostupu tepla:	ΔU	0,000	W/(m ² .K)
Odpor při prostupu tepla:	R_T	5,599	m ² .K/W
Součinitel prostupu tepla:	U	0,179	W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U_N	0,45	W/(m ² .K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U_{rec}	0,30	W/(m ² .K)

Hodnoce ní: Konstrukce PDL(z)-3: P1 - skladba podlahy na terénu s keramickou dlažbou splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.

Teplotní faktor vnitřního povrchu (vnitřní povrchová teplota) dle ČSN 73 0540-4:



Teplotní faktor vnitřního povrchu:	f_{Rsi}	0,956	-
Požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu:	$f_{Rsi,N,80}$	0,647	-
Povrchová teplota konstrukce:	θ_{si}	21,3	°C
Požadovaná minimální povrchová teplota konstrukce:	$\theta_{si,min,80}$	16,0	°C

Hodnoce ní: Konstrukce PDL(z)-3: P1 - skladba podlahy na terénu s keramickou dlažbou splňuje požadavek ČSN 73 0540-2:2011 na teplotní faktor vnitřního povrchu.

Teplotní faktor vnitřního povrchu dle ČSN EN ISO 13788:




Požadované hodnoty pro jednotlivé měsíce:

Měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
$\theta_{si,min,80}$	[°C]	15,99	15,99	17,90	17,90	19,81	19,81	19,81	19,81	17,90	17,90	15,99	15,99
$f_{Rsi,min,80}$	[-]	0,660	0,677	0,690	0,655	0,636	0,579	0,524	0,499	0,419	0,514	0,538	0,617

Pozn.: $\theta_{si,min,80}$... požadovaná minimální povrchová teplota konstrukce; $f_{Rsi,min,80}$... požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu.

Kritický měsíc:		3	-
Teplotní faktor vnitřního povrchu:	f_{Rsi}	0,956	-
Požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu:	$f_{Rsi,N,80}$	0,690	-
Hodnocení:	Konstrukce PDL(z)-3: P1 - skladba podlahy na terénu s keramickou dlažbou splňuje požadavek ČSN EN ISO 13788 na teplotní faktor vnitřního povrchu.		

Pokles dotykové teploty dle ČSN 73 0540-4:			
Tepelná jímavost	B	1 583,0	W.s ^{0,5} /(m ² .K)
Pokles dotykové teploty:	$\Delta\theta_{10}$	6,61	°C
Kategorie podlahy	III. Méně teplé		
<i>Poznámka: Stanoveno pro podlahu s podlahovým vytápěním.</i>			
Poznámka ke konstrukci:			
-			

Toto je studentská verze programu.
Tuto verzi není možné
používat pro komerční účely.

PDL(z)-4: P2 - skladba podlahy na terénu									
Vnitřní konstrukce:						NE			
Charakter konstrukce:						Podlaha (tepelný tok dolů)			
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:						NE			
Konstrukce ve styku se zemínou:						ANO (podlaha na terénu)			
Součinitel prostupu tepla stanoven:						výpočtem			
Výška konstrukce:						h_i	5,4 m		
Skladba konstrukce od interiéru:									
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu		
			λ	λ_{ekv}				c	ρ
-	-	d	λ	λ_{ekv}	c	ρ	μ		
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m ³]	[-]		
1	Podlahová krytina	0,0020	0,000	-	0	0	0,0		
2	Lepidlo	0,0010	1,010	-	840	2 000	200,0		
3	Samonivelační hmota	0,0070	0,000	-	0	0	0,0		
4	Nátěr na bázi akrylátové disperze	0,0000	0,000	-	0	0	0,0		
5	Podlahový potěr/mazanina	0,0600	1,300	-	1 020	2 200	20,0		
6	Separáčn \acute{y} fólie	0,0002	0,000	-	0	0	0,0		
7	EPS 200	0,1800	0,034	-	1 270	35	70,0		
8	Hydroizolace	0,0040	0,350	-	1 000	2 000	7 000,0		
9	Asfaltová emulze	0,0000	0,000	-	0	0	0,0		
10	Železobeton (2500)	0,1500	1,740	-	1 020	2 500	32,0		
Poznámka: vrstvy uvedené šedým písmem nejsou ve výpočtu uvažovány.									
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{si}	0,25	0,17	m ² .K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{se}	0,00	0,00	m ² .K/W
Okrajové podmínky:									
Návrhová vnitřní teplota						θ_i	22,0	°C	
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:						θ_{ai}	23,6	°C	
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:						φ_i	50	%	
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:						$\Delta\varphi_i$	5	%	
Návrhová teplota venkovního vzduchu:						θ_e	-13,0	°C	
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:						φ_e	84	%	
Nadmořská výška budovy (terénu):						h	253	m.n.m.	
Návrhová teplota zeminy v zimním období						θ_{gr}	5	°C	
Návrhová relativní vlhkost zeminy						φ_{gr}	100	%	
Okrajové podmínky (průměrné měsíční):									

Měsíc		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
n	[-]	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
$\theta_{gr,m}$	[°C]	4,4	3,4	4,3	6,4	9,0	11,3	13,0	13,7	13,5	11,5	9,0	6,3
$\varphi_{gr,m}$	[%]	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
$\theta_{i,m}$	[°C]	23,6	23,6	25,6	25,6	27,6	27,6	27,6	27,6	25,6	25,6	23,6	23,6
$\varphi_{i,m}$	[%]	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55

Pozn.: n ... počet dnů v měsíci; $\theta_{gr,m}$... návrhová průměrná měsíční teplota v zemině; $\varphi_{gr,m}$... průměrná hodnota relativní vlhkosti v zemině; $\theta_{i,m}$... průměrná návrhová vnitřní teplota; $\varphi_{i,m}$... průměrná relativní vlhkost vnitřního vzduchu.

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:



Korekce součinitele prostupu tepla:	ΔU	0,000	W/(m ² .K)
Odpor při prostupu tepla:	R_T	5,596	m ² .K/W
Součinitel prostupu tepla:	U	0,179	W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U_N	0,45	W/(m ² .K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U_{rec}	0,30	W/(m ² .K)

Hodnocení: Konstrukce PDL(z)-4: P2 - skladba podlahy na terénu splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.

Teplotní faktor vnitřního povrchu (vnitřní povrchová teplota) dle ČSN 73 0540-4:



Teplotní faktor vnitřního povrchu:	f_{Rsi}	0,956	-
Požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu:	$f_{Rsi,N,80}$	0,673	-
Povrchová teplota konstrukce:	θ_{si}	22,8	°C
Požadovaná minimální povrchová teplota konstrukce:	$\theta_{si,min,80}$	17,5	°C

Hodnocení: Konstrukce PDL(z)-4: P2 - skladba podlahy na terénu splňuje požadavek ČSN 73 0540-2:2011 na teplotní faktor vnitřního povrchu.

Teplotní faktor vnitřního povrchu dle ČSN EN ISO 13788:




Požadované hodnoty pro jednotlivé měsíce:

Měsíc		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\theta_{si,min,80}$	[°C]	17,54	17,54	19,45	19,45	21,35	21,35	21,35	21,35	19,45	19,45	17,54	17,54
$f_{Rsi,min,80}$	[-]	0,684	0,699	0,710	0,680	0,664	0,616	0,571	0,552	0,491	0,564	0,584	0,649

Pozn.: $\theta_{si,min,80}$... požadovaná minimální povrchová teplota konstrukce; $f_{Rsi,min,80}$... požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu.



Kritický měsíc:		3	-
Teplotní faktor vnitřního povrchu:	f_{Rsi}	0,956	-
Požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu:	$f_{Rsi,N,80}$	0,710	-

Hodnocení: Konstrukce PDL(z)-4: P2 - skladba podlahy na terénu splňuje požadavek ČSN EN ISO 13788 na teplotní faktor vnitřního povrchu.



Pokles dotykové teploty dle ČSN 73 0540-4:			
Tepelná jímavost	B	1 707,9	W.s ^{0,5} /(m ² .K)
Pokles dotykové teploty:	$\Delta\theta_{10}$	5,87	°C
Kategorie podlahy	III. Méně teplé		
<i>Poznámka: Stanoveno pro podlahu s podlahovým vytápěním.</i>			
Poznámka ke konstrukci:			
-			

Toto je studentská verze programu.
Tuto verzi není možné
používat pro komerční účely.




PDL-5: P3 - skladba podlahy s keramickou dlažbou									
Vnitřní konstrukce:						ANO			
Charakter konstrukce:						Podlaha (tepelný tok dolů)			
Součinitel prostupu tepla stanoven:						výpočtem			
Skladba konstrukce od interiéru:									
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu		
			λ	λ_{ekv}					
-	-	d	λ	λ_{ekv}	c	ρ	μ		
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m ³]	[-]		
1	Keramická dlažba	0,0100	1,010	-	840	2 000	200,0		
2	Lepidlo	0,0060	0,000	-	0	0	0,0		
3	Nátěr na bázi akrylátové disperze	0,0000	0,000	-	0	0	0,0		
4	Podlahový potěr/mazanina	0,0500	1,300	-	1 020	2 200	20,0		
5	SeparáčnÍ fólie	0,0002	0,000	-	0	0	0,0		
6	Kročejová izolace	0,0300	0,044	-	1 000	34	3 897,3		
7	Polyuretanové lepidlo	0,0000	0,000	-	0	0	0,0		
8	Železobeton (2500)	0,2000	1,740	-	1 020	2 500	32,0		
9	YTONG BASE TP600 - vnitřní omítka tepelněizolační	0,0050	0,021	-	1 000	900	7,0		
<i>Poznámka: vrstvy uvedené šedým písmem nejsou ve výpočtu uvažovány.</i>									
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{si}	0,25	0,17	m ² .K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{se}	0,17	0,17	m ² .K/W
Okrajové podmínky:									
Návrhová vnitřní teplota						θ_i	22,0	°C	
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:						θ_{ai}	22,0	°C	
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:						φ_i	50	%	
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:						$\Delta\varphi_i$	5	%	
Návrhová teplota vzduchu za konstrukcí:						$\theta_{i,e}$	22	°C	
Návrhová relativní vlhkost vzduchu za konstrukcí:						$\varphi_{i,e}$	55	%	
Návrhová teplota venkovního vzduchu:						θ_e	-13,0	°C	
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:						φ_e	84	%	
Nadmořská výška budovy (terénu):						h	253	m.n.m.	

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:				
Korekce součinitele prostupu tepla:	ΔU	0,000	W/(m ² .K)	
Odpor při prostupu tepla:	R_T	1,423	m ² .K/W	
Součinitel prostupu tepla:	U	0,703	W/(m².K)	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U_N	2,20	W/(m ² .K)	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U_{rec}	1,45	W/(m ² .K)	
Hodnoce ní:	Konstrukce STR-5: P3 - skladba podlahy s keramickou dlažbou splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.			
Pokles dotykové teploty dle ČSN 73 0540-4:				
Tepelná jímavost	B	1 583,1	W.s ^{0.5} /(m ² .K)	
Pokles dotykové teploty:	$\Delta\theta_{10}$	7,08	°C	
Kategorie podlahy	IV. Studené			
<i>Poznámka: Stanoveno pro podlahu s podlahovým vytápěním.</i>				
Poznámka ke konstrukci:				
-				

PDL-6: P4 - skladba podlahy									
Vnitřní konstrukce:						ANO			
Charakter konstrukce:						Podlaha (tepelný tok dolů)			
Součinitel prostupu tepla stanoven:						výpočtem			
Skladba konstrukce od interiéru:									
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu		
-	-	d	λ	λ_{ekv}	c	ρ	μ		
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m ³]	[-]		
1	Podlahová krytina	0,0020	0,000	-	0	0	0,0		
2	Lepidlo	0,0010	1,010	-	840	2 000	200,0		
3	Samonivelační hmota	0,0070	0,000	-	0	0	0,0		
4	Nátěr na bázi akrylátové disperze	0,0000	0,000	-	0	0	0,0		
5	Podlahový potěr/mazanina	0,0600	1,300	-	1 020	2 200	20,0		
6	Separáční fólie	0,0002	0,000	-	0	0	0,0		
7	Kročejeová izolace	0,0300	0,044	-	1 000	34	3 897,3		
8	Polyuretanové lepidlo	0,0000	0,000	-	0	0	0,0		
9	Železobeton (2500)	0,2000	1,740	-	1 020	2 500	32,0		
10	YTONG BASE TP600 - vnitřní omítka tepelněizolační	0,0050	0,021	-	1 000	900	7,0		
<i>Poznámka: vrstvy uvedené šedým písmem nejsou ve výpočtu uvažovány.</i>									
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{si}	0,25	0,17	m ² .K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{se}	0,17	0,17	m ² .K/W
Okrajové podmínky:									
Návrhová vnitřní teplota						θ_i	22,0	°C	
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:						θ_{ai}	22,0	°C	
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:						φ_i	50	%	
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:						$\Delta\varphi_i$	5	%	
Návrhová teplota vzduchu za konstrukcí:						$\theta_{i,e}$	22	°C	
Návrhová relativní vlhkost vzduchu za konstrukcí:						$\varphi_{i,e}$	55	%	
Návrhová teplota venkovního vzduchu:						θ_e	-13,0	°C	
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:						φ_e	84	%	
Nadmořská výška budovy (terénu):						h	253	m.n.m.	

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:				
Korekce součinitele prostupu tepla:	ΔU	0,000	W/(m ² .K)	
Odpor při prostupu tepla:	R_T	1,421	m ² .K/W	
Součinitel prostupu tepla:	U	0,704	W/(m².K)	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U_N	2,20	W/(m ² .K)	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U_{rec}	1,45	W/(m ² .K)	
Hodnota:	Konstrukce STR-6: P4 - skladba podlahy splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.			
Pokles dotykové teploty dle ČSN 73 0540-4:				
Tepelná jímavost	B	1 707,9	W.s ^{0.5} /(m ² .K)	
Pokles dotykové teploty:	$\Delta\theta_{10}$	7,30	°C	
Kategorie podlahy	IV. Studené			
<i>Poznámka: Stanoveno pro podlahu s podlahovým vytápěním.</i>				
Poznámka ke konstrukci:				
-				

STN-7: Z1 - skladba obvodové stěny													
Vnitřní konstrukce:										NE			
Charakter konstrukce:										Stěna (vodorovný tepelný tok)			
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:										NE			
Konstrukce ve styku se zemínou:										NE			
Součinitel prostupu tepla stanoven:										výpočtem			
Skladba konstrukce od interiéru:													
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu						
			λ	λ_{ekv}				c	ρ	μ			
-	-	d	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m ³]	[-]						
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m ³]	[-]						
1	YTONG FINISH GP601 - vnitřní stěrka hlazená	0,0020	0,280	-	1 000	1 030	9,0						
2	VC omítká - Vápenocementová omítká	0,0050	0,210	-	850	500	15,0						
3	YTONG Lambda YQ PDK / 500 mm	0,5000	0,077	-	1 000	300	7,5						
4	VC omítká - Vápenocementová omítká	0,0150	0,210	-	850	500	15,0						
5	Penetrační nátěr	0,0000	0,000	-	0	0	0,0						
6	Silikonová omítká	0,0020	0,000	-	0	0	0,0						
<i>Poznámka: vrstvy uvedené šedým písmem nejsou ve výpočtu uvažovány.</i>													
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)										R_{si}	0,25	0,13	m ² .K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)										R_{se}	0,04	0,04	m ² .K/W
Okrajové podmínky:													
Návrhová vnitřní teplota										θ_i	22,0	°C	
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:										θ_{ai}	22,0	°C	
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:										ϕ_i	50	%	
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:										$\Delta\phi_i$	5	%	
Návrhová teplota venkovního vzduchu:										θ_e	-13,0	°C	
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:										ϕ_e	84	%	
Nadmořská výška budovy (terénu):										h	253	m.n.m.	
Okrajové podmínky (průměrné měsíční):													
Měsíc		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
n	[-]	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
$\theta_{e,m}$	[°C]	-2,0	-0,2	3,9	9,2	13,8	17,2	18,5	18,2	14,1	9,2	3,8	-0,1
$\phi_{e,m}$	[%]	81	81	79	77	74	71	69	70	73	77	79	81
$\theta_{i,m}$	[°C]	22,0	22,0	24,0	24,0	26,0	26,0	26,0	26,0	24,0	24,0	22,0	22,0

$\varphi_{i,m}$	[%]	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
<p>Pozn.: n ... počet dnů v měsíci; $\theta_{e,m}$... návrhová průměrná měsíční teplota venkovního vzduchu; $\varphi_{e,m}$... průměrná hodnota relativní vlhkosti venkovního vzduchu; $\theta_{i,m}$... průměrná návrhová vnitřní teplota; $\varphi_{i,m}$... průměrná relativní vlhkost vnitřního vzduchu.</p>													
<p>Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:</p>													
Korekce součinitele prostupu tepla:								ΔU	0,000	W/(m ² .K)			
Odpor při prostupu tepla:								R_T	6,766	m ² .K/W			
Součinitel prostupu tepla:								U	0,148	W/(m².K)			
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:								U_N	0,30	W/(m ² .K)			
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:								U_{rec}	0,25	W/(m ² .K)			
Hodnocení:	Konstrukce STN-7: Z1 - skladba obvodové stěny splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.												
<p>Teplotní faktor vnitřního povrchu (vnitřní povrchová teplota) dle ČSN 73 0540-4:</p>													
Teplotní faktor vnitřního povrchu:								f_{Rsi}	0,964	-			
Požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu:								$f_{Rsi,N,80}$	0,828	-			
Povrchová teplota konstrukce:								θ_{si}	20,7	°C			
Požadovaná minimální povrchová teplota konstrukce:								$\theta_{si,min,80}$	16,0	°C			
Hodnocení:	Konstrukce STN-7: Z1 - skladba obvodové stěny splňuje požadavek ČSN 73 0540-2:2011 na teplotní faktor vnitřního povrchu.												
<p>Teplotní faktor vnitřního povrchu dle ČSN EN ISO 13788:</p>													
Požadované hodnoty pro jednotlivé měsíce:													
Měsíc		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\theta_{si,min,80}$	[°C]	15,99	15,99	17,90	17,90	19,81	19,81	19,81	19,81	17,90	17,90	15,99	15,99
$f_{Rsi,min,80}$	[-]	0,750	0,729	0,697	0,588	0,493	0,297	0,175	0,206	0,384	0,588	0,670	0,728
<p>Pozn.: $\theta_{si,min,80}$... požadovaná minimální povrchová teplota konstrukce; $f_{Rsi,min,80}$... požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu.</p>													
Kritický měsíc:										1	-		
Teplotní faktor vnitřního povrchu:								f_{Rsi}	0,964	-			
Požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu:								$f_{Rsi,N,80}$	0,750	-			
Hodnocení:	Konstrukce STN-7: Z1 - skladba obvodové stěny splňuje požadavek ČSN EN ISO 13788 na teplotní faktor vnitřního povrchu.												

Šíření vodní páry v konstrukci dle ČSN 73 0540-4:				
Podmínky na rozhraních mezi materiály:				
Rozhraní	Teplota	Částečný tlak vodní páry	Nasycený částečný tlak vodní páry	Rel.vlhkost vzduchu
-	[°C]	[Pa]	[Pa]	[-]
i - 1	20,7	1 453	2 445	59%
1 - 2	20,7	1 447	2 439	59%
2 - 3	20,6	1 422	2 421	59%
3 - 4	-12,4	207	208	100%
4 - e	-12,8	166	202	82%
Kondenzační zóny:				
Číslo zóny	Od	Do	Mn. zkond. vodní páry	
[-]	[m]	[m]	[kg/(m ² .s)]	
1	0,355	0,492	3.39e-8	
Požadované maximální roční množství zkondenzované vodní páry:			M _{c,N}	0,100 kg/(m ² .a)
Roční množství zkondenzované vodní páry:			M _c	0,045 kg/(m ² .a)
Roční množství vypařitelné vodní páry:			M _{ev}	4,429 kg/(m ² .a)
Roční bilance zkondenzované a vypařitelné vodní páry:			aktivní	
Hodnocení:	Konstrukce vyhovuje požadavkům na kondenzaci vodní páry			
Pozn.: Výpočet byl proveden bez vlivu sluneční radiace a zabudované vlhkosti.				
Šíření vodní páry v konstrukci dle ČSN EN ISO 13788:				
Roční bilance zkondenzované a vypařitelné vodní páry:			aktivní	
Hodnocení:	Konstrukce bez vnitřní kondenzace.			
Poznámka ke konstrukci:				
-				

STN-8: Z2 - skladba obvodové stěny s dřevěným obkladem													
Vnitřní konstrukce:										NE			
Charakter konstrukce:										Stěna (vodorovný tepelný tok)			
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:										NE			
Konstrukce ve styku se zemínou:										NE			
Součinitel prostupu tepla stanoven:										výpočtem			
Výška konstrukce:										h_i	5,4	m	
Skladba konstrukce od interiéru:													
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu						
-	-	d	λ	λ_{ekv}	c	ρ	μ						
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m ³]	[-]						
1	YTONG FINISH GP601 - vnitřní stěrka hlazená	0,0020	0,280	-	1 000	1 030	9,0						
2	VC omítká - Vápenocementová omítká	0,0050	0,210	-	850	500	15,0						
3	YTONG Lambda YQ PDK / 500 mm	0,5000	0,077	-	1 000	300	7,5						
4	Svislé laťování - smrkové dřevo (vzduchová mezera)	0,0300	0,000	-	0	0	0,0						
5	Horizontální rošt - smrkové dřevo (vzduchová mezera)	0,0300	0,000	-	0	0	0,0						
6	Svislý dřevěný obklad (modřínové dřevo)	0,0200	0,000	-	0	0	0,0						
<i>Poznámka: vrstvy uvedené šedým písmem nejsou ve výpočtu uvažovány.</i>													
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)										R_{si}	0,25	0,13	m ² .K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)										R_{se}	0,04	0,04	m ² .K/W
Okrajové podmínky:													
Návrhová vnitřní teplota										θ_i	22,0	°C	
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:										θ_{ai}	23,6	°C	
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:										φ_i	50	%	
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:										$\Delta\varphi_i$	5	%	
Návrhová teplota venkovního vzduchu:										θ_e	-13,0	°C	
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:										φ_e	84	%	
Nadmořská výška budovy (terénu):										h	253	m.n.m.	
Okrajové podmínky (průměrné měsíční):													
Měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
n	[-]	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	31	

$\theta_{e,m}$ [°C]	-2,0	-0,2	3,9	9,2	13,8	17,2	18,5	18,2	14,1	9,2	3,8	-0,1
$\varphi_{e,m}$ [%]	81	81	79	77	74	71	69	70	73	77	79	81
$\theta_{i,m}$ [°C]	23,6	23,6	25,6	25,6	27,6	27,6	27,6	27,6	25,6	25,6	23,6	23,6
$\varphi_{i,m}$ [%]	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55

Pozn.: n ... počet dnů v měsíci; $\theta_{e,m}$... návrhová průměrná měsíční teplota venkovního vzduchu; $\varphi_{e,m}$... průměrná hodnota relativní vlhkosti venkovního vzduchu; $\theta_{i,m}$... průměrná návrhová vnitřní teplota; $\varphi_{i,m}$... průměrná relativní vlhkost vnitřního vzduchu.

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:



Korekce součinitele prostupu tepla:	ΔU	0,000	W/(m ² .K)
Odpor při prostupu tepla:	R_T	6,694	m ² .K/W
Součinitel prostupu tepla:	U	0,149	W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U_N	0,30	W/(m ² .K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U_{rec}	0,25	W/(m ² .K)

Hodnocení: Konstrukce STN-8: Z2 - skladba obvodové stěny s dřevěným obkladem splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.

Teplotní faktor vnitřního povrchu (vnitřní povrchová teplota) dle ČSN 73 0540-4:



Teplotní faktor vnitřního povrchu:	f_{Rsi}	0,963	-
Požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu:	$f_{Rsi,N,80}$	0,834	-
Povrchová teplota konstrukce:	θ_{si}	22,3	°C
Požadovaná minimální povrchová teplota konstrukce:	$\theta_{si,min,80}$	17,5	°C

Hodnocení: Konstrukce STN-8: Z2 - skladba obvodové stěny s dřevěným obkladem splňuje požadavek ČSN 73 0540-2:2011 na teplotní faktor vnitřního povrchu.

Teplotní faktor vnitřního povrchu dle ČSN EN ISO 13788:



Požadované hodnoty pro jednotlivé měsíce:

Měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\theta_{si,min,80}$ [°C]	17,54	17,54	19,45	19,45	21,35	21,35	21,35	21,35	19,45	19,45	17,54	17,54
$f_{Rsi,min,80}$ [-]	0,763	0,745	0,716	0,624	0,547	0,399	0,313	0,335	0,464	0,624	0,693	0,744


Pozn.: $\theta_{si,min,80}$... požadovaná minimální povrchová teplota konstrukce; $f_{Rsi,min,80}$... požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu.

Kritický měsíc:		1	-
Teplotní faktor vnitřního povrchu:	f_{Rsi}	0,963	-
Požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu:	$f_{Rsi,N,80}$	0,763	-

Hodnocení: Konstrukce STN-8: Z2 - skladba obvodové stěny s dřevěným obkladem splňuje požadavek ČSN EN ISO 13788 na teplotní faktor vnitřního povrchu.


Šíření vodní páry v konstrukci dle ČSN 73 0540-4:				
Podmínky na rozhraních mezi materiály:				
Rozhraní	Teplota	Částečný tlak vodní páry	Nasycený částečný tlak vodní páry	Rel.vlhkost vzduchu
-	[°C]	[Pa]	[Pa]	[-]
i - 1	22,3	1 603	2 687	60%
1 - 2	22,2	1 596	2 681	60%
2 - 3	22,1	1 567	2 660	59%
3 - e	-12,8	166	202	82%
Kondenzační zóny:				
Číslo zóny	Od	Do	Mn. zkond. vodní páry	
[-]	[m]	[m]	[kg/(m ² .s)]	
1	0,347	0,422	2.72e-8	
Požadované maximální roční množství zkondenzované vodní páry:			M _{c,N}	0,100 kg/(m ² .a)
Roční množství zkondenzované vodní páry:			M _c	0,034 kg/(m ² .a)
Roční množství vypařitelné vodní páry:			M _{ev}	3,910 kg/(m ² .a)
Roční bilance zkondenzované a vypařitelné vodní páry:			aktivní	
Hodnocení:	Konstrukce vyhovuje požadavkům na kondenzaci vodní páry			
Pozn.: Výpočet byl proveden bez vlivu sluneční radiace a zabudované vlhkosti.				
Šíření vodní páry v konstrukci dle ČSN EN ISO 13788:				
Roční bilance zkondenzované a vypařitelné vodní páry:			aktivní	
Hodnocení:	Konstrukce bez vnitřní kondenzace.			
Poznámka ke konstrukci:				
-				

STN-9: Z3 - skladba vnitřní nosné stěny tl. 500 mm									
Vnitřní konstrukce:				ANO					
Charakter konstrukce:				Stěna (vodorovný tepelný tok)					
Součinitel prostupu tepla stanoven:				výpočtem					
Výška konstrukce:				h_i	5,4	m			
Skladba konstrukce od interiéru:									
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu		
			λ	λ_{ekv}					
-	-	d	λ	λ_{ekv}	c	ρ	μ		
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m ³]	[-]		
1	YTONG FINISH GP601 - vnitřní stěrka hlazená	0,0020	0,280	-	1 000	1 030	9,0		
2	VC omítká - Vápenocementová omítká	0,0050	0,210	-	850	500	15,0		
3	YTONG Lambda YQ PDK / 500 mm	0,5000	0,077	-	1 000	300	7,5		
4	VC omítká - Vápenocementová omítká	0,0050	0,210	-	850	500	15,0		
5	YTONG FINISH GP601 - vnitřní stěrka hlazená	0,0020	0,280	-	1 000	1 030	9,0		
<i>Poznámka: vrstvy uvedené šedým písmem nejsou ve výpočtu uvažovány.</i>									
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{si}	0,25	0,13	m ² .K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{se}	0,13	0,13	m ² .K/W
Okrajové podmínky:									
Návrhová vnitřní teplota						θ_i	22,0	°C	
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:						θ_{ai}	23,6	°C	
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:						φ_i	50	%	
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:						$\Delta\varphi_i$	5	%	
Návrhová teplota vzduchu za konstrukcí:						θ_{ie}	22	°C	
Návrhová relativní vlhkost vzduchu za konstrukcí:						φ_{ie}	55	%	
Návrhová teplota venkovního vzduchu:						θ_e	-13,0	°C	
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:						φ_e	84	%	
Nadmořská výška budovy (terénu):						h	253	m.n.m.	

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:			
Korekce součinitele prostupu tepla:	ΔU	0,000	W/(m ² .K)
Odpor při prostupu tepla:	R_T	6,784	m ² .K/W
Součinitel prostupu tepla:	U	0,147	W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U_N	2,70	W/(m ² .K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U_{rec}	1,80	W/(m ² .K)
Hodnoce ní:	Konstrukce STN-9: Z3 - skladba vnitřní nosné stěny tl. 500 mm splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.		
Poznámka ke konstrukci:			
-			

Toto je studentská verze programu.
Tuto verzi není možné používat pro komerční účely.

STN-10: Z4 - skladba vnitřní nosné stěny tl. 250 mm							
Vnitřní konstrukce:				ANO			
Charakter konstrukce:				Stěna (vodorovný tepelný tok)			
Součinitel prostupu tepla stanoven:				výpočtem			
Výška konstrukce:				h_i	5,4	m	
Skladba konstrukce od interiéru:							
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu
			λ	λ_{ekv}			
-	-	d	λ	λ_{ekv}	c	ρ	μ
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m ³]	[-]
1	YTONG FINISH GP601 - vnitřní stěrka hlazená	0,0020	0,280	-	1 000	1 030	9,0
2	VC omítká - Vápenocementová omítká	0,0050	0,210	-	850	500	15,0
3	Silka HM 250 (20-2,0) PDK / 250 mm	0,2500	0,825	-	1 000	2 000	7,5
4	VC omítká - Vápenocementová omítká	0,0050	0,210	-	850	500	15,0
5	YTONG FINISH GP601 - vnitřní stěrka hlazená	0,0020	0,280	-	1 000	1 030	9,0
<i>Poznámka: vrstvy uvedené šedým písmem nejsou ve výpočtu uvažovány.</i>							
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)				R_{si}	0,25	0,13	m ² .K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)				R_{se}	0,13	0,13	m ² .K/W
Okrajové podmínky:							
Návrhová vnitřní teplota				θ_i	22,0	°C	
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:				θ_{ai}	23,6	°C	
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:				φ_i	50	%	
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:				$\Delta\varphi_i$	5	%	
Návrhová teplota vzduchu za konstrukcí:				θ_{ie}	22	°C	
Návrhová relativní vlhkost vzduchu za konstrukcí:				φ_{ie}	55	%	
Návrhová teplota venkovního vzduchu:				θ_e	-13,0	°C	
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:				φ_e	84	%	
Nadmořská výška budovy (terénu):				h	253	m.n.m.	


Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:			
Korekce součinitele prostupu tepla:	ΔU	0,000	W/(m ² .K)
Odpor při prostupu tepla:	R_T	0,594	m ² .K/W
Součinitel prostupu tepla:	U	1,684	W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U_N	2,70	W/(m ² .K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U_{rec}	1,80	W/(m ² .K)
Hodnoce ní:	Konstrukce STN-10: Z4 - skladba vnitřní nosné stěny tl. 250 mm splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.		
Poznámka ke konstrukci:			
-			

Toto je studentská verze programu.
Tuto verzi není možné používat pro komerční účely.


STN-11: Z5 - skladba vnitřní nosné stěny tl. 250 mm s keramickým obkladem na jedné straně									
Vnitřní konstrukce:						ANO			
Charakter konstrukce:						Stěna (vodorovný tepelný tok)			
Součinitel prostupu tepla stanoven:						výpočtem			
Skladba konstrukce od interiéru:									
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu		
-	-	d	λ	λ_{ekv}	c	ρ	μ		
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m ³]	[-]		
1	YTONG FINISH GP601 - vnitřní stěrka hlazená	0,0020	0,280	-	1 000	1 030	9,0		
2	VC omítka - Vápenocementová omítka	0,0050	0,210	-	850	500	15,0		
3	Silka HM 250 (20-2,0) PDK / 250 mm	0,2500	0,825	-	1 000	2 000	7,5		
4	Vápenocementový nátěr	0,0000	0,000	-	0	0	0,0		
5	Hydroizolace	0,0040	0,000	-	0	0	0,0		
6	Lepidlo na dlažbu	0,0050	0,000	-	0	0	0,0		
7	Keramický obklad	0,0100	1,010	-	840	2 000	200,0		
<i>Poznámka: vrstvy uvedené šedým písmem nejsou ve výpočtu uvažovány.</i>									
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{si}	0,25	0,13	m ² .K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{se}	0,13	0,13	m ² .K/W
Okrajové podmínky:									
Návrhová vnitřní teplota						θ_i	22,0	°C	
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:						θ_{ai}	22,0	°C	
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:						φ_i	50	%	
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:						$\Delta\varphi_i$	5	%	
Návrhová teplota vzduchu za konstrukcí:						$\theta_{i,e}$	22	°C	
Návrhová relativní vlhkost vzduchu za konstrukcí:						$\varphi_{i,e}$	55	%	
Návrhová teplota venkovního vzduchu:						θ_e	-13,0	°C	
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:						φ_e	84	%	
Nadmořská výška budovy (terénu):						h	253	m.n.m.	

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:			
Korekce součinitele prostupu tepla:	ΔU	0,000	W/(m ² .K)
Odpor při prostupu tepla:	R_T	0,604	m ² .K/W
Součinitel prostupu tepla:	U	1,656	W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U_N	2,70	W/(m ² .K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U_{rec}	1,80	W/(m ² .K)
Hodnocení:	Konstrukce STN-11: Z5 - skladba vnitřní nosné stěny tl. 250 mm s keramickým obkladem na jedné straně splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.		
Poznámka ke konstrukci:			
-			


VYP-12: O1 - Okno			
Vnitřní konstrukce:	NE		
Charakter konstrukce:	Výplň		
Výplň otvoru nebo lehký obvodový plášť	Výplň		
Součinitel prostupu tepla stanoven:	výpočtem		
Parametry výplně:			
Zasklení			
Plocha viditelné části zasklení	A_g	2,25	m ²
Součinitel prostupu tepla zasklení	U_g	0,50	W/(m ² .K)
Rám			
Plocha rámu	A_f	0,75	m ²
Součinitel prostupu tepla rámu	U_f	0,89	W/(m ² .K)
Lineární vazby			
Délka viditelného obvodu zasklení	l_g	6,05	m
Lineární činitel prostupu styku rám / zasklení	ψ_g	0,03	W/(m.K)
Okrajové podmínky:			
Návrhová vnitřní teplota	θ_i	22,0	°C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:	θ_{ai}	22,0	°C
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:	φ_i	50	%
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:	$\Delta\varphi_i$	5	%
Návrhová teplota venkovního vzduchu:	θ_e	-13,0	°C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:	φ_e	84	%
Nadmořská výška budovy (terénu):	h	253	m.n.m.

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:			
Součinitel prostupu tepla:	U	0,658	W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U _N	1,50	W/(m ² .K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U _{rec}	1,20	W/(m ² .K)
Hodnocení:	Konstrukce VYP-12: O1 - Okno splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.		
Poznámka ke konstrukci:			
-			


VYP-13: O2 - Okno			
Vnitřní konstrukce:	NE		
Charakter konstrukce:	Výplň		
Výplň otvoru nebo lehký obvodový plášť	Výplň		
Součinitel prostupu tepla stanoven:	výpočtem		
Parametry výplně:			
Zasklení			
Plocha viditelné části zasklení	A _g	4,01	m ²
Součinitel prostupu tepla zasklení	U _g	0,50	W/(m ² .K)
Rám			
Plocha rámu	A _f	0,74	m ²
Součinitel prostupu tepla rámu	U _f	0,89	W/(m ² .K)
Lineární vazby			
Délka viditelného obvodu zasklení	l _g	10,97	m
Lineární činitel prostupu styku rám / zasklení	ψ _g	0,03	W/(m.K)
Okrajové podmínky:			
Návrhová vnitřní teplota	θ _i	22,0	°C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:	θ _{ai}	22,0	°C
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:	φ _i	50	%
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:	Δφ _i	5	%
Návrhová teplota venkovního vzduchu:	θ _e	-13,0	°C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:	φ _e	84	%
Nadmožská výška budovy (terénu):	h	253	m.n.m.

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:				
Součinitel prostupu tepla:	U	0,630	W/(m².K)	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U _N	1,50	W/(m ² .K)	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U _{rec}	1,20	W/(m ² .K)	
Hodnocení:	Konstrukce VYP-13: O2 - Okno splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.			
Poznámka ke konstrukci:				
-				


VYP-14: O3 - Okno				
Vnitřní konstrukce:	NE			
Charakter konstrukce:	Výplň			
Výplň otvoru nebo lehký obvodový plášť	Výplň			
Součinitel prostupu tepla stanoven:	výpočtem			
Parametry výplně:				
Zasklení				
Plocha viditelné části zasklení	A _g	0,79	m ²	
Součinitel prostupu tepla zasklení	U _g	0,50	W/(m ² .K)	
Rám				
Plocha rámu	A _f	0,51	m ²	
Součinitel prostupu tepla rámu	U _f	0,89	W/(m ² .K)	
Lineární vazby				
Délka viditelného obvodu zasklení	l _g	4,35	m	
Lineární činitel prostupu styku rám / zasklení	ψ _g	0,03	W/(m.K)	
Okrajové podmínky:				
Návrhová vnitřní teplota	θ _i	22,0	°C	
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:	θ _{ai}	22,0	°C	
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:	φ _i	50	%	
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:	Δφ _i	5	%	
Návrhová teplota venkovního vzduchu:	θ _e	-13,0	°C	
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:	φ _e	84	%	
Nadmořská výška budovy (terénu):	h	253	m.n.m.	

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:			
Součinitel prostupu tepla:	U	0,753	W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U_N	1,50	W/(m².K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U_{rec}	1,20	W/(m².K)
Hodnocení:	Konstrukce VYP-14: O3 - Okno splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.		
Poznámka ke konstrukci:			
-			


VYP-15: O4 - Okno			
Vnitřní konstrukce:	NE		
Charakter konstrukce:	Výplň		
Výplň otvoru nebo lehký obvodový plášť	Výplň		
Součinitel prostupu tepla stanoven:	výpočtem		
Parametry výplně:			
Zasklení			
Plocha viditelné části zasklení	A_g	0,37	m²
Součinitel prostupu tepla zasklení	U_g	0,50	W/(m².K)
Rám			
Plocha rámu	A_f	0,28	m²
Součinitel prostupu tepla rámu	U_f	0,89	W/(m².K)
Lineární vazby			
Délka viditelného obvodu zasklení	l_g	2,54	m
Lineární činitel prostupu styku rám / zasklení	ψ_g	0,03	W/(m.K)
Okrajové podmínky:			
Návrhová vnitřní teplota	θ_i	22,0	°C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:	θ_{ai}	22,0	°C
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:	φ_i	50	%
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:	$\Delta\varphi_i$	5	%
Návrhová teplota venkovního vzduchu:	θ_e	-13,0	°C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:	φ_e	84	%
Nadmořská výška budovy (terénu):	h	253	m.n.m.

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:			
Součinitel prostupu tepla:	U	0,785	W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U _N	1,50	W/(m ² .K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U _{rec}	1,20	W/(m ² .K)
Hodnocení:	Konstrukce VYP-15: O4 - Okno splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.		
Poznámka ke konstrukci:			
-			


VYP-16: O5 - Okno			
Vnitřní konstrukce:	NE		
Charakter konstrukce:	Výplň		
Výplň otvoru nebo lehký obvodový plášť	Výplň		
Součinitel prostupu tepla stanoven:	výpočtem		
Parametry výplně:			
Zasklení			
Plocha viditelné části zasklení	A _g	0,14	m ²
Součinitel prostupu tepla zasklení	U _g	0,50	W/(m ² .K)
Rám			
Plocha rámu	A _f	0,18	m ²
Součinitel prostupu tepla rámu	U _f	0,89	W/(m ² .K)
Lineární vazby			
Délka viditelného obvodu zasklení	l _g	1,54	m
Lineární činitel prostupu styku rám / zasklení	ψ _g	0,03	W/(m.K)
Okrajové podmínky:			
Návrhová vnitřní teplota	θ _i	22,0	°C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:	θ _{ai}	22,0	°C
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:	φ _i	50	%
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:	Δφ _i	5	%
Návrhová teplota venkovního vzduchu:	θ _e	-13,0	°C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:	φ _e	84	%
Nadmořská výška budovy (terénu):	h	253	m.n.m.

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:			
Součinitel prostupu tepla:	U	0,864	W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U _N	1,50	W/(m ² .K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U _{rec}	1,20	W/(m ² .K)
Hodnocení:	Konstrukce VYP-16: O5 - Okno splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.		
Poznámka ke konstrukci:			
-			


VYP-17: O6 - Okno			
Vnitřní konstrukce:	NE		
Charakter konstrukce:	Výplň		
Výplň otvoru nebo lehký obvodový plášť	Výplň		
Součinitel prostupu tepla stanoven:	výpočtem		
Výška konstrukce:	h _i	5,4	m
Parametry výplně:			
Zasklení			
Plocha viditelné části zasklení	A _g	21,57	m ²
Součinitel prostupu tepla zasklení	U _g	0,50	W/(m ² .K)
Rám			
Plocha rámu	A _f	2,18	m ²
Součinitel prostupu tepla rámu	U _f	0,89	W/(m ² .K)
Lineární vazby			
Délka viditelného obvodu zasklení	l _g	18,58	m
Lineární činitel prostupu styku rám / zasklení	ψ _g	0,03	W/(m.K)
Okrajové podmínky:			
Návrhová vnitřní teplota	θ _i	22,0	°C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:	θ _{ai}	23,6	°C
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:	φ _i	50	%
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:	Δφ _i	5	%
Návrhová teplota venkovního vzduchu:	θ _e	-13,0	°C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:	φ _e	84	%
Nadmořská výška budovy (terénu):	h	253	m.n.m.

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:				
Součinitel prostupu tepla:	U	0,559	W/(m².K)	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U _N	1,50	W/(m ² .K)	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U _{rec}	1,20	W/(m ² .K)	
Hodnocení:	Konstrukce VYP-17: O6 - Okno splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.			
Poznámka ke konstrukci:				
-				


VYP-18: O7 - Okno				
Vnitřní konstrukce:	NE			
Charakter konstrukce:	Výplň			
Výplň otvoru nebo lehký obvodový plášť	Výplň			
Součinitel prostupu tepla stanoven:	výpočtem			
Parametry výplně:				
Zasklení				
Plocha viditelné části zasklení	A _g	1,06	m ²	
Součinitel prostupu tepla zasklení	U _g	0,50	W/(m ² .K)	
Rám				
Plocha rámu	A _f	0,44	m ²	
Součinitel prostupu tepla rámu	U _f	0,89	W/(m ² .K)	
Lineární vazby				
Délka viditelného obvodu zasklení	l _g	4,24	m	
Lineární činitel prostupu styku rám / zasklení	ψ _g	0,03	W/(m.K)	
Okrajové podmínky:				
Návrhová vnitřní teplota	θ _i	22,0	°C	
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:	θ _{ai}	22,0	°C	
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:	φ _i	50	%	
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:	Δφ _i	5	%	
Návrhová teplota venkovního vzduchu:	θ _e	-13,0	°C	
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:	φ _e	84	%	
Nadmořská výška budovy (terénu):	h	253	m.n.m.	

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:			
Součinitel prostupu tepla:	U	0,699	W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U _N	1,50	W/(m ² .K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U _{rec}	1,20	W/(m ² .K)
Hodnocení:	Konstrukce VYP-18: O7 - Okno splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.		
Poznámka ke konstrukci:			
-			

VYP-19: D1 - Dveře			
Vnitřní konstrukce:	NE		
Charakter konstrukce:	Výplň		
Výplň otvoru nebo lehký obvodový plášť	Výplň		
Součinitel prostupu tepla stanoven:	výpočtem		
Výška konstrukce:	h _i	5,4	m
Parametry výplně:			
Zasklení			
Plocha viditelné části zasklení	A _g	1,10	m ²
Součinitel prostupu tepla zasklení	U _g	0,70	W/(m ² .K)
Rám			
Plocha rámu	A _f	3,10	m ²
Součinitel prostupu tepla rámu	U _f	1,30	W/(m ² .K)
Lineární vazby			
Délka viditelného obvodu zasklení	l _g	6,20	m
Lineární činitel prostupu styku rám / zasklení	ψ _g	0,03	W/(m.K)
Okrajové podmínky:			
Návrhová vnitřní teplota	θ _i	22,0	°C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:	θ _{ai}	23,6	°C
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:	φ _i	50	%
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:	Δφ _i	5	%
Návrhová teplota venkovního vzduchu:	θ _e	-13,0	°C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:	φ _e	84	%
Nadmořská výška budovy (terénu):	h	253	m.n.m.

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:				
Součinitel prostupu tepla:	U	1,187	W/(m².K)	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U _N	1,70	W/(m ² .K)	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U _{rec}	1,20	W/(m ² .K)	
Hodnocení:	Konstrukce VYP-19: D1 - Dveře splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.			
Poznámka ke konstrukci:				
-				

VYP-20: D2 - Dveře				
Vnitřní konstrukce:	NE			
Charakter konstrukce:	Výplň			
Výplň otvoru nebo lehký obvodový plášť	Výplň			
Součinitel prostupu tepla stanoven:	výpočtem			
Parametry výplně:				
Zasklení				
Plocha viditelné části zasklení	A _g	0,55	m ²	
Součinitel prostupu tepla zasklení	U _g	0,70	W/(m ² .K)	
Rám				
Plocha rámu	A _f	1,55	m ²	
Součinitel prostupu tepla rámu	U _f	1,30	W/(m ² .K)	
Lineární vazby				
Délka viditelného obvodu zasklení	l _g	3,10	m	
Lineární činitel prostupu styku rám / zasklení	ψ _g	0,03	W/(m.K)	
Okrajové podmínky:				
Návrhová vnitřní teplota	θ _i	22,0	°C	
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:	θ _{ai}	22,0	°C	
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:	φ _i	50	%	
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:	Δφ _i	5	%	
Návrhová teplota venkovního vzduchu:	θ _e	-13,0	°C	
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:	φ _e	84	%	
Nadmořská výška budovy (terénu):	h	253	m.n.m.	

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:			
Součinitel prostupu tepla:	U	1,187	W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U _N	1,70	W/(m ² .K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U _{rec}	1,20	W/(m ² .K)
Hodnocení:	Konstrukce VYP-20: D2 - Dveře splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.		
Poznámka ke konstrukci:			
-			

Toto je studentská verze programu.
Tuto verzi není možné
používat pro komerční účely.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERINGD

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKY ÚSPORNÁ BUDOVA ZÁKLADNÍ UMĚLECKÉ ŠKOLY

ENERGY-EFFICIENT ELEMENTARY ART SCHOOL BUILDING

PŘÍLOHA

D.3.4 POSOUZENÍ TEPELNÉ STABILITY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Kateřina Šplíchalová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Olga Rubinová, Ph.D

BRNO 2024

Souhrnná tabulka - letní stabilita

Místnost				
Ozn.	Název	$\theta_{ai,max,N}$	$\theta_{ai,max}$	Hod.
[-]	[-]	[°C]	[°C]	[-]
MIS-1	1.08 - Drnkací nástroje	32,00	27,27	+
MIS-2	1.11 - Koncertní sál	32,00	26,90	+

Legenda:
 ! ... nevyhovuje požadované hodnotě
 + ... vyhovuje požadované hodnotě
 $\theta_{ai,max,N}$... Požadovaná hodnota nejvyšší denní teploty vzduchu v místnosti v letním období
 $\theta_{ai,max}$... Nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období

Souhrnná tabulka - zimní stabilita

Místnost			
Ozn.	Název	$\Delta\theta_{v,N}$	t
[-]	[-]	[°C]	[h]
MIS-1	1.08 - Drnkací nástroje	19,00	24,00
MIS-2	1.11 - Koncertní sál	19,00	24,00

Legenda:
 ! ... nevyhovuje požadované hodnotě
 + ... vyhovuje požadované hodnotě
 $\Delta\theta_{v,N}$... Požadovaná hodnota poklesu výsledné teploty v místnosti v zimním období
 t ... Maximální doba otopné přestávky (výpadku topení)

Posouzení tepelné stability místnosti dle ČSN 73 0540-2

ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Identifikační údaje o budově

Název budovy:	Základní umělecká škola Dolní Bučice
Ulice:	
PSČ:	
Město:	Dolní bučice

Stručný popis budovy

Jedná se o novostavbu základní umělecké školy. Budova má dvě nadzemní podlaží. Střecha je plochá a má celkem tři výškové úrovně, na nejvyšší z nich je umístěno 35 fotovoltaických panelů. Ohřev teplé vody, vytápění a chlazení budovy je zajištěn pomocí čtyř tepelných čerpadel země-voda (hlubinné vrty). Budova je téměř celá nuceně větraná, jsou zde tři vzduchotechnické jednotky.

Seznam podkladů použitých pro hodnocení budovy

--

Identifikační údaje o zpracovateli

Název zpracovatele:	Bc. Kateřina Šplíchalová
Ulice:	
PSČ:	
Město zpracovatele:	Kuřim

Datum zpracování:	08/2023
-------------------	---------

Informace o použitém výpočetním nástroji

Výpočetní nástroj:	DEKSOFT Komfort
Verze:	2.1.5
Bližší informace na:	www.deksoft.eu

Nastavení výpočtu

Měrná tepelná kapacita vzduchu v letním období	c_a	1010	J/(kg.K)
Stanovit hustotu vzduchu	Výpočtem		
Zahrnout do výpočtu činitel solární ztráty	ANO		

MIS-1 1.08 - Drnkací nástroje													
Způsob výpočtu													
Hodnocení										Zimní a letní stabilita			
Výpočet zimní stability										Dle ČSN 73 0540-4 se zohledněním tepelné kapacity vnitřního vzduchu			
Výpočet letní stability										RC-model se třemi uzly (ČSN EN ISO 13792)			
Základní údaje													
Objem vzduchu v místnosti										Vs	39,73	m ³	
Podlahová plocha místnosti										A _f	11,35	m ²	
Násobnost výměny vzduchu v místnosti v zimním období										n	0,6	h ⁻¹	
Násobnost výměny vzduchu v místnosti v letním období										Okna na 1 straně fasády (trvale 50 %)			
Hodina		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
n	[h ⁻¹]	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Hodina		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
n	[h ⁻¹]	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Průměrný tepelný příkon chladnoucí místnosti										Q _m	240	W	
Typ okolní zástavby										Příměstské oblasti			
Činitel okamžitého zisku ze slunečního záření do vzduchu										f _{sa}	0,1	-	
Hodnocený den										21.08			
Zeměpisná šířka										φ	49	°	
Okrajové podmínky													
Průběh teploty v letním období										Dle ČSN 73 0540-3			
Hodina		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
θ _e	[°C]	16,9	16,2	16	16,2	16,9	18,1	19,5	21,2	23	24,8	26,5	27,9
Hodina		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
θ _e	[°C]	29,1	29,8	30	29,8	29,1	28	26,5	24,8	23	21,2	19,5	18,1
Intenzita slunečního záření v letním období										Dle ČSN 73 0540-3			
Hodina		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I - JV	[W/m ²]	0	0	0	0	0	178	432	608	699	708	644	516
Hodina		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
I - JV	[W/m ²]	345	151	116	95	69	37	0	0	0	0	0	0
Vnitřní zisky													
Stanovení teplot v místnosti										Bez vnitřních zisků			
Návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období										θ _e	-	13,00	°C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu v zimním období										θ _{ai}	22,00	°C	

Tepelná kapacita vzduchu v zimním období	c_v	1 216,0 0	J/(m ² .K)
--	-------	-----------------	-----------------------

Konstrukce						
STN - 1						
Způsob výpočtu						
Typ konstrukce				Stěna		
Umístění konstrukce				Vnější		
Plocha konstrukce				A	7,08 m ²	
Skladba v aplikaci Tepelná technika 1D				Z1 - skladba obvodové stěny		
Číslo vrstvy	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti	Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	
-	-	d	λ	c	ρ	
-	-	[m]	[W/(m.K)]	[J/(kg.K)]	[kg/m ³]	
1	YTONG FINISH GP601 - vnitřní stěrka hlazená	0,0020	0,280	1 000	1 030	
2	VC omítka - Vápenocementová omítka	0,0050	0,210	850	500	
3	YTONG Lambda YQ PDK / 500 mm	0,50000	0,077	1 000	300	
4	VC omítka - Vápenocementová omítka	0,0150	0,210	850	500	
5	Penetrační nátěr	-	0,000	-	-	
6	Silikonová omítka	0,0020	0,000	-	-	
<i>Poznámka: vrstvy uvedené šedým písmem nejsou ve výpočtu uvažovány.</i>						
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (zimní / letní)				R_{si}	0,13	0,13 m ² .K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (zimní / letní)				R_{se}	0,04	0,07 m ² .K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce (zimní / letní)				U	0,15	0,15 W/(m ² .K)
Tepelná kapacita konstrukce				C	20,33	kJ/(m ² .K)
Odrazivost vnitřního povrchu				ρ	0,80	-
Orientace konstrukce				JV		
Činitel pohltivosti přímého slunečního záření vnějšího povrchu				α_{sr}	0,30	-

STN - 2					
Způsob výpočtu					
Typ konstrukce				Stěna	
Umístění konstrukce				Vnitřní	
Plocha konstrukce				A	27,58 m ²
Teplota za konstrukcí				$\theta_{e,m}$	22 °C
Skladba v aplikaci Tepelná technika 1D				Z4 - skladba vnitřní nosné stěny tl. 250 mm	
Číslo vrstvy	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti	Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost
-	-	d	λ	c	ρ
-	-	[m]	[W/(m.K)]	[J/(kg.K)]	[kg/m ³]
1	YTONG FINISH GP601 - vnitřní stěrka hlazená	0,0020	0,280	1 000	1 030
2	VC omítka - Vápenocementová omítka	0,0050	0,210	850	500
3	Silka HM 250 (20-2,0) PDK / 250 mm	0,25000	0,825	1 000	2 000
4	VC omítka - Vápenocementová omítka	0,0050	0,210	850	500
5	YTONG FINISH GP601 - vnitřní stěrka hlazená	0,0020	0,280	1 000	1 030
<i>Poznámka: vrstvy uvedené šedým písmem nejsou ve výpočtu uvažovány.</i>					
Tepelná kapacita konstrukce				C	99,11 kJ/(m ² .K)
Odráživost vnitřního povrchu				ρ	0,80 -

STN - 3					
Způsob výpočtu					
Typ konstrukce				Stěna	
Umístění konstrukce				Vnitřní	
Plocha konstrukce				A	10,8 m ²
Teplota za konstrukcí				$\theta_{e,m}$	20 °C
Skladba v aplikaci Tepelná technika 1D				Z4 - skladba vnitřní nosné stěny tl. 250 mm	
Číslo vrstvy	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti	Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost
-	-	d	λ	c	ρ
-	-	[m]	[W/(m.K)]	[J/(kg.K)]	[kg/m ³]
1	YTONG FINISH GP601 - vnitřní stěrka hlazená	0,0020	0,280	1 000	1 030
2	VC omítka - Vápenocementová omítka	0,0050	0,210	850	500
3	Silka HM 250 (20-2,0) PDK / 250 mm	0,25000	0,825	1 000	2 000
4	VC omítka - Vápenocementová omítka	0,0050	0,210	850	500
5	YTONG FINISH GP601 - vnitřní stěrka hlazená	0,0020	0,280	1 000	1 030
<i>Poznámka: vrstvy uvedené šedým písmem nejsou ve výpočtu uvažovány.</i>					
Tepelná kapacita konstrukce				C	99,11 kJ/(m ² .K)
Odráživost vnitřního povrchu				ρ	0,80 -

PDL - 4					
Způsob výpočtu					
Typ konstrukce			Podlaha		
Umístění konstrukce			Polonekonečná		
Plocha konstrukce			A	11,35	m ²
Teplota za konstrukcí			$\theta_{e,m}$	5	°C
Skladba v aplikaci Tepelná technika 1D			P2 - skladba podlahy na terénu		
Číslo vrstvy	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti	Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost
-	-	d	λ	c	ρ
-	-	[m]	[W/(m.K)]	[J/(kg.K)]	[kg/m ³]
1	Podlahová krytina	0,0020	0,000	-	-
2	Lepidlo	0,0010	1,010	840	2 000
3	Samonivelační hmota	0,0070	0,000	-	-
4	Nátěr na bázi akrylátové disperze	-	0,000	-	-
5	Podlahový potěr/mazanina	0,0600	1,300	1 020	2 200
6	Separáční fólie	0,0002	0,000	-	-
7	EPS 200	0,1800	0,034	1 270	35
8	Hydroizolace	0,0040	0,350	1 000	2 000
9	Asfaltová emulze	-	0,000	-	-
10	Železobeton (2500)	0,1500	1,740	1 020	2 500
-	podkladní vrstva	-	-	-	-
<i>Poznámka: vrstvy uvedené šedým písmem nejsou ve výpočtu uvažovány.</i>					
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (zimní / letní)			R_{si}	0,17	0,13 m ² .K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (zimní / letní)			R_{se}	0,00	0,07 m ² .K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce (zimní / letní)			U	0,18	0,18 W/(m ² .K)
Tepelná kapacita konstrukce			C	135,71	kJ/(m ² .K)
Odrazivost vnitřního povrchu			ρ	0,40	-
Výpočet tepelného toku zeminou dle ČSN EN ISO 13370					
Tepelná vodivost zeminy			λ_s	1,5	W/(m.K)
Objemová tepelná kapacita zeminy			ρc	3000000	J/(K.m ³)
Exponovaný obvod podlahy			P	7,82	m
Celková tloušťka obvodových stěn			w	1,25	m
Svislá okrajová izolace					
Návrhový součinitel tepelné vodivosti izolace			λ_n	0,034	W/(m.K)
Hloubka svislé okrajové izolace			D	0,65	m

Tloušťka svislé okrajové izolace	d_n	0,125	m
Vodorovná okrajová izolace			
Návrhový součinitel tepelné vodivosti izolace	λ_n	0,034	W/(m.K)
Šířka vodorovné okrajové izolace	D	0,65	m
Tloušťka vodorovné okrajové izolace	d_n	0,18	m

PDL - 5

Způsob výpočtu

Typ konstrukce	Podlaha				
Umístění konstrukce	Vnitřní				
Plocha konstrukce	A	11,35	m ²		
Teplota za konstrukcí	$\theta_{e,m}$	22	°C		
Skladba v aplikaci Tepelná technika 1D	P4 - skladba podlahy				
Číslo vrstvy	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti	Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost
-	-	d	λ	c	ρ
-	-	[m]	[W/(m.K)]	[J/(kg.K)]	[kg/m ³]
1	Podlahová krytina	0,0020	0,000	-	-
2	Lepidlo	0,0010	1,010	840	2 000
3	Samonivelační hmota	0,0070	0,000	-	-
4	Nátěr na bázi akrylátové disperze	-	0,000	-	-
5	Podlahový potěr/mazanina	0,0600	1,300	1 020	2 200
6	Separáčnická fólie	0,0002	0,000	-	-
7	Kročeje izolace	0,0300	0,044	1 000	34
8	Polyuretanové lepidlo	-	0,000	-	-
9	Železobeton (2500)	0,2000	1,740	1 020	2 500
10	YTONG BASE TP600 - vnitřní omítka tepelněizolační	0,0050	0,021	1 000	900
<i>Poznámka: vrstvy uvedené šedým písmem nejsou ve výpočtu uvažovány.</i>					
Tepelná kapacita konstrukce	C	128,24	kJ/(m ² .K)		
Odrazivost vnitřního povrchu	ρ	0,40	-		

VYP - 6				
Způsob výpočtu				
Typ konstrukce	Výplň			
Umístění konstrukce	Vnější			
Plocha konstrukce	A	3	m ²	
Skladba v aplikaci Tepelná technika 1D	O1 - Okno			
Tepelná kapacita konstrukce	C	-	kJ/(m ² .K)	
Součinitel prostupu tepla výplně včetně rámu (zimní / letní)	U _w	0,66	0,65	W/(m ² .K)
Součinitel prostupu tepla zasklení (zimní / letní)	U _g	0,50	0,49	W/(m ² .K)
Podíl plochy neprůsvitných částí výplně ku celkové ploše výplně	f _F	0,25	W/(m ² .K)	
Celková propustnost slunečního záření zasklením	g	0,50	-	
Propustnost přímého slunečního záření zasklením	τ _e	0,50	-	
Odrazivost přímého slunečního záření na straně dopadajícího záření	ρ _e	0,17	-	
Odrazivost přímého slunečního záření na straně odvrácené od dopadajícího záření	ρ' _e	-	-	
Emisivita vnějšího povrchu zasklení	ε	0,10	-	
Orientace výplně	JV			
Zařízení protisluneční ochrany				
Stanovení vlastností zařízení protisluneční ochrany	Typické hodnoty dle ČSN EN 13363-1			
Umístění zařízení protisluneční ochrany	Vnější			
Průsvitnost zařízení protisluneční ochrany	Poloprůsvitný			
Barevnost zařízení protisluneční ochrany	Bílá			
Sluneční propustnost zařízení protisluneční ochrany	τ _{e,B}	0,20	-	
Sluneční odrazivost na osluněné straně zařízení protisluneční ochrany	ρ _{e,B}	0,60	-	
Sluneční odrazivost na odvrácené straně protisluneční ochrany	ρ' _{e,B}	0,60	-	
Zařízením protisluneční ochrany jsou žaluzie otevřené pod úhlem 45°	NE			
Přídavný tepelný odpor zařízení protisluneční ochrany	ΔR	-	m ² .K/W	

Výsledky výpočtu letní tepelné stability					
Teplná kapacita obalových konstrukcí		C_m	6 943,56	kJ/K	
Celková plocha konstrukcí ve styku s vnitřním prostředím		A_t	71,16	m ²	
Ekvivalentní akumulční plocha		A_m	62,16	m ²	
Hodina		Centrální uzlová teplota	Teplota hmoty	Teplota vnitřního vzduchu	Operativní teplota
od	do	θ_s [°C]	θ_m [°C]	θ_{ai} [°C]	θ_{op} [°C]
0	1	26,71	26,37	25,65	26,15
1	2	26,65	26,29	25,51	26,05
2	3	26,59	26,22	25,44	25,98
3	4	26,53	26,17	25,40	25,93
4	5	26,47	26,14	25,43	25,92
5	6	26,44	26,22	25,62	26,03
6	7	26,45	26,38	25,89	26,23
7	8	26,49	26,54	26,19	26,43
8	9	26,56	26,70	26,48	26,63
9	10	26,63	26,83	26,75	26,81
10	11	26,71	26,94	26,97	26,95
11	12	26,77	27,01	27,12	27,04
12	13	26,83	27,03	27,22	27,09
13	14	26,86	27,02	27,24	27,08
14	15	26,89	27,04	27,27	27,11
15	16	26,92	27,05	27,26	27,12
16	17	26,94	27,04	27,20	27,09
17	18	26,95	27,00	27,08	27,02
18	19	26,95	26,93	26,90	26,92
19	20	26,93	26,86	26,71	26,81
20	21	26,91	26,78	26,49	26,69
21	22	26,88	26,68	26,27	26,55
22	23	26,83	26,58	26,04	26,41
23	24	26,78	26,48	25,84	26,28
Minimální hodnota		26,44	26,14	25,40	25,92
Průměrná hodnota		26,74	26,68	26,41	26,60
Maximální hodnota		26,95	27,05	27,27	27,12

Výsledky výpočtu zimní tepelné stability													
Průběh chladnutí místnosti													
Hodina		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
θ_{ai}	[°C]	21,5	21,4	21,4	21,3	21,3	21,3	21,2	21,2	21,2	21,1	21,1	21,1
θ_v	[°C]	21,8	21,7	21,7	21,6	21,6	21,6	21,5	21,5	21,5	21,4	21,4	21,4
$\Delta\theta_v$	[°C]	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6
Hodina		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
θ_{ai}	[°C]	21,0	21,0	21,0	20,9	20,9	20,9	20,8	20,8	20,8	20,7	20,7	20,7
θ_v	[°C]	21,3	21,3	21,3	21,2	21,2	21,2	21,1	21,1	21,1	21,0	21,0	21,0
$\Delta\theta_v$	[°C]	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0

Posouzení s požadavky ČSN 73 0540-2			
Letní stabilita			
Druh budovy	Ostatní s vnitřním zdrojem tepla nad 25 W/m ³		
Budova vybavena strojním chlazením	ANO		
Požadovaná hodnota nejvyšší denní teploty vzduchu v místnosti v letním období	$\theta_{ai,max,N}$	32	°C
Nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období	$\theta_{ai,max}$	27,27	°C
Hodnocení:	Nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období splňuje požadavek dle ČSN 73 0540-2.		
Zimní stabilita			
Druh budovy	Nádrže s vodou		
Druh místnosti	Nádrže s vodou		
Požadovaná hodnota poklesu výsledné teploty v místnosti v zimním období	$\Delta\theta_{v,N}$	19	°C
Maximální doba otopné přestávky (výpadku topení)	t	24,00	h
Hodnocení:	Místnost splní požadavek na zimní stabilitu dle ČSN 73 0540-2 pro dobu otopné přestávky (výpadku topení) o maximální délce 24,00 h.		

Vyhodnocení tepelného komfortu dle ČSN EN ISO 7730					
Tepelná izolace oděvu		I_{cl}	1	clo	
Metabolizmus		M	1,2	met	
Užitečný mechanický výkon		W	0	met	
Relativní rychlost proudění vzduchu		v_{ar}	0,2	m/s	
Reletativní vlhkost		φ	50	%	
Hodina		Teplota vnitřního vzduchu	Střední radiační teplota	Index PMV	Index PPD
od	do	θ_{ai} [°C]	θ_r [°C]	[-]	[%]
0	1	25,65	26,15	0,88	21,39
1	2	25,51	26,05	0,86	20,43
2	3	25,44	25,98	0,84	19,80
3	4	25,40	25,93	0,83	19,43
4	5	25,43	25,92	0,83	19,40
5	6	25,62	26,03	0,86	20,52
6	7	25,89	26,23	0,91	22,43
7	8	26,19	26,43	0,96	24,60
8	9	26,48	26,63	1,02	26,81
9	10	26,75	26,81	1,06	28,81
10	11	26,97	26,95	1,10	30,56
11	12	27,12	27,04	1,13	31,74
12	13	27,22	27,09	1,14	32,44
13	14	27,24	27,08	1,14	32,44
14	15	27,27	27,11	1,15	32,76
15	16	27,26	27,12	1,15	32,80
16	17	27,20	27,09	1,14	32,35
17	18	27,08	27,02	1,12	31,47
18	19	26,90	26,92	1,09	30,14
19	20	26,71	26,81	1,06	28,75
20	21	26,49	26,69	1,03	27,29
21	22	26,27	26,55	0,99	25,69
22	23	26,04	26,41	0,95	24,12
23	24	25,84	26,28	0,92	22,73
Minimální hodnota		25,40	25,92	0,83	19,40
Průměrná hodnota		26,41	26,60	1,01	26,62
Maximální hodnota		27,27	27,12	1,15	32,80

MIS-2 1.11 - Koncertní sál													
Způsob výpočtu													
Hodnocení										Zimní a letní stabilita			
Výpočet zimní stability										Dle ČSN 73 0540-4 se zohledněním tepelné kapacity vnitřního vzduchu			
Výpočet letní stability										RC-model se třemi uzly (ČSN EN ISO 13792)			
Základní údaje													
Objem vzduchu v místnosti										Vs	916,9	m ³	
Podlahová plocha místnosti										A _f	202,5	m ²	
Násobnost výměny vzduchu v místnosti v zimním období										n	0,6	h ⁻¹	
Násobnost výměny vzduchu v místnosti v letním období										Okna na 1 straně fasády (trvale 50 %)			
Hodina		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
n	[h ⁻¹]	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Hodina		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
n	[h ⁻¹]	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Průměrný tepelný příkon chladnoucí místnosti										Q _m	-	W	
Typ okolní zástavby										Příměstské oblasti			
Činitel okamžitého zisku ze slunečního záření do vzduchu										f _{sa}	0,1	-	
Hodnocený den										21.08			
Zeměpisná šířka										φ	49	°	
Okrajové podmínky													
Průběh teploty v letním období										Dle ČSN 73 0540-3			
Hodina		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
θ _e	[°C]	16,9	16,2	16	16,2	16,9	18,1	19,5	21,2	23	24,8	26,5	27,9
Hodina		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
θ _e	[°C]	29,1	29,8	30	29,8	29,1	28	26,5	24,8	23	21,2	19,5	18,1
Intenzita slunečního záření v letním období										Dle ČSN 73 0540-3			
Hodina		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I - JV	[W/m ²]	0	0	0	0	0	178	432	608	699	708	644	516
I - SV	[W/m ²]	0	0	0	0	0	219	384	376	270	132	142	145
I - J	[W/m ²]	0	0	0	0	0	37	103	259	420	553	640	670
Hodina		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
I - JV	[W/m ²]	345	151	116	95	69	37	0	0	0	0	0	0
I - SV	[W/m ²]	142	132	116	95	69	37	0	0	0	0	0	0
I - J	[W/m ²]	640	553	420	259	103	37	0	0	0	0	0	0
Vnitřní zisky													

Stanovení teplot v místnosti	Bez vnitřních zisků		
Návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období	θ_e	- 13,00	°C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu v zimním období	θ_{ai}	22,00	°C
Tepelná kapacita vzduchu v zimním období	c_v	1 216,0 0	J/(m ³ .K)

Toto je studentská verze programu.
Tuto verzi není možné
používat pro komerční účely.

Konstrukce						
STN - 1						
Způsob výpočtu						
Typ konstrukce				Stěna		
Umístění konstrukce				Vnější		
Plocha konstrukce				A	29,69 m ²	
Skladba v aplikaci Tepelná technika 1D				Z2 - skladba obvodové stěny s dřevěným obkladem		
Číslo vrstvy	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti	Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	
-	-	d	λ	c	ρ	
-	-	[m]	[W/(m.K)]	[J/(kg.K)]	[kg/m ³]	
1	YTONG FINISH GP601 - vnitřní stěrka hlazená	0,0020	0,280	1 000	1 030	
2	VC omítka - Vápenocementová omítka	0,0050	0,210	850	500	
3	YTONG Lambda YQ PDK / 500 mm	0,50000	0,077	1 000	300	
4	Svislé laťování - smrkové dřevo (vzduchová mezera)	0,0300	0,000	-	-	
5	Horizontální rošt - smrkové dřevo (vzduchová mezera)	0,0300	0,000	-	-	
6	Svislý dřevěný obklad (modřínové dřevo)	0,0200	0,000	-	-	
<i>Poznámka: vrstvy uvedené šedým písmem nejsou ve výpočtu uvažovány.</i>						
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (zimní / letní)				R _{si}	0,13	0,13 m ² .K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (zimní / letní)				R _{se}	0,04	0,07 m ² .K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce (zimní / letní)				U	0,15	0,15 W/(m ² .K)
Tepelná kapacita konstrukce				C	20,33	kJ/(m ² .K)
Odráživost vnitřního povrchu				ρ	0,40	-
Orientace konstrukce				JV		
Činitel pohltivosti přímého slunečního záření vnějšího povrchu				α_{sr}	0,60	-

STN - 2						
Způsob výpočtu						
Typ konstrukce				Stěna		
Umístění konstrukce				Vnější		
Plocha konstrukce				A	61,75 m ²	
Skladba v aplikaci Tepelná technika 1D				Z2 - skladba obvodové stěny s dřevěným obkladem		
Číslo vrstvy	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti	Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	
-	-	d	λ	c	ρ	
-	-	[m]	[W/(m.K)]	[J/(kg.K)]	[kg/m ³]	
1	YTONG FINISH GP601 - vnitřní stěrka hlazená	0,0020	0,280	1 000	1 030	
2	VC omítká - Vápenocementová omítká	0,0050	0,210	850	500	
3	YTONG Lambda YQ PDK / 500 mm	0,50000	0,077	1 000	300	
4	Svislé laťování - smrkové dřevo (vzduchová mezera)	0,0300	0,000	-	-	
5	Horizontální rošt - smrkové dřevo (vzduchová mezera)	0,0300	0,000	-	-	
6	Svislý dřevěný obklad (modřínové dřevo)	0,0200	0,000	-	-	
<i>Poznámka: vrstvy uvedené šedým písmem nejsou ve výpočtu uvažovány.</i>						
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (zimní / letní)				R _{si}	0,13	0,13 m ² .K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (zimní / letní)				R _{se}	0,04	0,07 m ² .K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce (zimní / letní)				U	0,15	0,15 W/(m ² .K)
Tepelná kapacita konstrukce				C	20,33	kJ/(m ² .K)
Odrazivost vnitřního povrchu				ρ	0,40	-
Orientace konstrukce				SV		
Činitel pohltivosti přímého slunečního záření vnějšího povrchu				α_{sr}	0,60	-

STN - 3					
Způsob výpočtu					
Typ konstrukce				Stěna	
Umístění konstrukce				Vnitřní	
Plocha konstrukce				A	85,5 m ²
Teplota za konstrukcí				$\theta_{e,m}$	20 °C
Skladba v aplikaci Tepelná technika 1D				Z4 - skladba vnitřní nosné stěny tl. 250 mm	
Číslo vrstvy	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti	Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost
-	-	d	λ	c	ρ
-	-	[m]	[W/(m.K)]	[J/(kg.K)]	[kg/m ³]
1	YTONG FINISH GP601 - vnitřní stěrka hlazená	0,0020	0,280	1 000	1 030
2	VC omítka - Vápenocementová omítka	0,0050	0,210	850	500
3	Silka HM 250 (20-2,0) PDK / 250 mm	0,25000	0,825	1 000	2 000
4	VC omítka - Vápenocementová omítka	0,0050	0,210	850	500
5	YTONG FINISH GP601 - vnitřní stěrka hlazená	0,0020	0,280	1 000	1 030
<i>Poznámka: vrstvy uvedené šedým písmem nejsou ve výpočtu uvažovány.</i>					
Tepelná kapacita konstrukce				C	99,11 kJ/(m ² .K)
Odráživost vnitřního povrchu				ρ	0,80 -

STN - 4					
Způsob výpočtu					
Typ konstrukce			Stěna		
Umístění konstrukce			Vnitřní		
Plocha konstrukce			A	53,43	m ²
Teplota za konstrukcí			$\theta_{e,m}$	22	°C
Skladba v aplikaci Tepelná technika 1D			Z3 - skladba vnitřní nosné stěny tl. 500 mm		
Číslo vrstvy	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti	Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost
-	-	d	λ	c	ρ
-	-	[m]	[W/(m.K)]	[J/(kg.K)]	[kg/m ³]
1	YTONG FINISH GP601 - vnitřní stěrka hlazená	0,0020	0,280	1 000	1 030
2	VC omítka - Vápenocementová omítka	0,0050	0,210	850	500
3	YTONG Lambda YQ PDK / 500 mm	0,50000	0,077	1 000	300
4	VC omítka - Vápenocementová omítka	0,0050	0,210	850	500
5	YTONG FINISH GP601 - vnitřní stěrka hlazená	0,0020	0,280	1 000	1 030
<i>Poznámka: vrstvy uvedené šedým písmem nejsou ve výpočtu uvažovány.</i>					
Tepelná kapacita konstrukce			C	20,32	kJ/(m ² .K)
Odráživost vnitřního povrchu			ρ	0,80	-

PDL - 5					
Způsob výpočtu					
Typ konstrukce			Podlaha		
Umístění konstrukce			Polonekonečná		
Plocha konstrukce			A	202,5	m ²
Teplota za konstrukcí			$\theta_{e,m}$	5	°C
Skladba v aplikaci Tepelná technika 1D			P2 - skladba podlahy na terénu		
Číslo vrstvy	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti	Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost
-	-	d	λ	c	ρ
-	-	[m]	[W/(m.K)]	[J/(kg.K)]	[kg/m ³]
1	Podlahová krytina	0,0020	0,000	-	-
2	Lepidlo	0,0010	1,010	840	2 000
3	Samonivelační hmota	0,0070	0,000	-	-
4	Nátěr na bázi akrylátové disperze	-	0,000	-	-
5	Podlahový potěr/mazanina	0,0600	1,300	1 020	2 200
6	Separáční fólie	0,0002	0,000	-	-
7	EPS 200	0,1800	0,034	1 270	35
8	Hydroizolace	0,0040	0,350	1 000	2 000
9	Asfaltová emulze	-	0,000	-	-
10	Železobeton (2500)	0,1500	1,740	1 020	2 500
-	podkladní vrstva	-	-	-	-
<i>Poznámka: vrstvy uvedené šedým písmem nejsou ve výpočtu uvažovány.</i>					
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (zimní / letní)			R_{si}	0,17	0,13 m ² .K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (zimní / letní)			R_{se}	0,00	0,07 m ² .K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce (zimní / letní)			U	0,18	0,18 W/(m ² .K)
Tepelná kapacita konstrukce			C	135,71	kJ/(m ² .K)
Odrazivost vnitřního povrchu			ρ	0,40	-
Výpočet tepelného toku zeminou dle ČSN EN ISO 13370					
Tepelná vodivost zeminy			λ_s	1,5	W/(m.K)
Objemová tepelná kapacita zeminy			ρc	3000000	J/(K.m ³)
Exponovaný obvod podlahy			P	58,5	m
Celková tloušťka obvodových stěn			w	1,750	m
Svislá okrajová izolace					
Návrhový součinitel tepelné vodivosti izolace			λ_n	0,034	W/(m.K)
Hloubka svislé okrajové izolace			D	0,65	m

Tloušťka svislé okrajové izolace	d_n	0,125	m
Vodorovná okrajová izolace			
Návrhový součinitel tepelné vodivosti izolace	λ_n	0,034	W/(m.K)
Šířka vodorovné okrajové izolace	D	0,65	m
Tloušťka vodorovné okrajové izolace	d_n	0,18	m

Toto je studentská verze programu.
Tuto verzi není možné
používat pro komerční účely.

STR - 6							
Způsob výpočtu							
Typ konstrukce				Strop nebo střecha			
Umístění konstrukce				Vnější			
Plocha konstrukce				A	202,5 m ²		
Skladba v aplikaci Tepelná technika 1D				S2 - skladba střechy (nosná vrstva prefabrikované panely)			
Číslo vrstvy	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti	Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost		
-	-	d	λ	c	ρ		
-	-	[m]	[W/(m.K)]	[J/(kg.K)]	[kg/m ³]		
1	VC omítka - Vápenocementová omítka	0,0050	0,900	850	500		
2	Dutinový železobetonový stropní panel	0,3200	1,200	1 020	1 200		
3	Asfaltová penetrační emulze	-	-	-	-		
4	Hydroizolace + parozábrana	0,0040	0,350	1 000	2 000		
5	Polyuretanové lepidlo	-	0,000	-	-		
6	Spádové klíny EPS 100	0,1000	0,037	1 270	25		
7	Polyuretanové lepidlo	-	0,000	-	-		
8	EPS 200	0,2000	0,035	1 270	35		
9	Polyuretanové lepidlo	-	0,000	-	-		
10	Netkaná textilie	0,0030	0,000	-	-		
11	Hydroizolace	0,0035	0,000	-	-		
<i>Poznámka: vrstvy uvedené šedým písmem nejsou ve výpočtu uvažovány.</i>							
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (zimní / letní)				R _{si}	0,10	0,13	m ² .K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (zimní / letní)				R _{se}	0,04	0,07	m ² .K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce (zimní / letní)				U	0,11	0,11	W/(m ² .K)
Tepelná kapacita konstrukce				C	141,70	kJ/(m ² .K)	
Odrazivost vnitřního povrchu				ρ	0,80	-	
Orientace konstrukce				J			
Činitel pohltivosti přímého slunečního záření vnějšího povrchu				α_{sr}	0,30	-	

VYP - 7			
Způsob výpočtu			
Typ konstrukce	Výplň		
Umístění konstrukce	Vnější		
Plocha konstrukce	A	23,75	m ²
Skladba v aplikaci Tepelná technika 1D	O6 - Okno		
Tepelná kapacita konstrukce	C	-	kJ/(m ² .K)
Součinitel prostupu tepla výplně včetně rámu (zimní / letní)	U _w	0,56	0,55 W/(m ² .K)
Součinitel prostupu tepla zasklení (zimní / letní)	U _g	0,50	0,49 W/(m ² .K)
Podíl plochy neprůsvitných částí výplně ku celkové ploše výplně	f _F	0,09	W/(m ² .K)
Celková propustnost slunečního záření zasklením	g	0,50	-
Propustnost přímého slunečního záření zasklením	τ _e	0,50	-
Odrazivost přímého slunečního záření na straně dopadajícího záření	ρ _e	0,17	-
Odrazivost přímého slunečního záření na straně odvrácené od dopadajícího záření	ρ' _e	-	-
Emisivita vnějšího povrchu zasklení	ε	0,10	-
Orientace výplně	JV		
Zařízení protisluneční ochrany			
Stanovení vlastností zařízení protisluneční ochrany	Typické hodnoty dle ČSN EN 13363-1		
Umístění zařízení protisluneční ochrany	Vnější		
Průsvitnost zařízení protisluneční ochrany	Poloprůsvitný		
Barevnost zařízení protisluneční ochrany	Pastelová		
Sluneční propustnost zařízení protisluneční ochrany	τ _{e,B}	0,20	-
Sluneční odrazivost na osluněné straně zařízení protisluneční ochrany	ρ _{e,B}	0,40	-
Sluneční odrazivost na odvrácené straně protisluneční ochrany	ρ' _{e,B}	0,40	-
Zařízením protisluneční ochrany jsou žaluzie otevřené pod úhlem 45°	NE		
Přídavný tepelný odpor zařízení protisluneční ochrany	ΔR	-	m ² .K/W

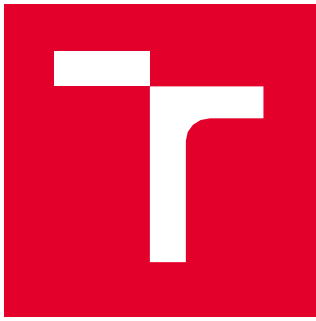
VYP - 8			
Způsob výpočtu			
Typ konstrukce	Výplň		
Umístění konstrukce	Vnější		
Plocha konstrukce	A	23,75	m ²
Skladba v aplikaci Tepelná technika 1D	O6 - Okno		
Tepelná kapacita konstrukce	C	-	kJ/(m ² .K)
Součinitel prostupu tepla výplně včetně rámu (zimní / letní)	U _w	0,56	0,55 W/(m ² .K)
Součinitel prostupu tepla zasklení (zimní / letní)	U _g	0,50	0,49 W/(m ² .K)
Podíl plochy neprůsvitných částí výplně ku celkové ploše výplně	f _F	0,09	W/(m ² .K)
Celková propustnost slunečního záření zasklením	g	0,50	-
Propustnost přímého slunečního záření zasklením	τ _e	0,50	-
Odrazivost přímého slunečního záření na straně dopadajícího záření	ρ _e	0,17	-
Odrazivost přímého slunečního záření na straně odvrácené od dopadajícího záření	ρ' _e	-	-
Emisivita vnějšího povrchu zasklení	ε	0,10	-
Orientace výplně	SV		
Zařízení protisluneční ochrany			
Stanovení vlastností zařízení protisluneční ochrany	Typické hodnoty dle ČSN EN 13363-1		
Umístění zařízení protisluneční ochrany	Vnější		
Průsvitnost zařízení protisluneční ochrany	Poloprůsvitný		
Barevnost zařízení protisluneční ochrany	Pastelová		
Sluneční propustnost zařízení protisluneční ochrany	τ _{e,B}	0,20	-
Sluneční odrazivost na osluněné straně zařízení protisluneční ochrany	ρ _{e,B}	0,40	-
Sluneční odrazivost na odvrácené straně protisluneční ochrany	ρ' _{e,B}	0,40	-
Zařízením protisluneční ochrany jsou žaluzie otevřené pod úhlem 45°	NE		
Přídavný tepelný odpor zařízení protisluneční ochrany	ΔR	-	m ² .K/W

Výsledky výpočtu letní tepelné stability					
Teplná kapacita obalových konstrukcí			C_m	67 593,34	kJ/K
Celková plocha konstrukcí ve styku s vnitřním prostředím			A_t	682,87	m ²
Ekvivalentní akumulční plocha			A_m	525,46	m ²
Hodina		Centrální uzlová teplota	Teplota hmoty	Teplota vnitřního vzduchu	Operativní teplota
od	do	θ_s [°C]	θ_m [°C]	θ_{ai} [°C]	θ_{op} [°C]
0	1	25,59	24,90	23,56	24,48
1	2	25,47	24,73	23,31	24,29
2	3	25,35	24,60	23,17	24,16
3	4	25,24	24,51	23,13	24,08
4	5	25,13	24,47	23,21	24,08
5	6	25,09	24,72	23,65	24,39
6	7	25,12	25,05	24,20	24,79
7	8	25,18	25,33	24,73	25,14
8	9	25,27	25,54	25,21	25,44
9	10	25,37	25,71	25,63	25,69
10	11	25,48	25,92	26,08	25,97
11	12	25,59	26,07	26,42	26,18
12	13	25,69	26,18	26,69	26,34
13	14	25,78	26,22	26,82	26,40
14	15	25,86	26,28	26,90	26,47
15	16	25,92	26,31	26,89	26,49
16	17	25,98	26,28	26,74	26,42
17	18	26,00	26,19	26,49	26,29
18	19	26,01	26,04	26,12	26,07
19	20	25,99	25,89	25,72	25,84
20	21	25,95	25,71	25,27	25,58
21	22	25,89	25,52	24,81	25,29
22	23	25,81	25,30	24,35	25,01
23	24	25,71	25,10	23,94	24,74
Minimální hodnota		25,09	24,47	23,13	24,08
Průměrná hodnota		25,60	25,52	25,13	25,40
Maximální hodnota		26,01	26,31	26,90	26,49

Výsledky výpočtu zimní tepelné stability													
Průběh chladnutí místnosti													
Hodina		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
θ_{ai}	[°C]	19,0	18,4	18,0	17,6	17,3	17,1	16,8	16,6	16,4	16,2	16,0	15,8
θ_v	[°C]	19,7	19,0	18,6	18,2	17,9	17,7	17,4	17,2	17,0	16,8	16,6	16,4
$\Delta\theta_v$	[°C]	2,3	3,0	3,4	3,8	4,1	4,3	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6
Hodina		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
θ_{ai}	[°C]	15,6	15,5	15,3	15,1	14,9	14,8	14,6	14,5	14,3	14,2	14,0	13,9
θ_v	[°C]	16,2	16,0	15,8	15,7	15,5	15,3	15,2	15,0	14,9	14,7	14,6	14,4
$\Delta\theta_v$	[°C]	5,8	6,0	6,2	6,3	6,5	6,7	6,8	7,0	7,1	7,3	7,4	7,6

Posouzení s požadavky ČSN 73 0540-2			
Letní stabilita			
Druh budovy	Nevýrobní		
Budova vybavena strojním chlazením	ANO		
Požadovaná hodnota nejvyšší denní teploty vzduchu v místnosti v letním období	$\theta_{ai,max,N}$	32	°C
Nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období	$\theta_{ai,max}$	26,90	°C
Hodnocení:	Nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období splňuje požadavek dle ČSN 73 0540-2.		
Zimní stabilita			
Druh budovy	Nádrže s vodou		
Druh místnosti	Nádrže s vodou		
Požadovaná hodnota poklesu výsledné teploty v místnosti v zimním období	$\Delta\theta_{v,N}$	19	°C
Maximální doba otopné přestávky (výpadku topení)	t	24,00	h
Hodnocení:	Místnost splní požadavek na zimní stabilitu dle ČSN 73 0540-2 pro dobu otopné přestávky (výpadku topení) o maximální délce 24,00 h.		

Vyhodnocení tepelného komfortu dle ČSN EN ISO 7730					
Tepelná izolace oděvu		I_{cl}	1	clo	
Metabolizmus		M	1,2	met	
Užitečný mechanický výkon		W	0	met	
Relativní rychlost proudění vzduchu		v_{ar}	0,2	m/s	
Reletativní vlhkost		φ	50	%	
Hodina		Teplota vnitřního vzduchu	Střední radiační teplota	Index PMV	Index PPD
od	do	θ_{ai} [°C]	θ_r [°C]	[-]	[%]
0	1	23,56	24,48	0,46	9,43
1	2	23,31	24,29	0,41	8,52
2	3	23,17	24,16	0,38	8,00
3	4	23,13	24,08	0,36	7,75
4	5	23,21	24,08	0,37	7,82
5	6	23,65	24,39	0,45	9,18
6	7	24,20	24,79	0,55	11,34
7	8	24,73	25,14	0,64	13,71
8	9	25,21	25,44	0,73	16,06
9	10	25,63	25,69	0,79	18,30
10	11	26,08	25,97	0,87	20,97
11	12	26,42	26,18	0,93	23,20
12	13	26,69	26,34	0,97	24,92
13	14	26,82	26,40	0,99	25,75
14	15	26,90	26,47	1,01	26,43
15	16	26,89	26,49	1,01	26,59
16	17	26,74	26,42	0,99	25,70
17	18	26,49	26,29	0,95	24,11
18	19	26,12	26,07	0,89	21,71
19	20	25,72	25,84	0,83	19,42
20	21	25,27	25,58	0,75	16,98
21	22	24,81	25,29	0,68	14,63
22	23	24,35	25,01	0,60	12,52
23	24	23,94	24,74	0,53	10,84
Minimální hodnota		23,13	24,08	0,36	7,75
Průměrná hodnota		25,13	25,40	0,71	16,83
Maximální hodnota		26,90	26,49	1,01	26,59



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKY ÚSPORNÁ BUDOVA ZÁKLADNÍ UMĚLECKÉ ŠKOLY

ENERGY-EFFICIENT ELEMENTARY ART SCHOOL BUILDING

PŘÍLOHA

D.3.5 PRŮKAZ ENERGETICKÉ
NÁROČNOSTI BUDOVY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Kateřina Šplíchalová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Olga Rubinová, Ph.D

BRNO 2024

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 264/2020 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo:

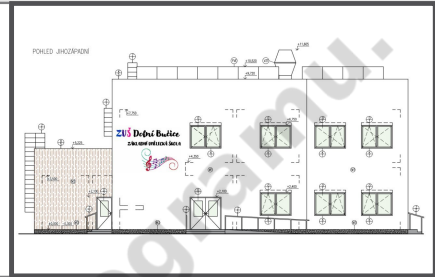
PSČ, místo: Dolní bučice

K.ú., parcelní č.:

Typ budovy: Budova pro vzdělávání

Celková energeticky vztažná plocha: 950

m²



KLASIFIKAČNÍ TŘÍDA

Primární energie z neobnovitelných zdrojů
kWh/(m²·rok)



Požadavky pro výstavbu nové budovy od 1.1.2022

jsou SPLNĚNY

ROZDĚLENÍ DODANÉ ENERGIE

MWh/rok

■ energie okolního prostředí: 27.4
■ elektřina: 9.6



UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	0.20 W/(m ² ·K)	B
Měrná potřeba tepla na vytápění	15.3 kWh/(m ² ·rok)	
Celková dodaná energie	39.0 kWh/(m²·rok)	A
Vytápění	20.8 kWh/(m ² ·rok)	A
Chlazení	0.00 kWh/(m ² ·rok)	A
Nucené větrání	1.90 kWh/(m ² ·rok)	C
Úprava vlhkosti	-	
Příprava teplé vody	14.4 kWh/(m ² ·rok)	B
Osvětlení	1.92 kWh/(m ² ·rok)	C

Energetický specialista:

Osvědčení č.:

Kontakt:

Ev. č. průkazu:

Vyhotoveno dne: 08/2023

Podpis:

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 264/2020 Sb., o energetické náročnosti budov

A IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

ÚDAJE O BUDOVĚ / MÍSTĚ STAVBY

Obec:	Dolní bučice	Část obce:	
Ulice:		Č.p / č. or. (č.ev.)	
Katastrální území:		Převládající typ využití:	Budova pro vzdělávání
Parcelní číslo pozemku:		Památková ochrana budovy:	Bez památkové ochrany
Orientační období výstavby:		Památková ochrana území:	Bez památkové ochrany

POPIS HODNOCENÉ BUDOVY

Základní členění budovy a hospodaření s energiemi, stavební konstrukce obálky, technické systémy budovy, významné rekonstrukce, využití objektu.

Stručný popis budovy:

Jedná se o novostavbu základní umělecké školy. Budova má dvě nadzemní podlaží. Střecha je plochá a má celkem tři výškové úrovně, na nejvyšší z nich je umístěno 35 fotovoltaických panelů. Ohřev teplé vody, vytápění a chlazení budovy je zajištěn pomocí čtyř tepelných čerpadel země-voda (hlubinné vrty). Budova je téměř celá nuceně větraná, jsou zde tři vzduchotechnické jednotky.

GEOMETRICKÉ CHARAKTERISTIKY

Parametr	Jednotky	Hodnota
Objem budovy s upravovaným vnitřním prostředím	m ³	4 539,8
Celková plocha hodnocené obálky budovy	m ²	2 374,1
Objemový faktor tvaru budovy	m ² /m ³	0,52
Celková energeticky vztažná plocha budovy	m ²	949,8
Podíl průsvitných konstrukcí v ploše svislých konstrukcí	%	16,3

VÝPOČTOVÉ ZÓNY

Energetická náročnost budovy a hodnocení obálky je vypočteno pro budovu jako celek, která se při výpočtu může členit do dílčích zón. Budova je členěna na zóny s upravovaným vnitřním prostředím (vytápění, chlazení), které mají definovanou návrhovou vnitřní teplotu dle ČSN 730540 a na zóny nevytápěné. Zónám jsou přiřazeny profily typického užívání.

Ozn.	Označení zóny	Typ zóny dle ČSN 73 0331-1	Úprava vnitřního prostředí		Návrhová vnitřní teplota pro vytápění °C	Energ. vztažná plocha m ²
			Vytápění	Chlazení		
Z1	Vytápěná zóna 1	10. Budovy pro vzdělávání - učebny	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	20	654,1
Z2	Vytápěná zóna 2	13. Budovy pro vzdělávání - chodby, komunikace	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	20	295,6
NZ3	Nevytápěná zóna	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-

B CELKOVÁ DODANÁ ENERGIE

Dodaná energie je dle §4 Vyhlášky součtem vypočtené spotřeby energie a pomocné energie (čerpadla, regulace apod.) pro daný účel. Vypočtená spotřeba energie vychází z potřeby energie pro zajištění typického užívání budovy se zahrnutím účinností technického systému. Do dodané energie se v souladu s Vyhláškou neuvažují technologie nesouvisející se zajištěním uvedených účelů, ale vstupují do výpočtu ve formě tepelných zisků.

Energonositel	Vytápění	Chlazení	Nucené větrání	Úprava vlhkosti	Příprava teplé vody	Osvětlení vnitřního prostoru budovy	Ostatní	Celkem
	% pokrytí							
	Dodaná energie v MWh/rok							

PALIVA

Za paliva jsou pro účely průkazu považovány elektrická energie odebíraná z veřejné distribuční sítě, paliva pro spalování (uhlí, dřevo, zemní plyn apod.) a energie dodaná ve formě tepla nebo chladu ze soustavy zásobování tepelnou energií (SZTE).

elektrřina	12,2%	---	1,6%	---	8,6%	3,6%	---	26,0%
	4.52	---	0.60	---	3.19	1.33	---	9.64

ENERGIE OKOLNÍHO PROSTŘEDÍ

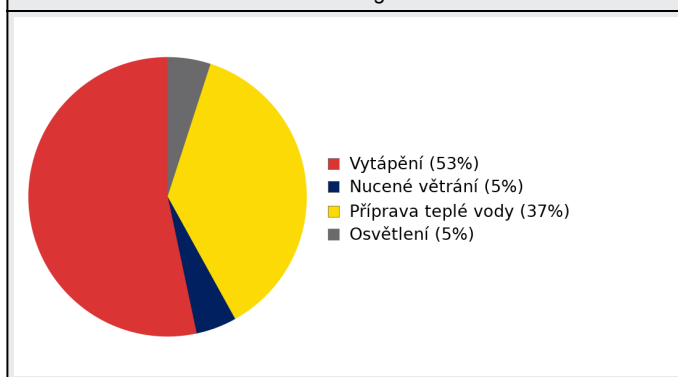
Za energii okolního prostředí je pro účely průkazu považována energie získaná ze Slunce, Země, vody, vzduchu nebo větru dodaná pomocí technického zařízení (solární kolektory, tepelné čerpadlo apod.). Dále je sem zařazeno využití odpadního tepla z technologie.

energie okolního prostředí	41,1%	---	3,3%	---	28,3%	1,3%	---	74,0%
	15.2	---	1.21	---	10.5	0.49	---	27.4

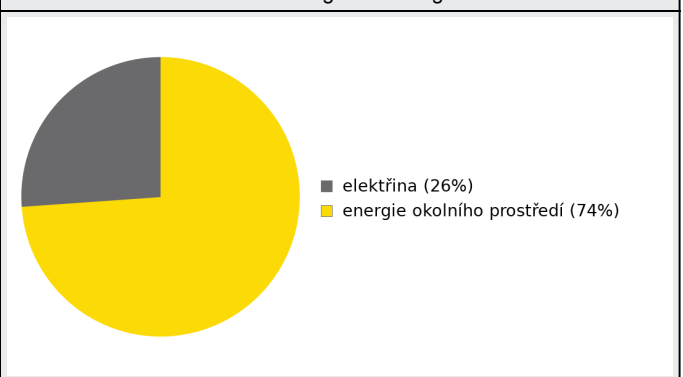
CELKOVÁ DODANÁ ENERGIE

procentuální podíl	53,3%	---	4,9%	---	36,9%	4,9%	---	100,0%
kWh/m ² rok	20,8	---	1,9	---	14,4	1,9	---	39,0
MWh/rok	19.7	---	1.81	---	13.7	1.83	---	37.0

Podíl dodané energie dle účelu



Podíl dodané energie dle energonositele



C PRIMÁRNÍ ENERGIE Z NEOBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE

Primární energie z neobnovitelných zdrojů energie zobrazuje ekologickou stopu provozu budovy z pohledu spotřeby energie v primárních zdrojích (např. elektrárny, teplárny apod.) se zohledněním účinnosti výroby a distribuce pro užití v hodnocené budově. Faktorem primární energie z neobnovitelných zdrojů energie se násobí složky dodané energie po jednotlivých energonositelích.

Energonositel	Faktor primární energie z neobnovitelných zdrojů energie	Vytápění	Chlazení	Nucené větrání	Úprava vlhkosti	Příprava teplé vody	Osvětlení vnitřního prostoru budovy	Ostatní	Celkem
		% pokrytí							
Dodaná energie v MWh/rok									

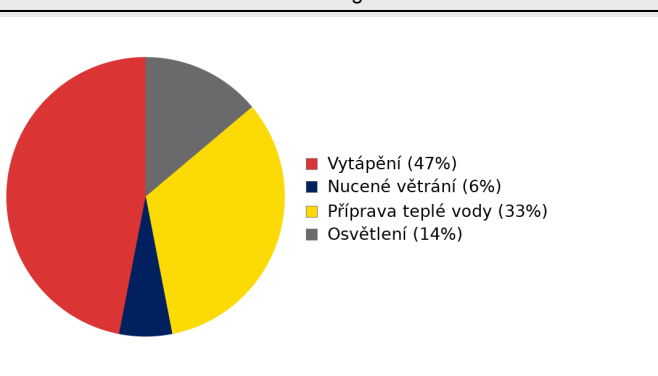
ENERGONOSITELE

elektřina	2,6	46,9%	---	6,2%	---	33,1%	13,8%	---	100,0%
		11.8	---	1.55	---	8.29	3.46	---	25.1
energie okolního prostředí	0,0	0,0%	---	0,0%	---	0,0%	0,0%	---	0,0%
		0.00	---	0.00	---	0.00	0.00	---	0.00
energie okolního prostředí (pro exportovanou energii mimo budovu)	0,0	---	---	---	---	---	---	0,0%	0,0%
		---	---	---	---	---	---	0.00	0.00
Elektřina dodávka mimo budovu	-2,6	---	---	---	---	---	---	-46,4%	-46,4%
		---	---	---	---	---	---	-11.6	-11.6

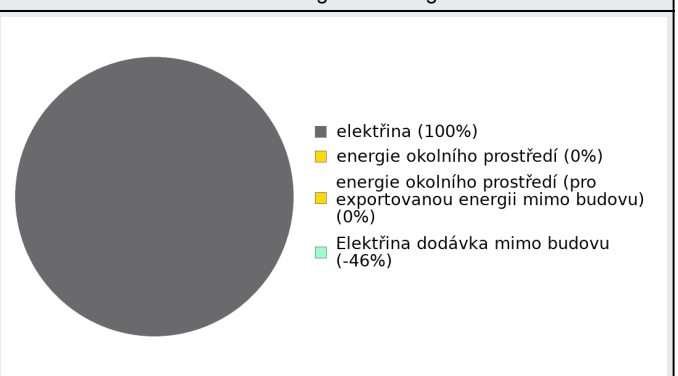
PRIMÁRNÍ ENERGIE Z NEOBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE

procentuální podíl	46,9%	---	6,2%	---	33,1%	13,8%	-46,4%	53,6%
kWh/m ² rok	12,4	---	1,6	---	8,7	3,6	-12,2	14,2
MWh/rok	11.8	---	1.55	---	8.29	3.46	-11.6	13.4

Podíl dodané energie dle účelu

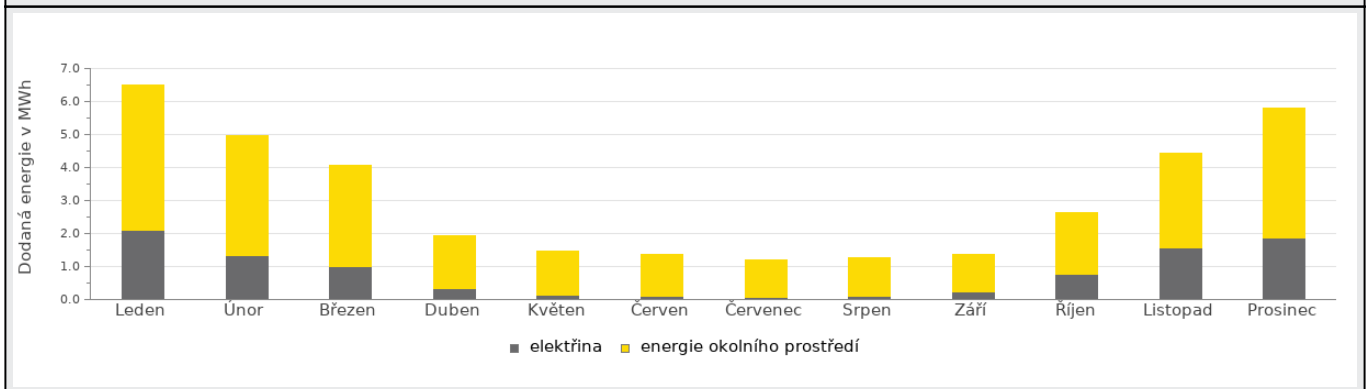


Podíl dodané energie dle energonositele

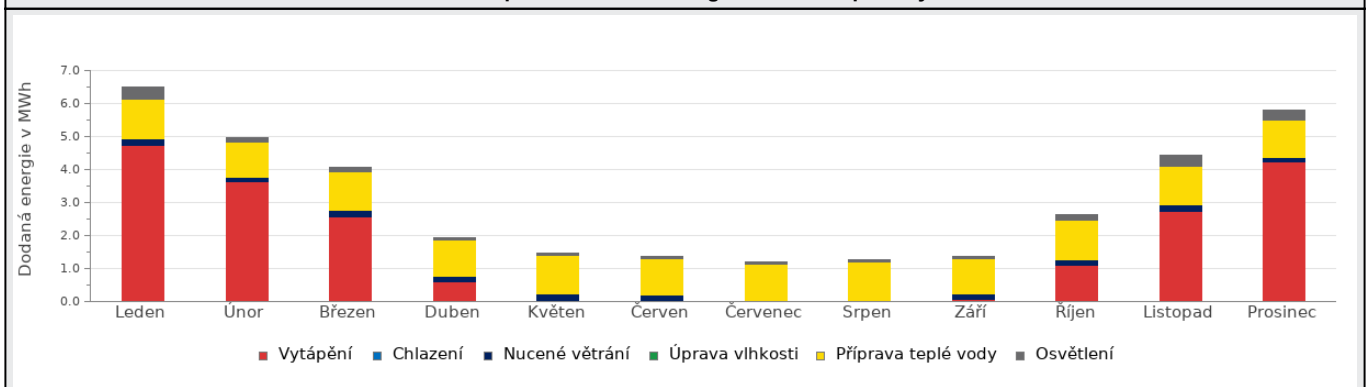


D ROČNÍ PRŮBĚH DODANÉ ENERGIE**BILANCE PODLE ENERGOISITELŮ**

	Dodaná energie v MWh/rok											
	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Celkem	6.49	4.98	4.07	1.95	1.48	1.37	1.21	1.26	1.37	2.64	4.43	5.79
elektrina	2.09	1.34	1.01	0.34	0.14	0.11	0.06	0.10	0.23	0.77	1.55	1.88
energie okolního prostředí	4.40	3.64	3.06	1.61	1.33	1.25	1.14	1.16	1.14	1.87	2.88	3.91

Roční průběh dodané energie podle energonositelů**BILANCE PODLE ÚČELŮ SPOTŘEBY**

	Dodaná energie v MWh/rok											
	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Celkem	6.49	4.98	4.07	1.95	1.48	1.37	1.21	1.26	1.37	2.64	4.43	5.79
Vytápění	4.74	3.65	2.58	0.61	0.03	0.00	0.00	0.00	0.06	1.08	2.74	4.24
Chlazení	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nucené větrání	0.20	0.13	0.21	0.17	0.20	0.20	0.00	0.00	0.18	0.20	0.21	0.14
Úprava vlhkosti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Příprava teplé vody	1.19	1.05	1.16	1.10	1.19	1.11	1.15	1.20	1.06	1.19	1.16	1.10
Osvětlení	0.36	0.16	0.12	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.17	0.33	0.30

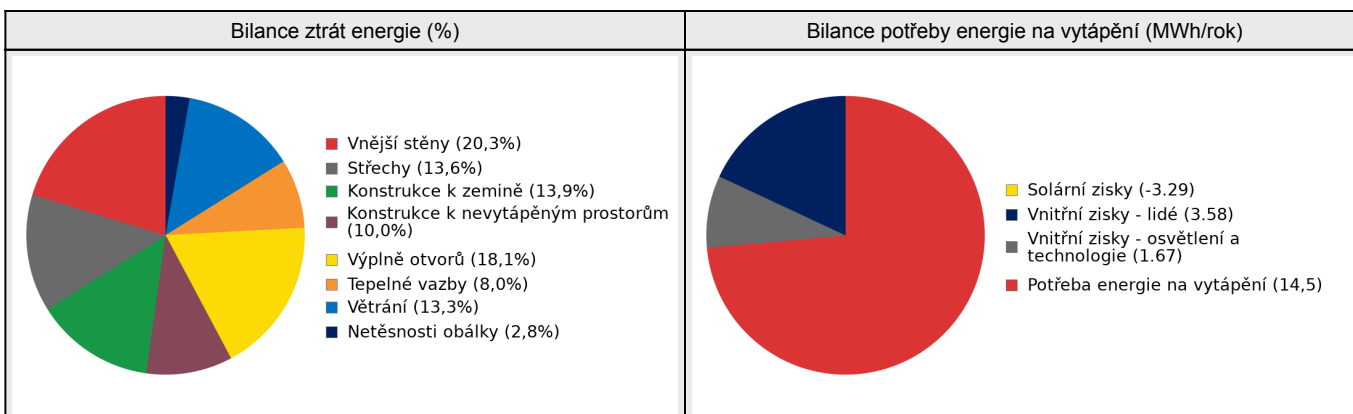
Roční průběh dodané energie dle účelů spotřeby

E BILANCE TEPELNÝCH TOKŮ**BILANCE PRO REŽIM VYTÁPĚNÍ**

Celkové tepelné ztráty budovy jsou tvořeny prostupem tepla přes konstrukce obálky budovy, cíleným větráním a neřízeným větráním netěsnostmi - infiltrací. Tepelné ztráty jsou z části pokryty využitelnými solárními a vnitřními zisky. Výsledná bilance představuje potřebu energie na vytápění budovy, kterou je nutné dodat soustavou vytápění.

ZTRÁTY ENERGIE			VYUŽITELNÉ ZISKY ENERGIE PRO REŽIM VYTÁPĚNÍ		
Prostup tepla obálkou budovy	MWh/rok	13.8	Solární zisky	MWh/rok	-3.29
Větrání		2.20	Vnitřní zisky - lidé		3.58
Netěsnosti obálky - infiltrace		0.46	Vnitřní zisky - osvětlení a technologie a z přilehlých nevytápěných prostor		1.67
Celkem		16.5	Celkem		1.96

POTŘEBA ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ	MWh/rok	14,5	kWh/m ² .rok	15,3
-----------------------------	---------	------	-------------------------	------

**BILANCE PRO REŽIM CHLAZENÍ**

Celkové tepelné zisky budovy jsou tvořeny vnitřními zisky (lidé, osvětlení, přístroje, ventilátory, rozvody teplé vody, akumulční nádoby) a solárními zisky přes průsvitné konstrukce. Dále jsou zahrnuty zisky prostupem tepla přes konstrukce obálky budovy, cíleným větráním a neřízeným větráním netěsnostmi - infiltrací. Tepelné zisky jsou sníženy o využitelné tepelné ztráty, kdy je teplota exteriéru nižší než teplota interiéru (zejména v nočních hodinách). Zbývající tepelné zisky tvoří potřebu energie na chlazení budovy, kterou je nutné dodat soustavou chlazení.

ZISKY ENERGIE			VYUŽITELNÉ ZTRÁTY ENERGIE - PŘEDCHLAZENÍ		
Vnitřní zisky (lidé, osvětlení, spotřebiče atd.)	MWh/rok	0.00	Prostup tepla obálkou budovy	MWh/rok	0.00
Solární zisky průsvitnými konstrukcemi		0.00	Cílené větrání		0.00
Ostatní zisky (prostupem, větráním, infiltrací)		0.00	Netěsnosti obálky - infiltrace		0.00
Celkem		0.00	Celkem		0.00

POTŘEBA ENERGIE NA CHLAZENÍ	MWh/rok	0,0	kWh/m ² .rok	0,0
-----------------------------	---------	-----	-------------------------	-----

Bilance zisků energie (MWh/rok)	Bilance potřeby energie na chlazení (MWh/rok)
---------------------------------	---

F		OBÁLKA BUDOVY						
<p>Obálkou budovy je soubor všech teplosměnných konstrukcí na systémové hranici celé budovy, které jsou vystaveny přilehlému prostředí, jež tvoří venkovní vzduch (EXT), přilehlá zemina (ZEM), vnitřní vzduch v přilehlém nevytápěném prostoru (NEVYT) nebo sousední budově (SOUS). Budova může být rozdělena na teplotní zóny o různých návrhových vnitřních teplotách s různými požadavky na obalové konstrukce. Hodnocené konstrukce jsou porovnávány s referenční hodnotou, která odpovídá platnému požadavku pro novostavby.</p>								
Přehled stavebních prvků a konstrukcí na obálce budovy		Návrhová vnitřní teplota zóny	Přiléhající prostředí	Plocha konstrukce	Součinitel prostupu tepla konstrukce			
		Θ_i	---	A_j	Vypočtená hodnota	Požadavek ČSN 730540-2	Referenční hodnota	Dosažená úroveň - vypočtená / referenční hodnota
Ozn.	Název	°C	---	m ²	W/m ² .K			
VNĚJŠÍ STĚNY				765,8				
STN-7	Z1 - skladba obvodové stěny - SZ (Z1)	20	EXT	56,0	0,148	0,30	0,21	70%
STN-7	Z1 - skladba obvodové stěny - SZ (Z2)	20	EXT	113,5	0,148	0,30	0,21	70%
STN-8	Z1 - skladba obvodové stěny - SV (Z1)	20	EXT	23,4	0,148	0,30	0,21	70%
STN-8	Z1 - skladba obvodové stěny - SV (Z2)	20	EXT	13,6	0,148	0,30	0,21	70%
STN-9	Z1 - skladba obvodové stěny - JZ (Z1)	20	EXT	55,5	0,148	0,30	0,21	70%
STN-9	Z1 - skladba obvodové stěny - JZ (Z2)	20	EXT	60,8	0,148	0,30	0,21	70%
STN-10	Z1 - skladba obvodové stěny - JV (Z1)	20	EXT	160,3	0,148	0,30	0,21	70%
STN-11	Z2 - skladba obvodové stěny s dřevěným obkladem - SZ (Z1)	20	EXT	98,2	0,149	0,30	0,21	71%
STN-12	Z2 - skladba obvodové stěny s dřevěným obkladem - SV (Z1)	20	EXT	122,9	0,149	0,30	0,21	71%
STN-13	Z2 - skladba obvodové stěny s dřevěným obkladem - JZ (Z1)	20	EXT	21,3	0,149	0,30	0,21	71%
STN-14	Z2 - skladba obvodové stěny s dřevěným obkladem - JV (Z1)	20	EXT	40,4	0,149	0,30	0,21	71%
STŘECHY				664,6				
STR-1	S1 - skladba střechy (nosná vrstva železobetonová deska) (Z1)	20	EXT	310,2	0,115	0,24	0,17	68%
STR-1	S1 - skladba střechy (nosná vrstva železobetonová deska) (Z2)	20	EXT	139,4	0,115	0,24	0,17	68%
STR-2	S2 - skladba střechy (nosná vrstva prefabrikované panely) (Z1)	20	EXT	215,1	0,113	0,24	0,17	67%
KONSTRUKCE K ZEMINĚ				620,4				
PDL(z)-3	P1 - skladba podlahy na terénu s keramickou dlažbou (Z2)	20	ZEM	162,4	0,179	0,45	0,32	57%
PDL(z)-4	P2 - skladba podlahy na terénu (Z1)	20	ZEM	458,0	0,179	0,45	0,32	57%
KONSTRUKCE K NEVYTÁPĚNÝM PROSTORŮM				173,7				

PDL-6	P4 - skladba podlahy (Z1-Z3)	20	NZ3	74,2	0,704	2,20	1,54	46%
STN-16	Z4 - skladba vnitřní nosné stěny tl. 250 mm (Z2-Z3)	20	NZ3	30,5	1,684	2,70	1,89	89%
STN-16	Z4 - skladba vnitřní nosné stěny tl. 250 mm (Z1-Z3)	20	NZ3	68,9	1,684	2,70	1,89	89%

VÝPLNĚ OTVORŮ				149,7				
VYP-18	O1 - Okno - zóna 1 SZ (Z1)	20	EXT	9,0	0,658	1,50	1,05	63%
VYP-19	O1 - Okno - zóna 1 JZ (Z1)	20	EXT	12,0	0,658	1,50	1,05	63%
VYP-20	O1 - Okno - zóna 1 JV (Z1)	20	EXT	42,0	0,658	1,50	1,05	63%
VYP-21	O1 - Okno - zóna 2 JZ (Z2)	20	EXT	3,0	0,658	1,50	1,05	63%
VYP-23	O2 - Okno - zóna 2 SZ (Z2)	20	EXT	9,5	0,630	1,50	1,05	60%
VYP-24	O3 - Okno - zóna 1 SZ (Z1)	20	EXT	6,0	0,743	1,50	1,05	71%
VYP-25	O4 - Okno - zóna 2 SZ (Z2)	20	EXT	1,3	0,785	1,50	1,05	75%
VYP-26	O4 - Okno - zóna 2 SV (Z2)	20	EXT	0,7	0,785	1,50	1,05	75%
VYP-27	O5 - Okno - zóna 1 SZ (Z1)	20	EXT	1,3	0,864	1,50	1,05	82%
VYP-28	O5 - Okno - zóna 2 SZ (Z2)	20	EXT	3,9	0,864	1,50	1,05	82%
VYP-29	O6 - Okno - zóna 1 SV (Z1)	20	EXT	23,8	0,559	1,50	1,05	53%
VYP-30	O6 - Okno - zóna 1 JV (Z1)	20	EXT	23,8	0,559	1,50	1,05	53%
VYP-31	O7 - Okno - zóna 1 SZ (Z1)	20	EXT	3,0	0,699	1,50	1,05	67%
VYP-32	D1 - Dveře - zóna 1 JV (Z1)	20	EXT	4,2	1,187	1,70	1,19	100%
VYP-33	D1 - Dveře - zóna 2 JZ (Z2)	20	EXT	4,2	1,187	1,70	1,19	100%
VYP-35	D2 - Dveře - zóna 1 JZ (Z1)	20	EXT	2,1	1,187	1,70	1,19	100%

TEPELNÉ VAZBY

Vliv tepelných vazeb zobrazuje úroveň řešení konstrukčních detailů - styků mezi dvěma a více konstrukcemi.

Vliv tepelných vazeb ΔU_{tb}		---	0,020	---	0,014	143%
--------------------------------------	--	-----	--------------	-----	--------------	------

G TECHNICKÉ SYSTÉMY BUDOVY**VYTÁPĚNÍ**

V případě, že je zdrojem tepla zařízení pro kombinovanou výrobu tepla a elektřiny nebo solární systém jsou bilance uvedeny v samostatné tabulce.

Ozn.	Zdroj tepla ¹	Systém vytápění uvnitř budovy							
		Celkový jmenovitý tepelný výkon	Palivo	Spotřeba energie na vytápění v palivu	Sezónní účinnost výroby tepla		Sezónní účinnost distribuce a akumulace tepla	Sezónní účinnost sdílení tepla	Potřeba energie na vytápění
		kW		MWh/rok	%	COP	%	%	% pokrytí MWh/rok
TČ-1	TČ 2	35,57	elektřina	1.94	---	3,92	Z1: 93% (85%) Z2: 93% (89%)	Z1: 83% (85%) Z2: 83% (85%)	38% 5.59
TČ-2	TČ 4	15,10	elektřina	1.02	---	4,46	Z1: 93% (85%) Z2: 93% (89%)	Z1: 83% (85%) Z2: 83% (85%)	23% 3.34
TČ-4	TČ 3	35,57	elektřina	1.94	---	3,92	Z1: 93% (85%) Z2: 93% (89%)	Z1: 83% (85%) Z2: 83% (85%)	38% 5.59

CHLAZENÍ

Ozn.	Zdroj chladu	Systém chlazení uvnitř budovy							
		Celkový jmenovitý chladicí výkon	Palivo	Spotřeba energie na chlazení v palivu	Sezónní chladicí faktor zdroje chladu	Sezónní účinnost distribuce a akumulace chladu	Sezónní účinnost sdílení chladu	Potřeba energie na chlazení	
		kW		MWh/rok	SEER _{C,gen,int}	$\eta_{C,dis,int}$	$\eta_{C,em}$	% pokrytí MWh/rok	
CHL-1	TČ 2	34,2	elektřina	0.00	4,30	Z1: 90% (95%) Z2: 90% (95%)	Z1: 91% (91%) Z2: 91% (91%)	0% 0.00	
CHL-2	TČ 3	34,2	elektřina	0.00	4,30	Z1: 90% (95%) Z2: 90% (95%)	Z1: 91% (91%) Z2: 91% (91%)	0% 0.00	
CHL-3	TČ 4	2,5	elektřina	0.00	4,30	Z1: 90% (95%) Z2: 90% (95%)	Z1: 91% (91%) Z2: 91% (91%)	0% 0.00	

NUCENÉ VĚTRÁNÍ

Ozn.	Systém nuceného větrání	Jmenovitý objemový průtok větracího vzduchu	Průměrný objemový průtok při provozu systému	Spotřeba energie pro provoz systému nuceného větrání	Časový podíl provozu systému nuceného větrání	Sezónní účinnost zařízení zpětného získávání tepla	Jmenovitý měrný příkon systému nuceného větrání	Vážený činitel regulace systému nuceného větrání
		m ³ /hod	m ³ /hod	MWh/rok	%	%	W.s/m ³	%
VZT-1	VZT 1	2 400	110 - 2 374	1.51	22	75	2 250	77,5
VZT-2	VZT 2	5 300	246 - 1 229	0.06	4	60	2 377	71,8
VZT-3	VZT 3	1 900	353	0.24	22	75	1 781	69,8

H

DOPORUČENÍ PRO SNÍŽENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI A ZVÝŠENÍ VYUŽITÍ ALTERNATIVNÍCH SYSTÉMŮ DODÁVEK ENERGIE

Je navržen soubor opatření, která oproti hodnocenému stavu budovy dále snižují její energetickou náročnost a zvyšují podíl alternativních systémů dodávky energie. V postupných krocích jsou navržena jednotlivá opatření, která jsou následně hodnocena jako soubor opatření včetně zahrnutí synergických vlivů (úsporná opatření se navzájem ovlivňují).

SNÍŽENÍ CELKOVÉ DODANÉ ENERGIE

V prvním kroku návrhu je doporučeno snížení potřeby energie. Typicky se jedná o snížení ztrát obálkou budovy zateplením nebo snížení tepelné zátěže v letním období instalací stínících prvků. Následně je vyhodnocena možnost zpětného získávání energie (odpadní vody vody nebo vzduchu, odpadní teplo z chlazení) a možnost využití odpadního tepla z technologií. V kroku tři jsou navržena opatření ke zvýšení energetické účinnosti výroby, distribuce, akumulace a sdílení energie technickými systémy.



Úsporná opatření		Popis návrhu
KROK 1	Zlepšení konstrukcí a prvků obálky budovy vč. stínění	V této kategorii není navrhováno žádné opatření.
KROK 2	Využití zařízení pro zpětné získávání tepla	V této kategorii není navrhováno žádné opatření.
KROK 3	Zlepšení účinnosti technických systémů budovy	V této kategorii není navrhováno žádné opatření.

POSOUZENÍ PROVEDITELNOSTI ALTERNATIVNÍCH SYSTÉMŮ DODÁVEK ENERGIE

Hodnocení alternativních systémů dodávek energie je provedeno na stavu budovy po realizaci navržených kroků 1-3, tedy po snížení celkové dodané energie.

Alternativní systém dodávky energie		Proveditelnost			Popis návrhu
		Technická	Ekonomická	Ekologická	
KROK 4	Místní systémy využívající energie z OZE	ANO	ANO	ANO	
	Kombinovaná výroba elektřiny a tepla	ANO	NE	NE	
	Soustava zásobování tepelnou energií	NE	NE	ANO	
	Tepelná čerpadla	ANO	ANO	ANO	

NAVRŽENÝ SOUBOR OPATŘENÍ

Popis souboru opatření	Potřeba energie na vytápění, chlazení a přípravu teplé vody	Celková dodaná energie	Neobnovitelná primární energie	Klasifikační třída neobnovitelné primární energie
	kWh/m ² .rok	kWh/m ² .rok	kWh/m ² .rok	
	MWh/rok	MWh/rok	MWh/rok	
Hodnocená budova	25,93	38,99	14,15	
	24.6	37.0	13.4	
Soubor navržených opatření	25,93	38,99	14,15	
	24.6	37.0	13.4	
Dosažená úspora energie	0,00	0,00	0,00	-
	0.00	0.00	0.00	

I PŘEHLED PLNĚNÍ ZÁVAZNÝCH POŽADAVKŮ VYHLÁŠKY**CELKOVÉ HODNOCENÍ PLNĚNÍ POŽADAVKŮ VYHLÁŠKY**

Požadavek vyhlášky dle:	§6 odst. 1	Splněno:	ANO
-------------------------	------------	----------	-----

REFERENČNÍ BUDOVA

Úroveň referenční budovy:	budova s téměř nulovou spotřebou energie od 1.1.2022			
Snížení referenční hodnoty neobnovitelné primární energie	Druh budovy nebo zóny	Energetická vztahná plocha	Měrná potřeba na vytápění referenční budovy	Míra snížení
		m ²	kWh/m ² .rok	%
	Z1 - Vytápěná zóna 1 (ostatní zóna)	654,1	37,6	40
Z2 - Vytápěná zóna 2 (ostatní zóna)	295,6	40		

PŘEHLED PLNĚNÍ ZÁVAZNÝCH POŽADAVKŮ VYHLÁŠKY

V případě, že pro danou oblast vyhláška nestanovuje požadavek, tabulka se nevyplňuje - symbol X

Hodnocený parametr	Jednotka	Ozn.	Hodnocený prvek budovy	Návrhová vnitřní teplota zóny	Příléhající prostředí	Vypočtená hodnota	Referenční hodnota	Splněno
--------------------	----------	------	------------------------	-------------------------------	-----------------------	-------------------	--------------------	---------

MĚNĚNÉ/ NOVÉ STAVEBNÍ PRKY A KONSTRUKCE

Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c)

X	---	---	---	---	---	---	---	---
---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

MĚNĚNÉ/ NOVÉ TECHNICKÉ SYSTÉMY

Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. d)

X	---	---	---	---	---	---	---	---
---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

OBÁLKA BUDOVY

Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy a u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a) a písm. b)

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	W/m ² .K	Budova jako celek				0,20	0,27	ANO
---	---------------------	-------------------	--	--	--	------	------	-----

CELKOVÁ DODANÁ ENERGIE

Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy a u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. b)

Celková dodaná energie	kWh/m ² .rok	Budova jako celek				38,99	74,11	ANO
------------------------	-------------------------	-------------------	--	--	--	-------	-------	-----

NEOBNOVITELNÁ PRIMÁRNÍ ENERGIE

Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy a u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a)

Neobnovitelná primární energie	kWh/m ² .rok	Budova jako celek				14,15	49,42	ANO
--------------------------------	-------------------------	-------------------	--	--	--	-------	-------	-----

J OSTATNÍ ÚDAJE**METODA VÝPOČTU**

Použitý software:	III DEKSOFT® - ENERGETIKA	Verze software:	7.1.6
Klimatická data:	hodinová klimadata MPO (používat pro hodnocení ENB - HOD modul)	Metoda výpočtu:	Hodinový krok

ÚDAJE O PROJEKTOVÉ DOKUMENTACI STAVBY			
Průkaz je součástí projektové dokumentace stavebního záměru.			
Název stavby:	Základní umělecká škola Dolní Bučice	Stupeň PD:	DPS (dokumentace pro provedení stavby)
Stavebník:		IČ:	
Generální projektant:		IČ:	
Zodpovědný projektant:		Č. autorizace:	

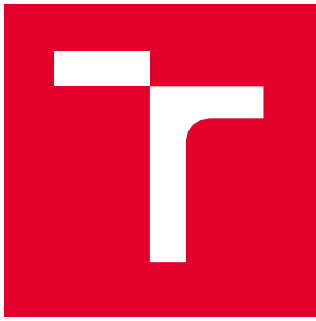
DALŠÍ ZDROJE INFORMACÍ	
Bezplatná poradenská služba:	https://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis
Katalog úspor energie:	http://uspornaopatreni.cz

K ENERGETICKÝ SPECIALISTA

ENERGETICKÝ SPECIALISTA			
Jméno / obchodní firma:		Číslo oprávnění:	
Telefon:		E-mail:	

URČENÁ OSOBA			
<i>V případě, že je energetickým specialistou právnická osoba, musí být v souladu s §10 odst. 2 písm. b) určena fyzická osoba, která je držitelem oprávnění k výkonu činnosti energetického specialisty.</i>			
Jméno a příjmení:	-	Číslo oprávnění:	-

PLATNOST PRŮKAZU			
<i>Dle zákona č. 406/2000 Sb. §7a odst. 4 je platnost průkazu 10 let ode dne jeho vyhotovení nebo do větší změny dokončené budovy anebo do změny způsobu vytápění, chlazení nebo přípravy teplé vody.</i>			
Evidenční číslo průkazu:		Podpis energetického specialisty:	
Datum vyhotovení průkazu:	08/2023		
Platnost průkazu do:	08/2033		



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKY ÚSPORNÁ BUDOVA ZÁKLADNÍ UMĚLECKÉ ŠKOLY

ENERGY-EFFICIENT ELEMENTARY ART SCHOOL BUILDING

PŘÍLOHA

D.4.1.1 KONCEPČNÍ STUDIE
OSVĚTLENÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Kateřina Šplíchalová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Olga Rubinová, Ph.D

BRNO 2024

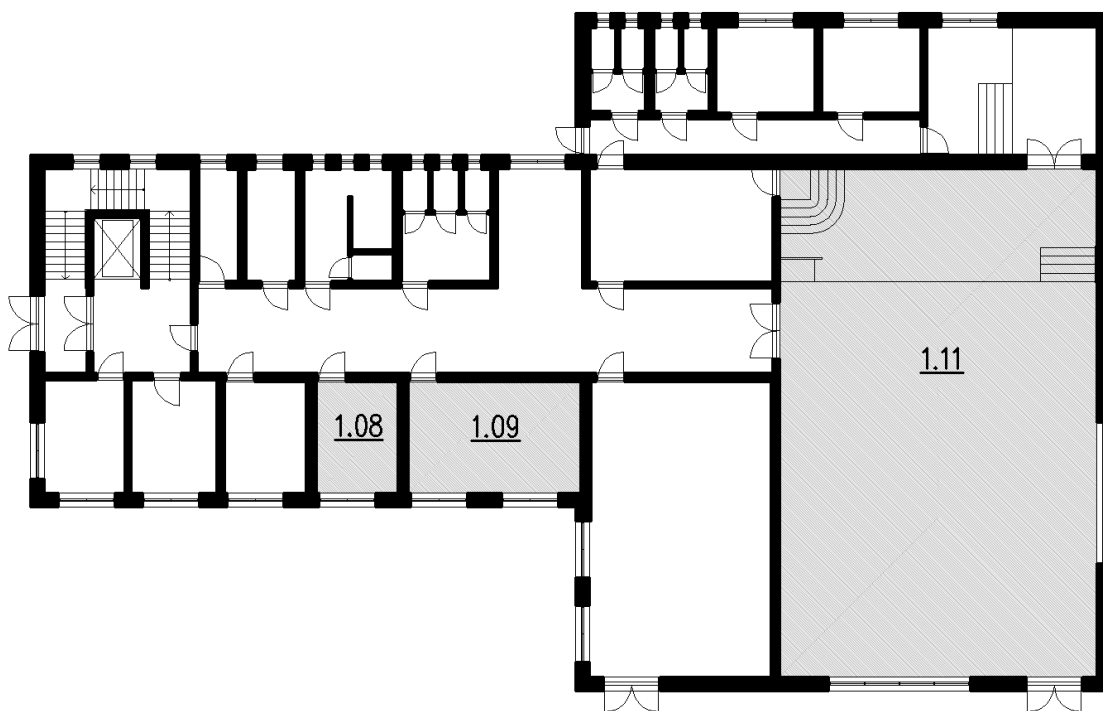
OBSAH

D.4.1.1	KONCEPČNÍ STUDIE OSVĚTLENÍ	3
1.1.1	Požadavky na úroveň osvětlení	3
1.1.2	Výpočet světelného výkonu tokovou metodou	4
1.1.3	Zvolená svítidla	5
1.2	Účinnosti v jednotlivých místnostech	6
1.2.1	Regulace.....	6
1.3	Seznam podkladů	7

D.4.1.1 KONCEPČNÍ STUDIE OSVĚTLENÍ

Osvětlení bylo zpracováno pro tři ukázkové místnosti. Jedná se o místnosti 1.08 – Drnkací nástroje, 1.09 – Úderné nástroje a 1.11 – Koncertní sál a jeviště.

Vybrané místnosti



Obrázek 1: Vybrané místnosti k výpočtu

1.1.1 Požadavky na úroveň osvětlení

Tabulka 1: Popis místností

Označení	Název místnosti	Plocha S [m ²]	Požadavek [lx]	Popis místnosti
1.08	Drnkací nástroje	11,35	300	Bílý strop, bílé stěny, dřevěný nábytek
1.09	Úderné nástroje	24,15	300	Bílý strop, bílé stěny, dřevěný nábytek
1.11.a	Koncertní sál	140,40	300	Bílý strop, bílé stěny, vinylová podlaha s imitací dřeva
1.11.b	Jeviště	62,10	750	Bílý strop, bílé stěny, dřevěný parket

1.1.2 Výpočet světelného výkonu tokovou metodou

$$\Phi = \frac{(E \cdot A)}{(\eta \cdot z)} \quad (1)$$

Kde je:	Φ	Světelný tok	[lm]
	E	Udržovaná osvětlenost	[lx]
	A	Plocha místnosti	[m ²]
	η	Účinnost	[-]
	z	Udržovací činitel	[-]

Činitel prostoru k

$$k = \frac{(a \cdot b)}{h \cdot (a + b)} \quad (2)$$

Kde je:	a,b	Rozměr místnosti	[m]
	h	Výška svítidla nad srovnávací rovinou	[m]





Výška svítidla nad srovnávací rovinou

$$h = h_m - h_{sr} \quad (3)$$

Kde je:	h	Výška svítidla nad srovnávací rovinou	[m]
	h_m	Světlá výška místnosti	[m]
	h_{sr}	Výška srovnávací roviny	[m]

1.1.3 Zvolená svítidla

Tabulka 2: Zvolená svítidla do budovy

Označení	Název místnosti	Název svítidla	Příkon [W]	Sv. tok [lm]
1.08	Drnkací nástroje	 LED Podhledový panel OREGA PLUS 60 LED/40W/230V 4000K IP40	40	3400
			Teplota chromat. [K]	
			4000	
1.08	Úderné nástroje	 LED Podhledový panel XELENT LED/60W/230V 3000K IP40	Příkon [W]	Sv. tok [lm]
			60	4200
			Teplota chromat. [K]	
			3000	
1.11	Koncertní sál + jeviště	 LED Podhledový panel OREGA PLUS 120 LED/40W/230V 4000K IP40	Příkon [W]	Sv. tok [lm]
			40	3400
			Teplota chromat. [K]	
			4000	
1.11.b	Jeviště	 Eurolite LED THA-100F TRC WW DMX divadelní reflektor	Příkon [W]	Sv. tok [lm]
			120	5800
			Teplota chromat. [K]	
			3200	

1.2 Účinnosti v jednotlivých místnostech

Tabulka 3: Údaje o místnostech

Tabulka místností		Údaje o místnosti				
Označení	Název místnosti	Rozměry		Plocha [m ²]	h _m [m]	h _{sr} [m]
		[m]	[m]			
1.08	Drnkací nástroje	3,94	2,88	11,35	3,50	0,85
1.09	Úderné nástroje	3,94	6,13	24,15	3,50	0,85
1.11.a	Koncertní sál	11,25	12,48	140,40	4,75	0,00
1.11.b	Jeviště	11,25	5,52	62,10	3,75	1,00

Tabulka 4: Parametry osvětlení

Označení	Parametry osvětlení						
	E	Činitel místnosti (k)	Účinnost prostoru	Optická účinnost	Udržovací součinitel (z)	η	∅
	[lx]	[-]	[%]	Přímé	[-]	[-]	[lm]
1.08	300	0,67	0,56	0,95	0,70	0,371	9714
1.09	300	0,96	0,71	0,95	0,70	0,471	15368
1.11.a	300	1,27	0,82	0,95	0,70	0,543	77582
1.11.b	750	1,01	0,73	0,95	0,70	0,488	72323
							23200

Tabulka 5: Celkový příkon svítidel

Označení	Svítidlo		Minimální počet svítidel [ks]	Zvolený počet svítidel [ks]	Celkový příkon [W]	Měrný příkon [W·m ⁻²]
	Příkon	Světelný tok				
	[W]	[lm]				
1.08	40	3400	2,70	3	120	10,58
1.09	60	4200	3,66	4	240	9,94
1.11.a	40	3400	22,82	24	960	6,84
1.11.b	40	3400	22,27	24	960	23,19
	120	5800	4,00	4	480	

1.2.1 Regulace

V místnosti 1.08 – Drnkací nástroje a v místnosti 1.09 – Úderné nástroje je navrženo ruční spínání podle potřeby uživatelů, osvětlení je rozděleno na dvě zóny. V místnosti 1.11 – Koncertní sál a jeviště je navrženo ruční spínání, to je umístěno v prostorách jeviště a je rozděleno do pěti samostatně ovládaných celků.

1.3 Seznam podkladů

Pro zpracování projektové dokumentace bylo použito zejména následujících podkladů:

- Výukové materiály do předmětu NHA061 – Inteligentní budovy, VUT fakulta stavební



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERINGD

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKY ÚSPORNÁ BUDOVA ZÁKLADNÍ UMĚLECKÉ ŠKOLY

ENERGY-EFFICIENT ELEMENTARY ART SCHOOL BUILDING

PŘÍLOHA

D.4.2 SPOTŘEBA PITNÉ VODY A
VYUŽITÍ SRÁŽKOVÉ VODY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Kateřina Šplíchalová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Olga Rubinová, Ph.D

BRNO 2024

OBSAH

D.4.2	SPOTŘEBA PITNÉ VODY A VYUŽITÍ SRÁŽKOVÉ VODY	3
1.1	Výpočet potřeby pitné vody.....	3
1.2	Výpočet množství srážkové vody	4
1.3	Výpočet množství potřebné nepitné vody.....	4
1.4	Závěr.....	5
1.5	Seznam podkladů	5

D.4.2 SPOTŘEBA PITNÉ VODY A VYUŽITÍ SRÁŽKOVÉ VODY

Spotřeba pitné vody pro objekt lze omezit, dá se kompenzovat vodou dešťovou. Ta je zachytávána ze střech do retenční nádrže a slouží ke splachování. Retenční nádrž je určena v závislosti na ročním úhrnu srážek.

1.1 Výpočet potřeby pitné vody

Výpočty se odvíjí od počtu osob, které budovy využívají. Potřeba pitné vody je stanovena ve vyhlášce č. 48/2014 Sb.

Provozní doba: Koncertní sál: cca 3 hodiny týdně

Budova ZUŠ: pondělí až pátek od 11:00 do 17:00 (6 hodin)

Počet osob: Koncertní sál: 20 účinkujících a 95 diváků (115 osob)

Budova ZUŠ: 40 žáků a 6 učitelů (47 osob)

Tabulka 1: Spotřeba vody v koncertním sále

Koncertní sál		Spotřeba	
Potřeba pitné vody		[l·den ⁻¹]	[m ³ ·den ⁻¹]
Průměrná denní	$Q_{dp} = q_s \cdot n$	2875	2,88
Maximální denní	$Q_{dmax} = Q_{dp} \cdot k_d$	4313	4,31
Maximální hodinová	$Q_{hmax} = (Q_{dmax} / t) \cdot k_h$	799	0,80
Roční spotřeba	$Q_{rok} = q_{rok} \cdot n$	[l·rok ⁻¹]	[m ³ ·rok ⁻¹]
		575 000	575

Tabulka 2: Spotřeba vody v budově ZUŠ

Budova ZUŠ		Spotřeba	
Potřeba pitné vody		[l·den ⁻¹]	[m ³ ·den ⁻¹]
Průměrná denní	$Q_{dp} = q_s \cdot n$	1150	1,15
Maximální denní	$Q_{dmax} = Q_{dp} \cdot k_d$	1725	1,73
Maximální hodinová	$Q_{hmax} = (Q_{dmax} / t) \cdot k_h$	160	0,16
Roční spotřeba	$Q_{rok} = q_{rok} \cdot n$	[l·rok ⁻¹]	[m ³ ·rok ⁻¹]
		230 000	230

Tabulka 3: Spotřeba pitné vody celkem

Spotřeba pitné vody celkem	805	[m ³ ·rok ⁻¹]
-----------------------------------	-----	--------------------------------------

1.2 Výpočet množství srážkové vody

Jedná se o vodu dešťovou, která dopadá na střechy daného objektu. Tuto vodu je výhodné zachytit do retenční nádrže, později ji znovu využít a částečně jí nahradit vodu pitnou (přibližně 1/3 pitné vody může být nahrazena srážkovou vodou). Množství srážkové vody je stanoveno na základě dlouhodobého srážkového normálu a půdorysného průmětu ploché střechy.

Tabulka 4: Vstupní údaje do výpočtu

	Průměrný roční nátok srážkové vody	Plochá střecha	Jednotky
Střecha	Půdorysný průmět ploché střechy (A)	697,875	m ²
	Dlouhodobý srážkový normál (h)	0,583	m ³ ·rok ⁻¹
	Součinitel výtěžnosti (e)	0,7	-
	Hydraulická účinnost mech. čištění (η)	0,9	-

Tabulka 5: Množství srážkové vody na 21 dní

Srážková voda			
Úhrn srážek	$A \cdot h$	406,86	m ³ ·rok ⁻¹
S vlivem střechy a filtrace	$Y_R = \Sigma A \cdot h \cdot e \cdot \eta$	256,32	m ³ ·rok ⁻¹
		14,75	m ³ ·21 dní ⁻¹

Tabulka 6: Zvolení nádrže na dešťovou vodu

Nádrž na dešťovou vodu		
Rozměr $\varnothing \cdot v$ [m]	Objem [m ³]	Počet [ks]
1,5 · 2,65	8	2

1.3 Výpočet množství potřebné nepitné vody

Akumulační nádoba je schopna zadržet vodu na 21 dní. Ne všechna voda z nádrže bude opět využita. Dle níže uvedených výpočtu určím, kolik vody budova využije na splachování, zbytek bude buď vypuštěn, a nebo použit na závlahu pozemku.

Tabulka 7: Potřeb vody na splachování

Nepitná voda		
Wc - Koncertní sál (1 den v týdnu)	6 l·(osoba·den ⁻¹)	690 l
Wc - Budova ZUŠ (5 dní v týdnu)	6 l·(osoba·den ⁻¹)	276 l
Spotřeba za týden	1·690+5·276	2070 l
Velikost nádrže na 21 dní	3·2,07	6,21 m ³ ·21 dní ⁻¹
Roční spotřeba	50·690+250·276	103,5 m ³ ·rok ⁻¹

Tabulka 8: Množství srážkové vody za rok

Srážková voda		[m ³ ·rok ⁻¹]	Posouzení
Úhrn srážek	$A \cdot h$	256,32	Vyhovuje
Posouzení vůči nepitné vodě	$Y_R \geq D_{t,a}$	103,50	
Úspora za vodu	$103,5 \cdot 97,76$	10 118	Kč·rok ⁻¹

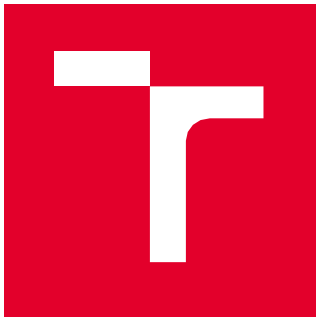
1.4 Závěr

Vodní zisky ze střechy zcela pokryjí potřebu nepitné vody na splachování. Při roční spotřebě nepitné vody 103,5 m³·rok⁻¹ byly navrženy dvě retenční nádrže o objemu 8 m³ (16 m³). Úspora za vodu bude činit cca 10 000 Kč každý rok.

1.5 Seznam podkladů

Pro zpracování projektové dokumentace bylo použito zejména následujících podkladů:

- Výukové materiály do předmětu NHA061 – Inteligentní budovy, VUT fakulta stavební



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKY ÚSPORNÁ BUDOVA ZÁKLADNÍ UMĚLECKÉ ŠKOLY

ENERGY-EFFICIENT ELEMENTARY ART SCHOOL BUILDING

PŘÍLOHA

D.4.3.1 KONCEPČNÍ STUDIE
VZDUCHOTECHNIKY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Kateřina Šplíchalová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Olga Rubinová, Ph.D.

BRNO 2024

OBSAH

D.4.3.1	KONCEPČNÍ STUDIE VZDUCHOTECHNIKY	3
1.1	Analýza objektu.....	3
1.2	Rozdělení na funkční celky.....	4
1.3	Návrhové parametry vnějšího vzduchu	5
1.4	Návrhové parametry vnitřního prostředí.....	5
1.5	Průtoky vzduchu.....	6
1.6	Distribuční elementy	7
1.6.1	Návrh distribučních prvků.....	7
1.6.2	Koncové elementy pro zařízení č. 1.....	9
1.7	Dimenzování potrubí.....	10
1.7.1	Dimenzování a tlakové ztráty	10
1.8	Navržené jednotky	12
1.9	Funkční schéma.....	13
1.10	Seznam podkladů	13

D.4.3.1 KONCEPČNÍ STUDIE VZDUCHOTECHNIKY

1.1 Analýza objektu

Tato projektová část se zabývá návrhem vzduchotechniky pro základní uměleckou školu ve Středočeském kraji, konkrétně v obci Dolní Bučice. Tomu odpovídají návrhové klimatické veličiny.

Objekt se skládá ze tří navzájem propojených budov, první z nich má dvě nadzemní patra a obsahuje jednotlivé učebny, strojovnu vzduchotechniky, hygienická zázemí, šatnu, zázemí pro účinkující a kuchyňku. Druhá budova obsahuje jedinou místnost, tou je koncertní sál s jevištěm určený až pro 115 osob. Třetí z budov má jedno patro a obsahuje místnosti určené k pobytu a zázemí vystupujících osob v koncertním sále.

Vzduchotechnika byla rozdělena do tří funkčních celků:

1. Funkční celek – nachází se v obou patrech první budovy a zajišťuje klima v učebnách. Obsluhován je vzduchotechnickým zařízením č. 1. Toto zařízení slouží ke stejnotlaké výměně vzduchu a částečně napomáhá v létě s chlazením a v zimě s vytápěním místností. V projektu je podrobně navržen a popsán.

Celková podlahová plocha: 239,52 m²

Celkový objem: 821,39 m³

2. Funkční celek – nachází se v koncertním sále a v k němu příslušných místnostech ve třetí a první budově. Tyto místnosti jsou určeny k provozu pouze, pokud probíhá představení, jejich provoz je tedy úzce spjat s provozem koncertního sálu. Celek obsluhuje vzduchotechnické zařízení č. 2. Toto zařízení slouží k podtlakové výměně vzduchu a částečně napomáhá v létě s chlazením a v zimě s vytápěním místností.

Celková podlahová plocha: 303,19 m²

Celkový objem: 1269,30 m³

3. Funkční celek – nachází se v obou patrech první budovy a zajišťuje klima v hygienických prostorách, chodbách a kuchyňce. Obsluhován je vzduchotechnických zařízením č. 3. Toto zařízení slouží k podtlakové výměně vzduchu a částečně napomáhá v létě s chlazením a v zimě s vytápěním místností.

Celková podlahová plocha: 212,30 m²

Celkový objem: 733,08 m³

1.2 Rozdělení na funkční celky



Obrázek 1: Rozdělení na funkční celky

1.3 Návrhové parametry vnějšího vzduchu

Řešený objekt se nachází poblíž města Čáslav. K této oblasti jsou stanoveny následující podmínky:

Tabulka 1: Návrhové parametry vnějšího prostředí

ČÁSLAV (Dolní Bučice)	Teplota	Vlhkost	Entalpie	Nadmořská výška
	t [°C]	[%]	[kJ·kg ⁻¹]	[m.n.m]
Léto	32	35	59,50	231
Zima	-12	90	-9,06	

1.4 Návrhové parametry vnitřního prostředí

Tabulka 2: Návrhové parametry vnitřního prostředí

Druh vnitřního prostoru		Teplota vzduchu [°C]			Relativní vlhkost [%]	
		Min. teplota	Použitá teplota			
Označení	Název místnosti		Zima	Léto	Zima	Léto
ZAŘÍZENÍ č. 1 (učebny)						
1.04	Čekárna	20	22	26	Min 30	Max 60 - 70
1.05	Kabinet č.1	20	22	26		
1.07	Smyčcové nástroje	20	22	26		
1.08	Drnkací nástroje	20	22	26		
1.09	Úderné nástroje	20	22	26		
2.03	Kabinet č.2	20	22	26		
2.04	Kabinet č.3	20	22	26		
2.06	Náhradní učebna	20	22	26		
2.07	Dechové nástroje	20	22	26		
2.08	Bicí nástroje	20	22	26		
2.09	Výtvarná umění	20	22	26		
2,11	Nauka	20	22	26		

1.5 Průtoky vzduchu

Průtoky vzduchu byly pro každou místnost stanoveny dvěma způsoby, do kolonky **ODVOD** byl vybrán ten nejvhodnější z nich (v tabulce označen tučně).

První způsob je **ODVOD ZA OBJEM MÍSTNOSTÍ**, vychází z půdorysné plochy místností a uvažován byl pouze, pokud nebylo možno vycházet ze druhého způsobu.

Druhý způsob je **ODVOD ZA OSOBY, ZAŘÍZENÍ**, vychází ze stanovení hygienické výměny vzduchu na člověka (zařízení).

Tabulka 3: Průtoky vzduchu zařízení č.1

ZADANÉ HODNOTY										VYPOČTENÉ HODNOTY								
MÍSTNOST							LÉTO		ZIMA		PŘÍVOD			ODVOD				
Č. MÍSTNOSTI	NÁZEV	PLOCHA [m ²]	OBJEM [m ³]	POČET OSOB	POŽAD. VÝMĚNA VZDUCHU [h ⁻¹]	VZD. OSOBA, ZAŘÍZENÍ [m ³ ·h ⁻¹]	t [°C]	φ [%]	t [°C]	φ [%]	PŘÍVOD [m ³ ·h ⁻¹]	LÉTO	ZIMA	VÝMĚNA [h ⁻¹]	ODVOD ZA OBJEM MÍSTNOSTI [m ³ ·h ⁻¹]	ODVOD ZA OSOBY, ZAŘÍZENÍ [m ³ ·h ⁻¹]	ODVOD [m ³ ·h ⁻¹]	
												t [°C]	t [°C]					
ZAŘÍZENÍ č. 1 (učebny)																		
1.04	Čekárna	11,40	39,90	10	2	30	26	50	22	50	300	24	24	7,5	100	300	300	
1.05	Kabinet č.1	12,00	42,00	3	2	30	26	50	22	50	100	24	24	2,4	100	100	100	
1.07	Smyčcové n.	11,35	39,73	3	2	30	26	50	22	50	100	24	24	2,5	100	100	100	
1.08	Drnkací nás.	11,35	39,73	3	2	30	26	50	22	50	100	24	24	2,5	100	100	100	
1.09	Úderné nás.	24,15	84,53	3	2	30	26	50	22	50	100	24	24	1,2	200	100	100	
2.03	Kabinet č.2	11,40	38,76	3	2	30	26	50	22	50	100	24	24	2,6	100	100	100	
2.04	Kabinet č.3	12,00	40,80	3	2	30	26	50	22	50	100	24	24	2,5	100	100	100	
2.06	Náhradní uč.	11,35	38,59	3	2	30	26	50	22	50	100	24	24	2,6	100	100	100	
2.07	Dechové nás.	11,35	38,59	3	2	30	26	50	22	50	100	24	24	2,6	100	100	100	
2.08	Bicí nástroje	24,15	82,11	3	2	30	26	50	22	50	100	24	24	1,2	200	100	100	
2.09	Výtvar. umění	61,02	207,47	21	2	30	26	50	22	50	650	24	24	3,1	450	650	650	
2.11	Nauka	38,00	129,20	17	2	30	26	50	22	50	550	24	24	4,3	300	550	550	
											2400							2400

Tabulka 4: Průtoky vzduchu zařízení č.2 a č.3

ZAŘÍZENÍ č. 2 (koncertní sál)																	
1.11	Koncertní sál	202,50	916,9	115	2	30	26	50	22	50	3450	24	24	3,8	1850	3450	3450
1.12	Sklad	27,00	94,50	0	2	30	26	50	22	50	200	24	24	2,1	200	0	200
1.13	Chodba	14,69	51,42	0	2	30	26	50	22	50	450	24	24	8,8	150	0	150
1.14	Převlék. muži	10,50	36,75	10	2	30	26	50	22	50	300	24	24	8,2	100	300	300
1.15	Převlék. ženy	10,50	36,75	10	2	30	26	50	22	50	300	24	24	8,2	100	300	300
1.16	Wc ženy	6,00	21,00	0	15	130	26	50	22	50	0	24	24	0	350	150	150
1.17	Wc muži	6,00	21,00	0	15	130	26	50	22	50	0	24	24	0	350	150	150
1.18	Zázemí pro ú.	26,00	91,00	20	2	30	26	50	22	50	600	24	24	6,6	200	600	600
											5300					5300	
ZAŘÍZENÍ č. 3 (chodby a toalety)																	
1.06	Chodba	61,20	214,20	6	2	30	26	50	18	50	850	24	20	4	450	200	200
1.19	Šatny	12,75	44,63	0	2	30	26	50	18	50	100	24	20	2,2	100	0	100
1.20	Wc ženy	12,80	44,80	0	15	210	26	50	18	50	0	24	20	0	700	250	250
1.21	Wc muži	12,80	44,80	0	15	200	26	50	18	50	0	24	20	0	700	200	200
1.22	Wc invalidé	7,20	25,20	0	15	80	26	50	18	50	0	24	20	0	400	100	100
1.23	Úklid	5,80	20,30	0	15	60	26	50	18	50	0	24	20	0	350	100	100
2.05	Chodba	45,45	154,53	6	2	30	26	50	18	50	650	24	20	4,2	350	200	200
2.10	Sklad	14,70	49,98	0	2	30	26	50	18	50	100	24	20	2	100	0	100
2.12	Wc ženy	12,80	43,52	0	15	210	26	50	18	50	0	24	20	0	700	250	250
2.13	Wc muži	12,80	43,52	0	15	200	26	50	18	50	0	24	20	0	700	200	200
2.14	Kuchyňka	14,00	47,60	6	2	30	26	50	18	50	200	24	20	4,2	100	200	200
											1900					1900	

1.6 Distribuční elementy

Dle požadovaných průtoků vzduchu byly pro jednotlivé místnosti navrženy koncové elementy od společnosti Lindab. Vzduch do místností bude přiváděn a odváděn vířivými výstěmi, které budou k potrubí připojeny ohebným potrubím. U vzduchotechnického zařízení č. 2 a č. 3 budou použity i talířové ventily, hygienické prostory jsou zde větrány podtlakově za použití dveřní mřížky od společnosti Dalap.

(Pozn.: Projekt se zabývá návrhem pouze vzduchotechnického zařízení č. 1)

1.6.1 Návrh distribučních prvků

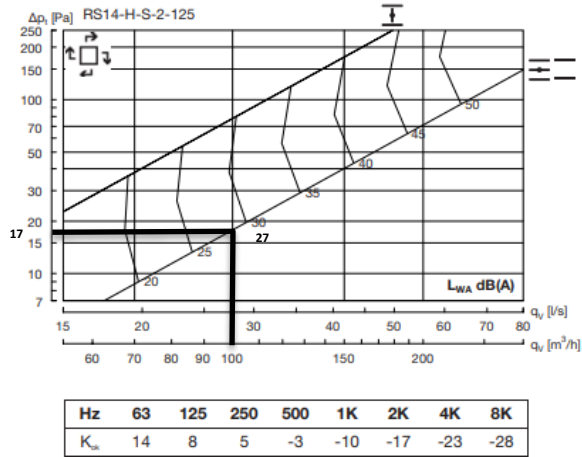


Obrázek 2: Vířivá výust Versio RS14

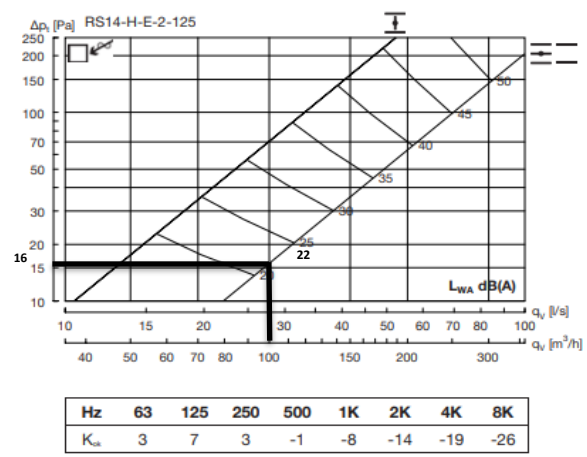
Návrh vířivé výústě Versio RS14-H-S(E)-2-125

Tato výúst byla navržena pro **PŘÍVOD** i **ODVOD** vzduchu v zařízení č. 1 do místností 1.05, 1.07, 1.08, 1.09, 2.03, 2.04, 2.06, 2.07, 2.08.

V grafu níže je znázorněn návrh pro přívod a odvod vzduchu ve všech zmíněných místnostech.



Graf 1: Návrh přívodu vzduchu Versio RS14-H-S-2-125

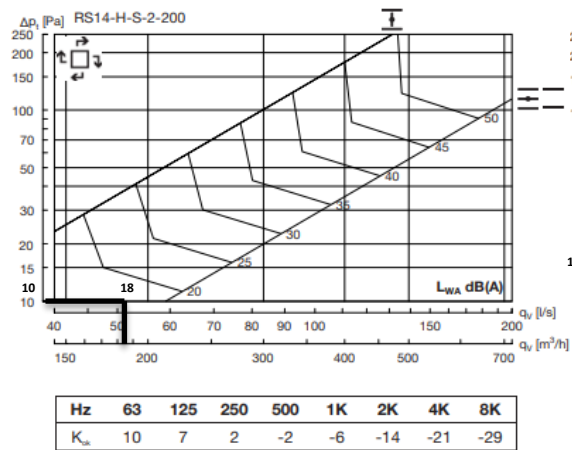


Graf 2: Návrh odvodu vzduchu Versio RS14-H-E-2-125

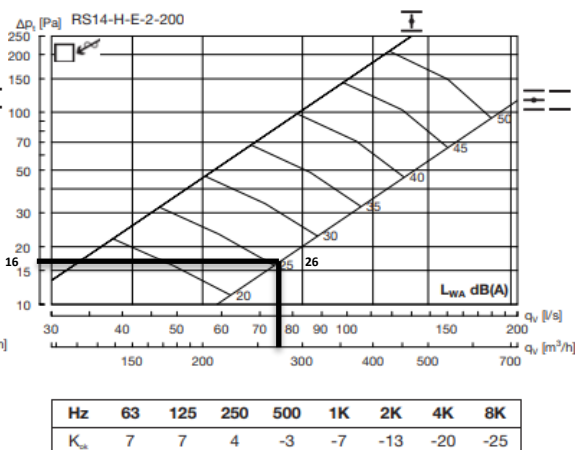
Návrh vířivé výústě Versio RS14-H-S(E)-2-200

Tato výúst byla navržena pro **PŘÍVOD** i **ODVOD** vzduchu v zařízení č. 1 do místností 1.04, 2.09 a 2.11.

V grafu níže je znázorněn návrh pro přívod a odvod vzduchu v místnosti 2.09.



Graf 3: Návrh přívodu vzduchu Versio RS14-H-S-2-200



Graf 4: Návrh odvodu vzduchu Versio RS14-H-E-2-200

1.6.2 Koncové elementy pro zařízení č. 1

Tabulka 5: Koncové elementy

Č. MÍSTNOSTI	NÁZEV	PLOCHA [m ²]	OBJEM [m ³]	PŘÍVOD / ODVOD	OZNAČENÍ VÝÚSTKY	ROZMĚR [mm]			POČET [ks]	PRŮTOK NA 1 ELEMENT [m ³ ·h ⁻¹]	Δpc [Pa]	h [m]	Lwa [dB]
						A	B	H					
ZAŘÍZENÍ č. 1 (učebny)													
1.04	Čekárna	11,40	39,90	P	Versio RS14-H-S-2-200	382	382	226	2	150	10	1,65	18
				O	Versio RS14-H-E-2-200	382	382	226	1	300	20	1,65	27
1.05	Kabinet č.1	12,00	42,00	P	Versio RS14-H-S-2-125	382	382	226	1	100	17	1,65	27
				O	Versio RS14-H-E-2-125	382	382	226	1	100	16	1,65	22
1.07	Smyčcové nástroje	11,35	39,73	P	Versio RS14-H-S-2-125	382	382	226	1	100	17	1,65	27
				O	Versio RS14-H-E-2-125	382	382	226	1	100	16	1,65	22
1.08	Drnkací nástroje	11,35	39,73	P	Versio RS14-H-S-2-125	382	382	226	1	100	17	1,65	27
				O	Versio RS14-H-E-2-125	382	382	226	1	100	16	1,65	22
1.09	Úderné nástroje	24,15	84,53	P	Versio RS14-H-S-2-125	382	382	226	1	100	17	1,65	27
				O	Versio RS14-H-E-2-125	382	382	226	1	100	16	1,65	22
2.03	Kabinet č.2	11,40	38,76	P	Versio RS14-H-S-2-125	382	382	226	1	100	17	1,60	27
				O	Versio RS14-H-E-2-125	382	382	226	1	100	16	1,60	22
2.04	Kabinet č.3	12,00	40,80	P	Versio RS14-H-S-2-125	382	382	226	1	100	17	1,60	27
				O	Versio RS14-H-E-2-125	382	382	226	1	100	16	1,60	22
2.06	Náhradní učebna	11,35	38,59	P	Versio RS14-H-S-2-125	382	382	226	1	100	17	1,60	27
				O	Versio RS14-H-E-2-125	382	382	226	1	100	16	1,60	22
2.07	Dechové nástroje	11,35	38,59	P	Versio RS14-H-S-2-125	382	382	226	1	100	17	1,60	27
				O	Versio RS14-H-E-2-125	382	382	226	1	100	16	1,60	22
2.08	Bicí nástroje	24,15	82,11	P	Versio RS14-H-S-2-125	382	382	226	1	100	17	1,60	27
				O	Versio RS14-H-E-2-125	382	382	226	1	100	16	1,60	22
2.09	Výtvarná umění	61,02	207,47	P	Versio RS14-H-S-2-200	462	462	301	3	217	10	1,60	18
				O	Versio RS14-H-E-2-200	462	462	301	2	325	25	1,60	32
2.11	Nauka	38,00	129,20	P	Versio RS14-H-S-2-200	462	462	301	3	183	10	1,60	18
				O	Versio RS14-H-E-2-200	462	462	301	2	275	16	1,60	26

1.7 Dimenzování potrubí

1.7.1 Dimenzování a tlakové ztráty

Tabulka 6: Dimenzování přívodního potrubí

ZAŘÍZENÍ č. 1 (učebny)														
PŘÍVOD VZDUCHU														
Z VÝKRESU			HODNOTY										TLAKOVÁ ZTRÁTA CELKEM	
Č.ú	V [m ³ ·h ⁻¹]	L [m]	PŘEDBĚŽNÉ			SKUTEČNÉ							Z [Pa]	Z + R x L [Pa]
			v'	S'	d'	A	B	S	d	v	R	ξ		
			[m·s ⁻¹]	[m ²]	[mm]	[mm]	[mm]	[m ²]	[mm]	[m·s ⁻¹]	[Pa·m ⁻¹]			
a.1	183	4,07	2,00	0,025	180	125	200	0,03	180	2,03	0,499	0,90	1,86	4
a.2	366	3,57	3,00	0,034	208	160	200	0,03	200	3,18	0,850	0,60	3,03	6
a.3	550	6,92	3,50	0,044	236	225	200	0,05	160	3,40	0,769	3,30	19,02	24
													VÝUŠŤ	10
													KLAPKY	6
													CELKEM	50
b.1	100	4,12	2,00	0,014	133	125	125	0,02	140	1,78	0,500	0,90	1,42	3
b.2	200	3,25	2,50	0,022	168	125	200	0,03	180	2,22	0,535	0,60	1,48	3
b.3	300	3,25	3,00	0,028	188	140	200	0,03	180	2,98	0,841	0,60	2,66	5
b.4	400	4,88	3,50	0,032	201	160	200	0,03	200	3,47	1,000	0,60	3,62	8
b.5	500	6,15	3,50	0,040	225	200	200	0,04	225	3,47	0,862	1,20	7,23	13
													VÝUŠŤ	17
													CELKEM	50
c.1	217	3,73	2,00	0,030	196	160	200	0,03	140	1,88	0,328	0,90	1,60	3
c.2	434	3,23	2,50	0,048	248	250	200	0,05	180	2,41	0,386	0,60	1,74	3
c.3	650	1,06	3,00	0,060	277	315	200	0,06	180	2,87	0,471	1,20	4,93	5
													VÝUŠŤ	10
													KLAPKY	29
													CELKEM	50
1,1	1150	7,41	4,00	0,080	319	400	200	0,08	355	3,99	0,789	1,50	11,96	18
													CELKEM	68
1,2	1700	1,39	4,50	0,105	366	500	200	0,10	355	4,72	0,940	1,80	20,07	21
													CELKEM	89
e.1	150	2,46	2,00	0,021	163	140	140	0,02	160	2,13	0,610	0,90	2,03	4
e.2	300	1,50	2,50	0,033	206	160	200	0,03	200	2,60	0,592	0,60	2,03	3
e.3	400	3,25	3,00	0,037	217	180	200	0,04	225	3,09	0,740	0,60	2,86	5
e.4	500	3,25	3,50	0,040	225	200	200	0,04	225	3,47	0,862	0,60	3,62	6
e.5	600	4,88	4,00	0,042	230	200	200	0,04	225	4,17	1,210	0,60	5,21	11
e.6	700	7,93	4,50	0,043	235	200	200	0,04	225	4,86	1,610	0,90	10,63	23
													VÝUŠŤ	10
													KLAPKY	26
													CELKEM	89
1,3	2400	0,45	5,00	0,133	412	630	200	0,13	400	5,29	1,070	0,30	4,20	5
													TLUMIČ HLUKU	60
VLOŽENÉ ODPORY ZA ŽALUZIE, TLUMIČE HLUKU A POTRUBÍ OD OSTATNÍCH VZT JEDNOTEK														100
(SPOLEČNÝ VÝVOD Z BUDOVY)													CELKEM	254

Tabulka 7: Dimenzování odvodního potrubí

ZAŘÍZENÍ č. 1 (učebny)														
ODVOD VZDUCHU														
Z VÝKRESU			HODNOTY										TLAKOVÁ ZTRÁTA CELKEM	
			PŘEDBĚŽNÉ			SKUTEČNÉ								
Č.ú	V [m ³ ·h ⁻¹]	L [m]	v' [m·s ⁻¹]	S' [m ²]	d' [mm]	A [mm]	B [mm]	S [m ²]	d [mm]	v [m·s ⁻¹]	R [Pa·m ⁻¹]	ξ	Z [Pa]	Z + R x L [Pa]
a.1	100	3,62	2,00	0,014	133	125	125	0,02	140	1,78	0,500	0,90	1,42	3
a.2	200	3,25	2,50	0,022	168	125	200	0,03	180	2,22	0,535	0,60	1,48	3
a.3	300	3,25	3,00	0,028	188	140	200	0,03	180	2,98	0,841	0,60	2,66	5
a.4	400	4,88	3,50	0,032	201	160	200	0,03	200	3,47	1,000	0,60	3,62	8
a.5	500	7,07	3,50	0,040	225	200	200	0,04	225	3,47	0,862	2,60	15,67	22
													VÝUŠŤ	16
													CELKEM	58
b.1	325	6,96	2,50	0,036	214	180	200	0,04	225	2,51	0,508	0,90	2,83	6
b.2	650	2,83	3,00	0,060	277	315	200	0,06	250	2,87	0,471	2,30	9,45	11
													VÝUŠŤ	25
													KLAPKY	16
													CELKEM	58
1.1	1150	0,31	4,00	0,080	319	400	200	0,08	315	3,99	0,786	1,10	8,77	9
													CELKEM	67
c.1	275	3,83	2,50	0,031	197	160	200	0,03	200	2,39	0,505	0,90	2,56	4
c.2	550	5,17	3,50	0,044	236	225	200	0,05	160	3,40	0,769	2,00	11,53	16
													VÝUŠŤ	16
													KLAPKY	31
													CELKEM	67
1.2	1700	5,14	4,50	0,105	366	500	200	0,10	355	4,72	0,940	2,00	22,30	27
													CELKEM	94
d.1	300	3,37	2,50	0,033	206	160	200	0,03	200	2,60	0,592	0,90	3,05	5
d.2	400	3,25	3,00	0,037	217	180	200	0,04	225	3,09	0,740	0,60	2,86	5
d.3	500	3,25	3,50	0,040	225	200	200	0,04	225	3,47	0,862	0,60	3,62	6
d.4	600	4,88	4,00	0,042	230	200	200	0,04	225	4,17	1,210	0,60	5,21	11
d.5	700	7,13	4,50	0,043	235	200	200	0,04	225	4,86	1,610	1,40	16,54	28
													VÝUŠŤ	20
													KLAPKY	18
													CELKEM	94
1.3	2400	3,76	5,00	0,133	412	630	200	0,13	400	5,29	1,070	2,10	29,39	33
													TLUMIČ HLUKU	60
VLOŽENÉ ODPORY ZA KONCOVOU HLAVICI, TLUMIČE HLUKU A POTRUBÍ OD OSTATNÍCH VZT JEDNOTEK														100
(SPOLEČNÝ VÝVOD Z BUDOVY)													CELKEM	288

Tabulka 8: Dimenzování potrubí vedoucího ven z budovy

POTRUBÍ PRO VŠECHNA ZAŘÍZENÍ VEDOUcí VEN Z BUDOVY									
PŘÍVOD VZDUCHU									
Z VÝKRESU		HODNOTY							
		PŘEDBĚŽNÉ			SKUTEČNÉ				
Č.ú	V [m ³ ·h ⁻¹]	v' [m·s ⁻¹]	S' [m ²]	d' [mm]	A	B	S [m ²]	d [mm]	v [m·s ⁻¹]
					[mm]				
1	9800	5,50	0,495	794	710	710	0,50	800	5,40
ODVOD VZDUCHU									
Z VÝKRESU		HODNOTY							
		PŘEDBĚŽNÉ			SKUTEČNÉ				
Č.ú	V [m ³ ·h ⁻¹]	v' [m·s ⁻¹]	S' [m ²]	d' [mm]	A	B	S [m ²]	d [mm]	v [m·s ⁻¹]
					[mm]				
1	9800	5,50	0,495	794	800	600	0,48	800	5,67

1.8 Navržené jednotky

1. funkční celek:

Vzduchotechnická jednotka DUPLEX 3400 Bacis-V.

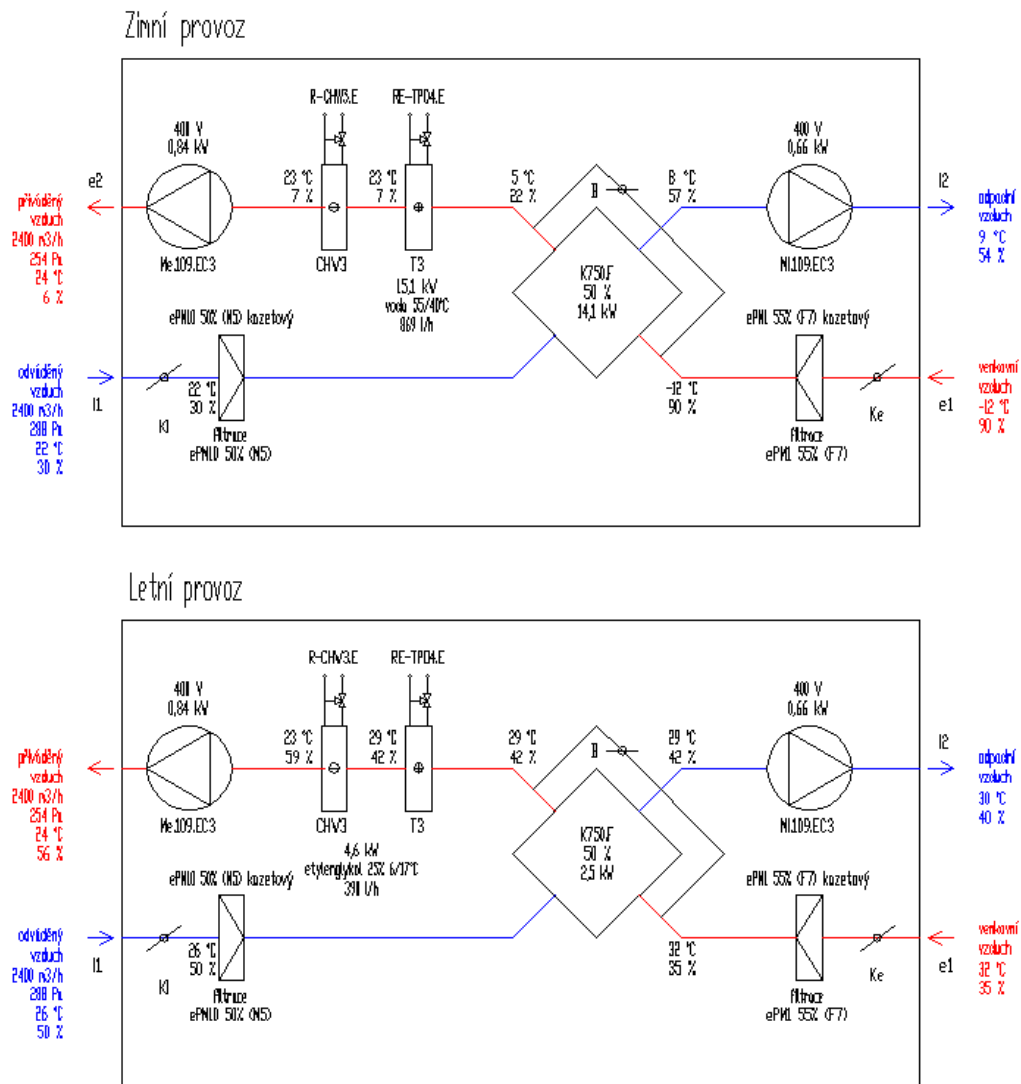
2. funkční celek:

Vzduchotechnická jednotka DUPLEX 7100 Bacis-V.

3. funkční celek:

Vzduchotechnická jednotka DUPLEX 3400 Bacis-V.

1.9 Funkční schéma

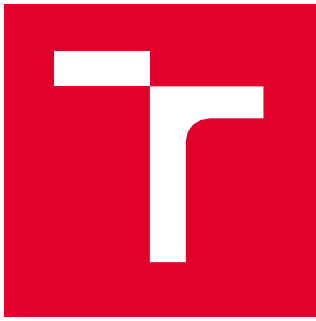


Obrázek 3: Funkční schéma pro zimní a letní provoz

1.10 Seznam podkladů

Pro zpracování projektové dokumentace bylo použito zejména následujících podkladů:

- Výukové materiály do předmětu NHA061 – Inteligentní budovy, VUT fakulta stavební
- Software ATREA duplex 9,35



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKY ÚSPORNÁ BUDOVA ZÁKLADNÍ UMĚLECKÉ ŠKOLY

ENERGY-EFFICIENT ELEMENTARY ART SCHOOL BUILDING

PŘÍLOHA

D.4.4 KONCEPČNÍ STUDIE OHŘEVU TEPLÉ
VODY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Kateřina Šplíchalová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Olga Rubinová, Ph.D

BRNO 2024

OBSAH

D.4.4	KONCEPČNÍ STUDIE OHŘEVU TEPLÉ VODY	3
1.1	Návrh zásobníkového ohřivače	3
1.1.1	Objem zásobníkového ohřivače	3
1.1.2	Výkon topné vložky ohřivače	5
1.2	Seznam podkladů	6

D.4.4 KONCEPČNÍ STUDIE OHŘEVU TEPLÉ VODY

Návrh metodou zohledňující špičky odběru teplé vody podle H – 132 98.

Teplá voda pro budovu bude připravována pomocí tepelného čerpadla země-voda značky Vitocal. Voda bude uchovávána v akumulacním zásobníku Dražice NADO 1000/45v6 s objemem 999 l. Tento zásobník je určen k přípravě teplé vody ve spojení s tepelným čerpadlem, a obsahuje výměník tepla o teplosměnné ploše 10 m² pro případný dohřev vody.

1.1 Návrh zásobníkového ohřivače

1.1.1 Objem zásobníkového ohřivače

$$V_z = q_{TV,max} \cdot n \cdot k_{TV} \cdot \varphi \quad [l] \quad (1)$$

Kde je: $q_{TV,max}$ [l · (spotřební jednotka · den)⁻¹]

n [-]

k_{TV} [spotřební jednotka · den]

φ [-]

maximální specifická potřeba TV

počet obyvatel, spotřebních jednotek

součinitel nerovnoměrnosti

součinitel mrtvého prostoru

Specifická potřeba teplé vody

Určuje se z tabulky podle druhu budovy.

Tabulka 1: Specifická potřeba vody

Druhy budovy	Spotřební jednotka	$q_{TV,max}$
Škola	Dítě + učitel	14
Hlediště	Divák	2
Jeviště	Účinkující	4

Počet obyvatel, spotřebních jednotek

Počet osob: Koncertní sál: 20 účinkujících a 95 diváků (115 osob)

Budova ZUŠ: 40 žáků a 6 učitelů (46 osob)

$n = 115 + 47 = 162$ spotřebitelů

Součinitel nerovnoměrnosti

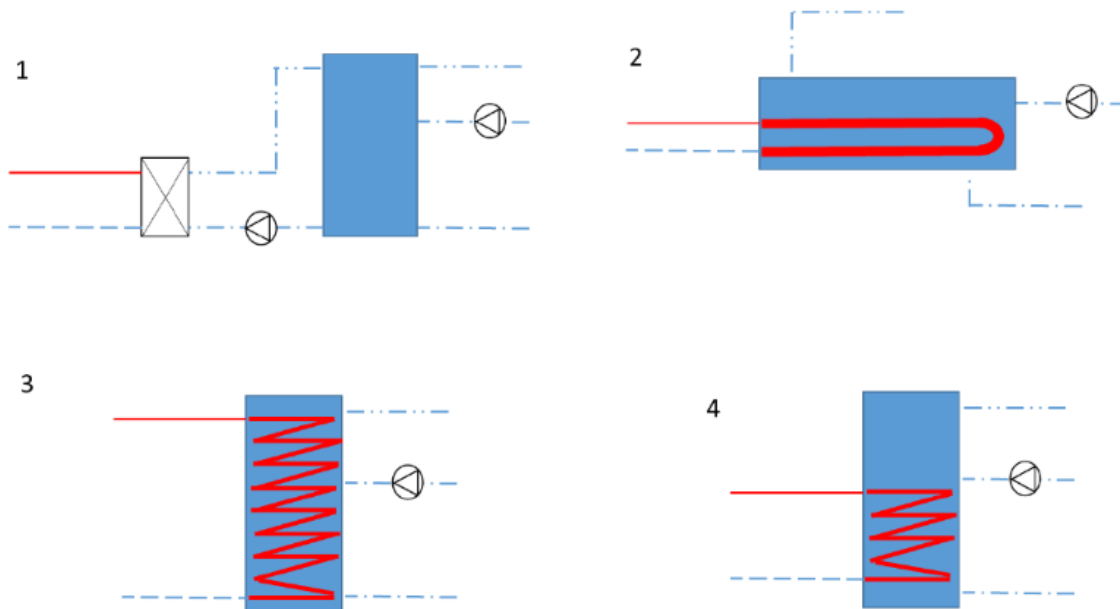
Určuje se z tabulky v závislosti na době ohřevu vody v ohřivači.

Tabulka 2: Orientační hodnoty součinitele nerovnoměrnosti potřeby teplé vody pro ostatní budovy v závislosti na době ohřevu vody v ohřivači

Doba ohřevu [h]	k_{TV} pro školu
0,5	0,17
1	0,29
2	0,45
3	0,61

Součinitel mrtvého prostoru

Zohledňuje vrstvení vody v ohřivači.



Obrázek 1: Součinitel mrtvého prostoru

Tabulka 3: Součinitel mrtvého prostoru dle druhu ohřivače nebo zásobníku

	Druh ohřivače nebo zásobníku	ψ [-]
1.	Zásobník bez mrtvého prostoru nabíjený teplou vodou oběhovým čerpadlem z průtokového ohřivače	1,00
2.	Ležatý zásobníkový ohřivač	1,20
3.	Stojatý zásobníkový ohřivač bez mrtvého prostoru	1,15
4.	Stojatý zásobníkový ohřivač s otopnou vložkou umístěnou max. v 1/3 výšky ohřivače	1,50

Výpočet

$$V_z = q_{TV,max} \cdot n \cdot k_{TV} \cdot \varphi$$

$$V_z = (14 \cdot 46 + 20 \cdot 4 + 95 \cdot 2) \cdot 0,61 \cdot 1,5 = 836 \text{ l}$$

Návrh zásobníku

Byl navržen akumulční zásobník teplé vody Dražice NADO 1000/45v6 s objemem 999 l. Tento zásobník obsahuje výměník tepla o teplosměnné ploše 10,0 m².

∅ = 850 mm

H = 2040 mm



Obrázek 2: Dražice NADO 1000/45v6

1.1.2 Výkon topné vložky ohřivače

$$Q_z = \frac{V_z \cdot \rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1)}{z \cdot 3600} + Q_{cirk} \quad [kW] \quad (2)$$

Kde je: V_z	[l]	objem zásobníku
c	[kJ · (kg · K) ⁻¹]	měrná tepelná kapacita vody - 4,2 kJ · (kg · K) ⁻¹
ρ	[kg · l ⁻¹]	hustota vody – 1,0 kg · l ⁻¹
t_1	[°C]	teplota studené vody – 10 °C
t_2	[°C]	teplota teplé vody – 55 °C
z	[h]	doba ohřevu vody

Ztráty na straně vodovodu – odborná technický odhad

$$Q_{cirk} = \sum_{i=1}^m q_i \cdot l_i \quad (3)$$

Tabulka 4: Tlakové ztráty dle druhu potrubí

Druh potrubí	Vnější profil potrubí	q [W · m ⁻¹]
Stoupací potrubí přívodní vedené v instalační šachtě	25 až 45	7
Stoupací potrubí cirkulační vedené v instalační šachtě	20	7
Ležaté potrubí přívodní i cirkulační vedené v nevytápěném suterénu	20 až 88,9	10
Ležaté potrubí přívodní i cirkulační vedené ve vytápěných prostorech	20 až 88,9	8

$$Q_{cirk} = 4 \cdot 7 + 30 \cdot 8 = 268 + \text{ztráta ohřivače} = 268 + 148 = 416 \text{ W}$$

$$Q_z = (0,836 \cdot 1000 \cdot 4200 \cdot (55-10)) / 3 \cdot 3600 + 416 = 15\,046 \text{ W} = 15,1 \text{ kW}$$

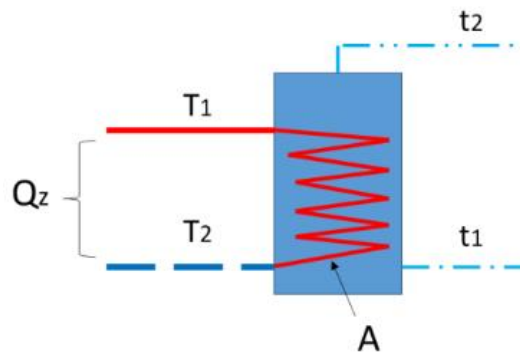
Velikost teplosměnné plochy

Teplosměnná plocha musí mít tak velkou plochu, aby byla schopna předat požadovaný výkon do vody na straně vodovodu.

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} \quad (4)$$

$$\Delta t = \frac{(60 - 55) - (40 - 10)}{\ln \frac{(60 - 55)}{(40 - 10)}} = 14 \text{ K}$$

$$A = \frac{Q_z}{U \cdot \Delta t} = \frac{15046}{420 \cdot 14} = 2,55 \text{ m}^2$$



Výměník tepla má plochu 10 m². Teplosměnná plocha výměníku je větší než požadovaná plocha, zásobník na vodu Dražice NADO 1000/45v6 může být použit.

1.2 Seznam podkladů

Pro zpracování projektové dokumentace bylo použito zejména následujících podkladů:

- Výukové materiály do předmětu NHA061 – Inteligentní budovy, VUT fakulta stavební



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKY ÚSPORNÁ BUDOVA ZÁKLADNÍ UMĚLECKÉ ŠKOLY

ENERGY-EFFICIENT ELEMENTARY ART SCHOOL BUILDING

PŘÍLOHA

D.4.5.1 KONCEPČNÍ STUDIE VYTÁPĚNÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Kateřina Šplíchalová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Olga Rubinová, Ph.D

BRNO 2024

OBSAH

D.4.5.1	KONCEPČNÍ STUDIE VYTÁPĚNÍ	3
1.1	Stanovení součinitele prostupu tepla z programu DEKSOFT	3
1.2	Zjednodušený výpočet tepelných ztrát	4
1.3	Výkon pro ohřev vzduchu ve VZT jednotkách	6
1.4	Návrh zdroje tepla	6
1.4.1	Ohřev teplé vody – TČ 1	7
1.4.2	Ohřívač ve vzduchotechnice – TČ 2, TČ 3	8
1.4.3	Vytápění – TČ 4	9
1.5	Návrh akumulčního zásobníku tepla	10
1.5.1	Akumulační zásobník pro ohřev teplé vody	10
1.5.2	Akumulační zásobník pro vodu do ohřívače vzduchotechniky	11
1.5.3	Akumulační zásobník pro vodu na vytápění	11
1.6	Zjednodušený návrh svislých vrtů	12
1.7	Seznam podkladů	12

D.4.5.1 KONCEPČNÍ STUDIE VYTÁPĚNÍ

Jako zdroj vytápění jsou navržena čtyři tepelná čerpadla země-voda značky Vitocal. Tato čerpadla disponují koncentrovaným výkonem pro velké objekty a mají schopnost chlazení. Budova je vytápěna podlahovým topením a z částí vzduchotechnickými jednotkami.

1.1 Stanovení součinitele prostupu tepla z programu DEKSOFT

Z₁ - obvodová stěna

$$U_{Z1} = 0,148 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$$

Doporučená hodnota pro pasivní budovy 0,30 W·m⁻²·K⁻¹

VYHOVÍ

Z₂ - obvodová stěna s dřevěným obkladem

$$U_{Z2} = 0,149 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$$

Doporučená hodnota pro pasivní budovy 0,30 W·m⁻²·K⁻¹

VYHOVÍ

S₁ - střecha (nosná vrstva je železobetonová deska)

$$U_{S1} = 0,115 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$$

Doporučená hodnota pro pasivní budovy 0,18 W·m⁻²·K⁻¹

VYHOVÍ

S₂ - střecha (nosná vrstva jsou prefabrikované panely)

$$U_{S2} = 0,113 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$$

Doporučená hodnota pro pasivní budovy 0,18 W·m⁻²·K⁻¹

VYHOVÍ

P₁ - skladba podlahy na terénu s keramickou dlažbou

$$U_{P1} = 0,179 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$$

Doporučená hodnota pro pasivní budovy 0,22 W·m⁻²·K⁻¹

VYHOVÍ

P₂ - skladba podlahy na terénu

$$U_{P2} = 0,179 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$$

Doporučená hodnota pro pasivní budovy 0,22 W·m⁻²·K⁻¹

VYHOVÍ

1.2 Zjednodušený výpočet tepelných ztrát

Ztráta prostupem tepla - obálková metoda

$$Q_{T,build} = \Sigma[A_k \cdot (U_k + \Delta U_{TB}) \cdot f_{x,k}] \cdot (t_{int,build} - t_e) \quad (1)$$

Kde je:

$t_{int,build}$	[°C]	návrhová vnitřní teplota (22 °C)
t_e	[°C]	návrhová venkovní teplota (-15 °C)
$H_{T,build}$	[W·K ⁻¹]	celková měrná ztráta konstrukcí prostupem tepla (218

$$Q_{T,build} = 391,40 \cdot (22 - (-12)) = 13\,307 \text{ W} = 13,31 \text{ kW}$$

Tabulka 1: Výpočet měrné ztráty prostupem tepla

Konstrukce	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Hodnota pro pasivní budovy	Čin. tepl. redukce	Měrná ztráta prostupem	
	A ⁱ [m ²]	U _i [W·m ⁻² ·K ⁻¹]	U _i [W·m ⁻² ·K ⁻¹]	b _i [-]	H _{ti} =A _i ·U _i ·b _i [W·K ⁻¹]	
Z ₁	545,82	0,148	0,300	1	80,78	
Z ₂	247,09	0,149	0,300	1	36,82	
S ₁	406,93	0,115	0,180	1	46,80	
S ₂	199,27	0,113	0,180	1	22,52	
P ₁	296,48	0,179	0,220	0,5	26,53	
P ₂	287,35	0,179	0,220	0,5	25,72	
O ₁	72,00	0,658	0,900	1	47,38	
O ₂	9,50	0,630	0,900	1	5,99	
O ₃	5,20	0,753	0,900	1	3,92	
O ₄	1,95	0,785	0,900	1	1,53	
O ₅	5,20	0,864	0,900	1	4,49	
O ₆	47,50	0,559	0,900	1	26,55	
O ₇	3,00	0,699	0,900	1	2,10	
D ₁	12,60	1,187	0,900	1	14,96	
D ₂	2,10	1,187	0,900	1	2,49	
Tep. vazby	2142,00	2142,00 · 0,02				42,84
				Celkem	391,40	

Ztráta infiltrací

Metoda podle platné ČSN EN 12831-1 je poměrně složitá a mimo těsnost objektu zahrnuje i vliv vzduchotechniky na množství vzduchu přivedeného spárovou průvzdušností. Vzhledem k tomu, že infiltrace není významnou výkonovou částí ztrát, bude následující postup využívat metodiky dnes již neplatné normy ČSN EN 12831.

$$q_{v,env,i} = V_i \cdot n_{50} \cdot \varepsilon \cdot e \quad (2)$$

Kde je:

V_i	[m ³]	objem vzduchu v budově, $V_i=3\ 370\ \text{m}^3$
ε	[-]	výškový korekční činitel, do 10 m = 1
e	[-]	činitel na počet oken a polohu budovy v krajině
n_{50}	[-]	stupeň těsnosti

Tabulka 2: Doporučené hodnoty stupně těsnosti

Větrání	$n_{50,n}$
Přirozené nebo kombinované	4,50
Nucené	1,50
Nucené se ZZT	1,00
Nucené se ZZT pro objekty se zvláště nízkou potřebou tepla pro vytápění	0,60

Tabulka 3: Činitel ε na počet oken a polohu budovy v krajině

Poloha	Bez výplně otvorů	Jedna výplň otvorů	Více než jedna výplň otvorů
Nechráněná	0	0,03	0,05
Středně chráněná	0	0,02	0,03
Chráněná	0	0,01	0,02

Tabulka 4: Výškový korekční činitel e

Výška objektu	Činitel e
Do 10 m	1,00
10 až 30 m	1,20
Nad 30 m	1,50

$$q_{v,env,i} = 3370 \cdot 0,6 \cdot 0,05 \cdot 1 = 101,10\ \text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

Ztráta větráním u budov s nuceným větráním se ZZT a ohříváčem ve VZT

$$Q_{v,inf} = q_{v,inf} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_{int,build} - t_e) = 101,1 \cdot 0,34 \cdot (22 - (-12)) = 1\ 168\ \text{W} = 1,17\ \text{kW}$$

Celková tepelná ztráta

$$Q_{HL,build} = Q_{T,build} + Q_{V,build} \quad (3)$$

Kde je:

$Q_{T,build}$	[W]	ztráta prostupem
$Q_{V,build}$	[W]	ztráta větráním

$$Q_{HL,build} = 13,31 + 1,17 = 14,48 \text{ kW}$$

Celková tepelná ztráta objektu je 14,48 kW.

1.3 Výkon pro ohřev vzduchu ve VZT jednotkách

$$Q_{VZT,1} = V \cdot \rho \cdot c \cdot (t_{int,build} - t_{sup}) = 2400 \cdot 0,34 \cdot (22 - 0) = 17,95 \text{ kW}$$

$$Q_{VZT,2} = V \cdot \rho \cdot c \cdot (t_{int,build} - t_{sup}) = 5300 \cdot 0,34 \cdot (22 - 0) = 39,65 \text{ kW}$$

$$Q_{VZT,3} = V \cdot \rho \cdot c \cdot (t_{int,build} - t_{sup}) = 1900 \cdot 0,34 \cdot (20 - 0) = 13,30 \text{ kW}$$

$$Q_{VZT,celk} = 17,95 + 39,65 + 13,30 = 70,9 \text{ kW}$$

Celkový potřebný výkon na ohřev vzduchu ve vzduchotechnických jednotkách je 70,9 kW.

1.4 Návrh zdroje tepla

Přípojný výkon pro tepelná čerpadla

$$Q_{SU} = f_{HL} \cdot Q_{HL} + f_{TV} \cdot Q_{TV} + f_{VZT} \cdot Q_{VZT} \quad (4)$$

Kde je:

f	[-]	návrhový činitel pro tepelnou ztrátu
Q_{HL}	[kW]	návrhová tepelná ztráta
Q_{TV}	[kW]	návrhový tepelný výkon pro přípravu teplé vody
Q_{VZT}	[kW]	návrhový tepelný výkon pro soustavy VZT

Tabulka 5: Návrhový činitel f_{HL}

Tepelná kapacita budovy	Činitel f_{HL}
Nízká	1,00
Střední	0,95
Vysoká	0,90

$$Q_{SU,1} = 1 \cdot 15,1 = 15,10 \text{ kW} \quad (\text{ohřev teplé vody})$$

$$Q_{SU,2} = 1 \cdot 70,90 = 70,90 \text{ kW} \quad (\text{vzduchotechnika})$$

$$Q_{SU,3} = 1 \cdot 14,48 = 14,48 \text{ kW} \quad (\text{vytápění})$$

$$Q_{SU,celk} = 15,10 + 70,90 + 14,48 = 100,5 \text{ kW} \quad (\text{celkem})$$

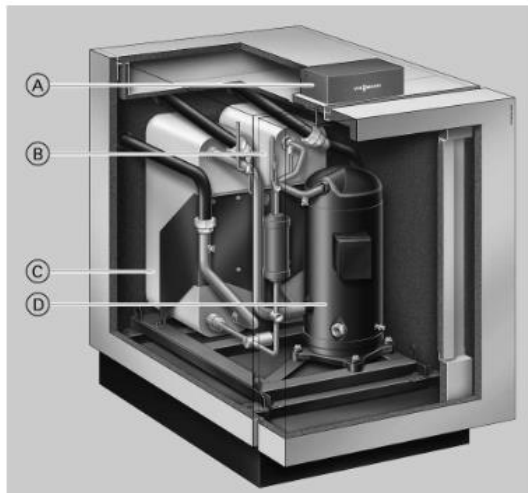
Navrhuji čtyři tepelná čerpadla země-voda z řady Vitocal 300-G. Tato čerpadlo disponují koncentrovaným výkonem pro velké objekty a mají schopnost chlazení.

Konkrétně navržena byla dvě tepelná čerpadla Vitocal 300-G, typ BW 301.A45 a dvě tepelná čerpadla Vitocal 300-G, typ BW 301.A21.

Teplotní spád vody pro ohřev vody (Vitocal 300-G, typ BW 301.A21) – 55/40 °C

Teplotní spád vody pro vzduchotechniku (2 x Vitocal 300-G, typ BW 301.A45) – 55/40 °C

Teplotní spád vody pro vytápění (Vitocal 300-G, typ BW 301.A21) – 35/28 °C



- (A) Ekvitermně řízená digitální regulace tepelného čerpadla Vitotronic 200
- (B) Kondenzátor
- (C) Výparník
- (D) Hermetický kompresor Compliant Scroll

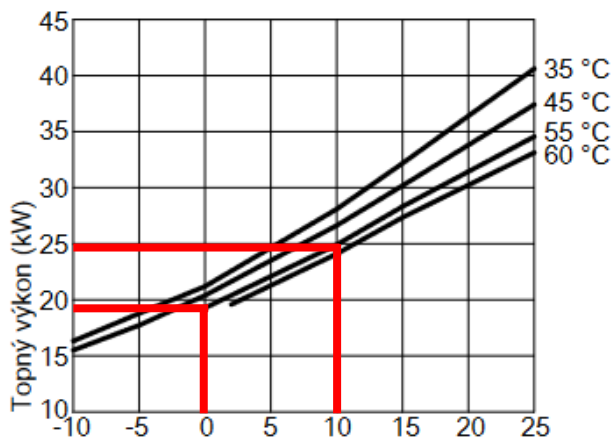
Obrázek 1: Tepelné čerpadlo Vitocal 300-G

1.4.1 Ohřev teplé vody – TČ 1

Pro ohřev teplé vody bylo navrženo jedno tepelné čerpadlo Vitocal 300-G, typ BW 301.A21 o teplotním spádu 55/40 °C.

Charakteristiky čerpadla pro teplotní spád 55/40 °C

Graf 1: Výkon tepelného čerpadla

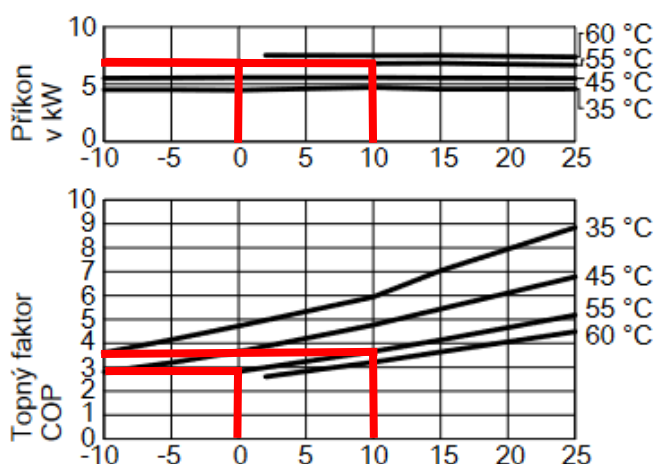


55 °C – topný výkon se pohybuje od 19,28 kW do 24,92 kW.

(potřeba je 15,10 kW)

Pracovní bod	W B	°C °C	55			
			0	2	10	15
Topný výkon	kW		19,28	20,41	24,92	28,32
Chladicí výkon	kW		12,94	14,07	18,59	21,97
Elektrický příkon	kW		6,82	6,82	6,80	6,83
Topný faktor ϵ (COP)			2,83	2,99	3,66	4,15

Graf 2: Příkon a topný faktor tepelného čerpadla



55 °C – elektrický příkon se pohybuje od 6,82 kW do 6,80 kW.

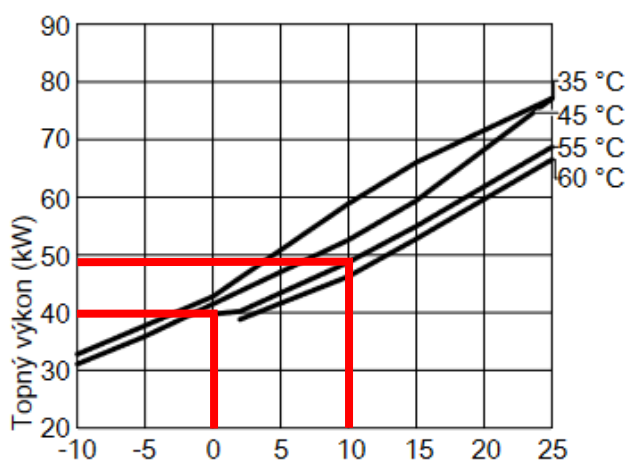
55 °C – topný faktor COP se pohybuje od 2,83 kW do 3,66 kW.

1.4.2 Ohřívač ve vzduchotechnice – TČ 2, TČ 3

Pro ohřev vody obsluhující vzduchotechnické jednotky byla navržena dvě tepelná čerpadla Vitocal 300-G, typ BW 301.A45 o teplotním spádu 55/40 °C.

Charakteristiky čerpadla pro teplotní spád 55/40 °C

Graf 3: Výkon tepelného čerpadla



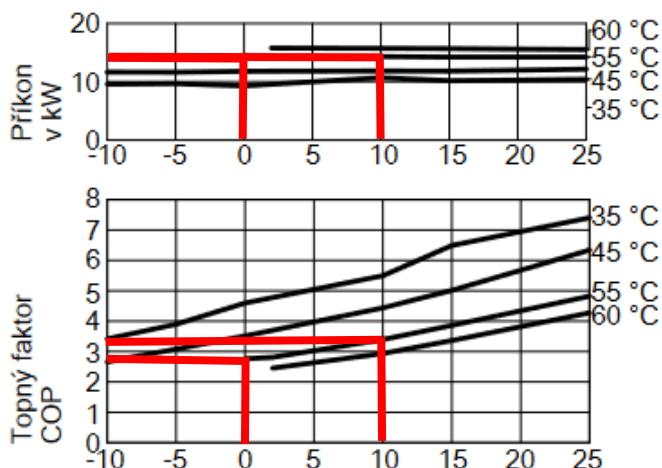
55 °C – topný výkon se pohybuje od 39,75 kW do 48,74 kW.

Navržena byla dvě čerpadla, jejich výkon je tedy celkem od 79,50 kW do 97,48 kW.

(potřeba je 70,90 kW)

Pracovní bod	W B	°C °C	55			
			0	2	10	15
Topný výkon		kW	39,75	40,23	48,74	55,00
Chladicí výkon		kW	26,38	26,92	35,41	41,76
Elektrický příkon		kW	14,38	14,31	14,33	14,23
Topný faktor ε (COP)			2,76	2,81	3,40	3,86

Graf 4: Příkon a topný faktor tepelného čerpadla



55 °C – elektrický příkon se pohybuje od 14,38 kW do 14,33 kW.

Navržena byla dvě čerpadla, jejich příkon je tedy od 28,76 kW do 28,66 kW.

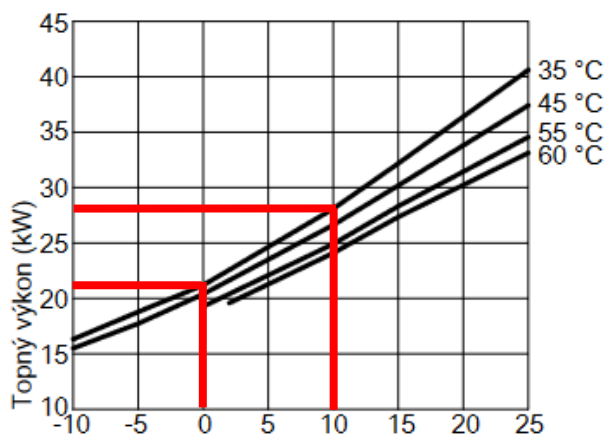
55 °C – topný faktor COP se pohybuje od 2,76 kW do 3,4 kW.

1.4.3 Vytápění – TČ 4

Pro vytápění bylo navrženo jedno tepelné čerpadlo Vitocal 300-G, typ BW 301.A21 o teplotním spádu 35/28 °C.

Charakteristiky čerpadla pro teplotní spád 35/28 °C

Graf 5: Výkon tepelného čerpadla

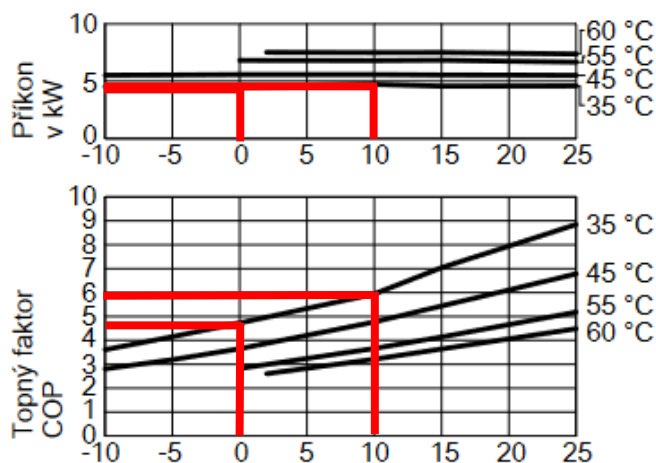


35 °C – topný výkon se pohybuje od 21,20 kW do 28,10 kW.

(potřeba je 14,48 kW)

Pracovní bod	W B	°C °C	35				
			-5	0	2	10	15
Topný výkon	kW		18,79	21,20	22,58	28,10	32,19
Chladicí výkon	kW		14,58	17,00	18,34	23,70	27,95
Elektrický příkon	kW		4,52	4,48	4,53	4,73	4,57
Topný faktor ϵ (COP)			4,15	4,73	4,97	5,94	7,05

Graf 6: Příkon a topný faktor tepelného čerpadla



35 °C – elektrický příkon se pohybuje od 4,48 kW do 4,73 kW.

35 °C – topný faktor COP se pohybuje od 4,7 kW do 5,94 kW.

1.5 Návrh akumulčního zásobníku tepla

$$V_a = k \cdot Q_{SU} \quad (5)$$

Kde je:	k	[-]	konstanta
	Q_{SU}	[kW]	topný výkon tepelného čerpadla
	V_a	[l]	akumulační objem

1.5.1 Akumulační zásobník pro ohřev teplé vody

V koncepční studii ohřevu teplé vody byl navržen akumulční zásobník teplé vody Dražice NADO 1000/45v6 s objemem 999 l. Tento zásobník obsahuje výměník tepla o teplosměnné ploše 10,0 m².

∅ = 850 mm
H = 2040 mm



Obrázek 2: Dražice NADO 1000/45v6

1.5.2 Akumulační zásobník pro vodu do ohřívače vzduchotechniky

$$V_a = 20 \cdot 70,90 = 1\,418 \text{ l}$$

Byla navržena jedna akumulční nádrž Regulus PS 1500 o objemu 1500 l.

$$\varnothing = 950 \text{ mm}$$

$$H = 2340 \text{ mm}$$



Obrázek 3: Regulus PS 1500

1.5.3 Akumulační zásobník pro vodu na vytápění

$$V_a = 20 \cdot 14,48 = 290 \text{ l}$$

Byla navržena jedna akumulční nádrž Regulus PS 400 N+ o objemu 397 l.

$$\varnothing = 550 \text{ mm}$$

$$H = 1905 \text{ mm}$$



Obrázek 4: Regulus PS 400 N+

1.6 Zjednodušený návrh svislých vrtů

Hloubka vrtů

$$COP = \frac{Q_{HP}}{P} \quad (6)$$

Kde je:	COP	[-]	topný faktor čerpadla
	Q_{HP}	[kW]	topný výkon
	P	[kW]	elektrický příkon TČ

$$Q_{CHL} = Q_{HP} - P \quad (7)$$

Kde je:	Q_{CHL}	[kW]	chladicí výkon
---------	-----------	------	----------------

$$H = \frac{Q_{CHL}}{q} \quad (8)$$

Kde je:	H	[m]	hloubka vrtu
	q	[W·m ⁻¹]	měrný výkon jímání

$$COP_{,1} = 14,48 / 4,48 = 3,23$$

$$Q_{CHL,1} = 14,48 - 4,48 = 10,00 \text{ kW}$$

$$H_{,1} = 10\,000 / 50 = 200 \text{ m}$$

Navrhuji 3 stejné vrty do hloubky 70 m. Nejnižší možná teplota vrtu je COP = 3,23.

$$COP_{,2} = 70,90 / 28,76 = 2,47$$

$$Q_{CHL,2} = 70,90 - 28,76 = 42,14 \text{ kW}$$

$$H_{,2} = 42\,140 / 50 = 843 \text{ m}$$

Navrhuji 10 stejných vrtů do hloubky 85 m. Nejnižší možná teplota vrtu je COP = 2,47.

$$COP_{,4} = 15,10 / 4,48 = 3,37$$

$$Q_{CHL,4} = 15,10 - 6,82 = 8,28 \text{ kW}$$

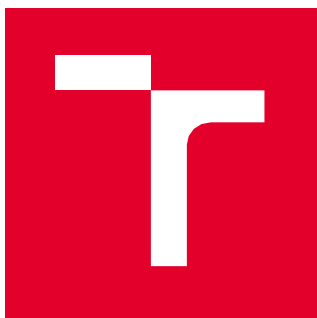
$$H_{,4} = 8\,280 / 50 = 166 \text{ m}$$

Navrhuji 2 stejné vrty do hloubky 85 m. Nejnižší možná teplota vrtu je COP = 2,22.

1.7 Seznam podkladů

Pro zpracování projektové dokumentace bylo použito zejména následujících podkladů:

- Výukové materiály do předmětu NHA061 – Inteligentní budovy, VUT fakulta stavební
- Program DEKSOFT – www.deksoft.eu
- Technický list tepelného čerpadla Vitocal 300-G



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKY ÚSPORNÁ BUDOVA ZÁKLADNÍ UMĚLECKÉ ŠKOLY

ENERGY-EFFICIENT ELEMENTARY ART SCHOOL BUILDING

PŘÍLOHA

D.4.6.1 KONCEPČNÍ STUDIE CHLAZENÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Kateřina Šplíchalová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Olga Rubinová, Ph.D

BRNO 2024

OBSAH

D.4.6.1	KONCEPČNÍ STUDIE CHLAZENÍ.....	3
1.1	Zjednodušený výpočet tepelné zátěže.....	3
1.2	Návrh zdroje chladu	6
1.3	Návrh akumulačního zásobníku k zajištění minimálního objemu chladicí vody.....	10
1.4	Seznam podkladů	11

D.4.6.1 KONCEPČNÍ STUDIE CHLAZENÍ

Jako zdroj chladu jsou navržena tři tepelná čerpadla země-voda značky Vitocal.

1.1 Zjednodušený výpočet tepelné zátěže

$$Q_o = A_i \cdot I_i \cdot s_1 \cdot s_2 \quad (1)$$

Kde je: Q_o	[W]	tepelný zisk otvory
A_i	[m ²]	plocha otvorů
I_i	[W]	intenzita sluneční radiace
s_1	[-]	stínící součinitel (žaluzie)
s_2	[-]	stínící součinitel (trojsklo)

$$Q_k = A_i \cdot U_i \cdot (t_e - t_i) \quad (2)$$

Kde je: Q_k	[W]	tepelný zisk konstrukcemi
A_i	[m ²]	plocha konstrukce
U_i	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]	součinitel prostupu tepla konstrukce
t_e	[°C]	teplota exteriéru (32 °C)
t_i	[°C]	teplota interiéru (26 °C)

$$Q_{os,celk} = n \cdot Q_{os} \quad (3)$$

Kde je: $Q_{os,celk}$	[W]	tepelná zátěž od lidí
Q_{os}	[W·osoba ⁻¹]	tepelná zátěž na osobu
n	[-]	počet osob

$$Q_{tech} = n \cdot P_i \quad (4)$$

Kde je: Q_{tech}	[W]	tepelná zátěž od technologií
P	[W]	výkon zařízení
n	[-]	počet zařízení

$$Q_{pok,celk} = n \cdot Q_{pok} \quad (5)$$

Kde je: $Q_{pok,celk}$	[W]	tepelný zisk od pokrmů
Q_{pok}	[W·pokrm ⁻¹]	tepelný zisk od jednoho pokrmu
n	[-]	počet pokrmů

$$Q_{sv,celk} = n \cdot Q_{sv} \quad (6)$$

Kde je: $Q_{sv,celk}$	[W]	tepelná zátěž od svítidel
Q_{sv}	[W·m ⁻²]	tepelná zátěž svítidel na m ²
A_i	[m ²]	plocha místnosti

$$Q_{celk} = \sum Q_i \quad (7)$$

Výpočet tepelné zátěže se vztahuje pouze na místnosti se vzduchotechnickým zařízením č. 1.

Tabulka 1: Tepelné zisky sluneční radiací

Orientace	Čas												
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
SV	287	361	321	217	135	139	141	139	130	117	100	78	53
JV	180	335	452	511	506	437	316	185	130	117	100	78	53
JZ	53	78	100	117	130	185	316	437	506	511	452	335	180
SZ	53	78	100	117	130	139	141	139	135	217	321	361	287

Tabulka 2: Tepelná zátěž konstrukcemi

Ozn.	Poloha	Zisk od slunce	Plocha otvorů	Stínící součinitel žaluzie	Stínící součinitel trojsklo	Zisk otvory	Plocha kce	Prostup tepla kce	Rozdíl teplot	Zisk kce	Zisk celkem
		[W]	[m ²]	[-]	[-]	[W]	[m ²]	[W·m ⁻² ·K ₁]	[°C]	[W]	[W]
1.04	JZ	506	3,00	0,15	0,50	114	15,59	0,158	6	15	168
	JV	130	3,00	0,15	0,50	29	10,71	0,158	6	10	
1.05	JV	511	3,00	0,15	0,50	115	10,81	0,158	6	10	125
1.07	JV	511	3,00	0,15	0,50	115	10,81	0,158	6	10	125
1.08	JV	511	3,00	0,15	0,50	115	10,81	0,158	6	10	125
1.09	JV	511	6,00	0,15	0,50	230	21,63	0,158	6	21	250
2.03	JZ	506	3,00	0,15	0,50	114	14,50	0,158	6	14	176
	JV	130	3,00	0,15	0,50	29	9,90	0,158	6	9	
	Stř.						14,11	0,115	6	10	
2.04	JV	511	3,00	0,15	0,50	115	10,00	0,158	6	9	134
	Stř.						14,22	0,115	6	10	
2.06	JV	511	3,00	0,15	0,50	115	10,00	0,158	6	9	134
	Stř.						14,22	0,115	6	10	
2.07	JV	511	3,00	0,15	0,50	115	10,00	0,158	6	9	134
	Stř.						14,22	0,115	6	10	
2.08	JV	511	6,00	0,15	0,50	230	20,00	0,158	6	19	269
	Stř.						28,44	0,115	6	20	
2.09	JZ	100	6,00	0,15	0,50	45	22,00	0,158	6	21	382
	JV	452	6,00	0,15	0,50	203	21,00	0,158	6	20	
	SV	321	0,00	0,15	0,50	0	44,00	0,158	6	42	
	Stř.						74,25	0,115	6	51	
2.11	SV	78	0,00	0,15	0,50	0	17,50	0,158	6	17	319
	SZ	361	9,00	0,15	0,50	244	30,50	0,158	6	29	
	Stř.						43,20	0,115	6	30	

Tabulka 3: Tepelná zátěž od lidí

Ozn.	Počet osob [ks]	Zátěž na osoby [W·osoba ⁻¹]	Celková zátěž na osoby [W]
1.04	10	80	800
1.05	3	80	240
1.07	3	80	240
1.08	3	80	240
1.09	3	80	240
2.03	3	80	240
2.04	3	80	240
2.06	3	80	240
2.07	3	80	240
2.08	3	100	300
2.09	21	80	1680
2.11	17	80	1360

Tabulka 4: Celková tepelná zátěž místností

Ozn.	Konstrukce [W]	Osoby [W]	Celkem [W]	Celkem [kW]
1.04	168	800	968	0,97
1.05	125	240	365	0,37
1.07	125	240	365	0,37
1.08	125	240	365	0,37
1.09	250	240	490	0,49
2.03	176	240	416	0,42
2.04	134	240	374	0,37
2.06	134	240	374	0,37
2.07	134	240	374	0,37
2.08	269	300	569	0,57
2.09	382	1680	2062	2,06
2.11	319	1360	1679	1,68
		Celkem	8403	8,40

Tepelná zátěž zbývajících místností je 42,70 kW.

1.2 Návrh zdroje chladu

$$Q_{VZT} = V_p \cdot \rho \cdot c \cdot (t_e - t_{VZT}) \quad (8)$$

Kde je: Q_{VZT}	[W]	výkon chladičů VZT jednotky
V_p	[m ³ ·h ⁻¹]	odvod a přívod vzduchu z místnosti
ρ	[kg·m ⁻³]	hustota vzduchu
c	[J·(kg·K) ⁻¹]	měrná tepelná kapacita vzduchu
t_e	[°C]	teplota exteriéru
t_i	[°C]	teplota přiváděná do místnosti

$$Q_{VZT,1} = 2400 \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (32 - 24) \cdot 3600^{-1} = 6,47 \text{ kW}$$

$$Q_{VZT,2} = 5300 \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (32 - 24) \cdot 3600^{-1} = 14,27 \text{ kW}$$

$$Q_{VZT,3} = 1900 \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (32 - 24) \cdot 3600^{-1} = 5,12 \text{ kW}$$

$$Q_{zdr} = (Q_{mist} + Q_{VZT}) \cdot s \quad (9)$$

Kde je: Q_{zdr}	[W]	potřebný výkon zdroje chladu
s	[-]	součinitel současnosti

$$Q_{zdr} = (8,40 + 42,70 + 6,47 + 14,27 + 5,12) \cdot 1 = 76,96 \text{ kW}$$

Tabulka 5: Návrh chladícího zřízení

Č. MÍSTNOSTI	NÁZEV	Potřebný výkon [kW]	OZNAČENÍ VÝÚSTKY	ROZMĚR [mm]		POČET [ks]	CHLADÍCÍ VÝKON [kW]	CELKOVÝ CHLADÍCÍ VÝKON [kW]
				A	B			
1.04	Čekárna	0,97	GEA Cassette-Geko Single, řada 0	822	822	1	1,5	1,5
1.05	Kabinet č.1	0,37	GEA Cassette-Geko Big Single, řada 0	822	822	1	1,5	1,5
1.07	Smyčcové nástroje	0,37	GEA Cassette-Geko Single, řada 0	822	822	1	1,5	1,5
1.08	Drnkací nástroje	0,37	GEA Cassette-Geko Single, řada 0	822	822	1	1,5	1,5
1.09	Úderné nástroje	0,49	GEA Cassette-Geko Single, řada 0	822	822	1	1,5	1,5
2.03	Kabinet č.2	0,42	GEA Cassette-Geko Single, řada 0	822	822	1	1,5	1,5
2.04	Kabinet č.3	0,37	GEA Cassette-Geko Single, řada 0	822	822	1	1,5	1,5
2.06	Náhradní učebna	0,37	GEA Cassette-Geko Single, řada 0	822	822	1	1,5	1,5
2.07	Dechové nástroje	0,37	GEA Cassette-Geko Single, řada 0	822	822	1	1,5	1,5
2.08	Bicí nástroje	0,57	GEA Cassette-Geko Single, řada 0	822	822	1	1,5	1,5
2.09	Výtvarná umění	2,06	GEA Cassette-Geko Single, řada 0	822	822	2	1,8	3,6
2.11	Nauka	1,68	GEA Cassette-Geko Single, řada 0	822	822	2	1,5	3
Celkem							21,6	

Tabulka 6: Návrh chladícího zařízení

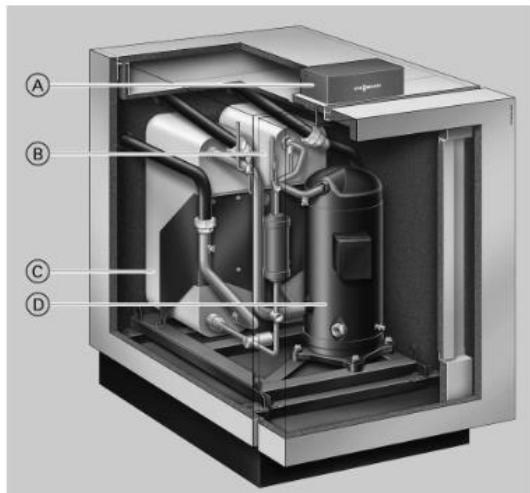
Odhad výkonu fancoilů pro zbytek budovy		
Popis	Tepelný zisk [kW]	Výkon fancoilů [kW]
Místnosti se VZT č.1	11,95	21,60
Místnosti se VZT č.2 a č.3	42,70	109,77



Obrázek 1: GEA Cassette-Geko

Zdroj chladu

Navrhuji dvě tepelná čerpadla země-voda z řady Vitocal 300-G, typ BW 301.A45 a jedno tepelné čerpadlo Vitocal 300-G, typ BW 301.A21

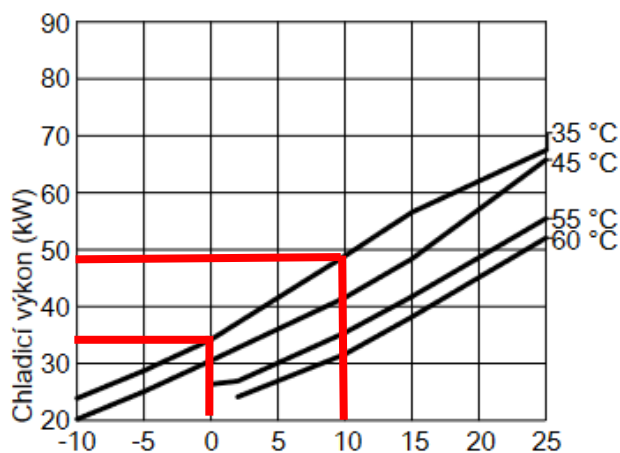


- Ⓐ Ekvitermně řízená digitální regulace tepelného čerpadla Vitotronic 200
- Ⓑ Kondenzátor
- Ⓒ Výparník
- Ⓓ Hermetický kompresor Compliant Scroll

Obrázek 2: Tepelné čerpadlo Vitocal 300-G

Charakteristiky čerpadla Vitocal 300-G, typ BW 301.A45 (TČ 2, TČ 3)

Graf 1: Výkon tepelného čerpadla

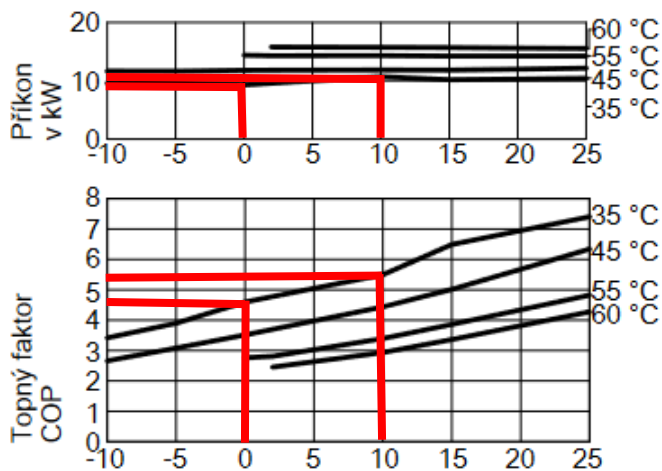


35 °C – chladicí výkon se pohybuje od 34,20 kW do 48,90 kW.

Navržena byla dvě čerpadla, jejich výkon je tedy celkem od 68,40 kW do 97,80 kW.

Pracovní bod	W B	°C °C	35				
			-5	0	2	10	15
Topný výkon		kW	37,75	42,80	46,02	58,90	66,05
Chladicí výkon		kW	28,75	34,20	37,14	48,90	56,59
Elektrický příkon		kW	9,67	9,28	9,56	10,70	10,17
Topný faktor ϵ (COP)			3,90	4,60	4,78	5,50	6,49

Graf 2: Příkon a topný faktor tepelného čerpadla



35 °C – elektrický příkon se pohybuje od 9,28 kW do 10,70 kW.

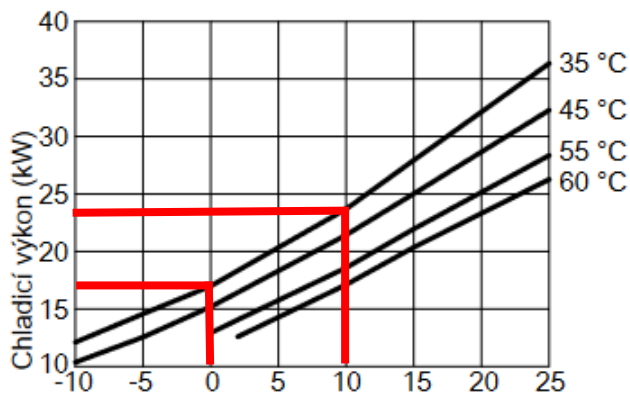
Navržena byla dvě čerpadla, jejich příkon je tedy od 18,56 kW do 21,40 kW.

35 °C – topný faktor COP se pohybuje od 4,60 kW do 5,5 kW.

Navržena byla dvě čerpadla, jejich topný faktor je tedy celkem od 9,20 kW do 11,00 kW.

Charakteristiky čerpadla Vitocal 300-G, typ BW 301.A21 (TČ 4)

Graf 3: Výkon tepelného čerpadla



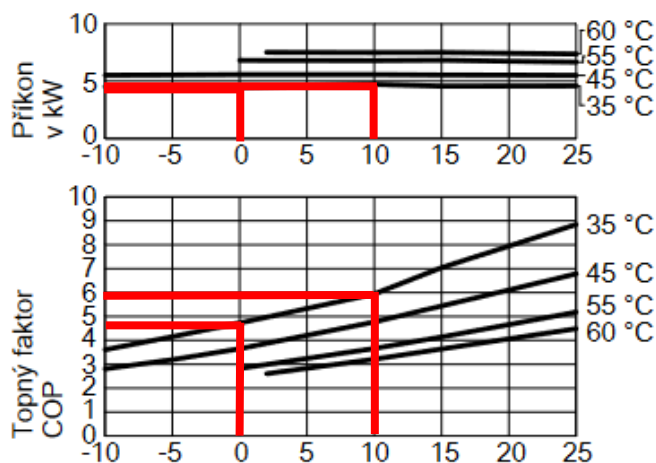
35 °C – chladicí výkon se pohybuje od 17,00 kW do 23,70 kW.

Spolu se dvěma předchozími tepelnými čerpadly dosahují chladícího výkonu od 85,40 kW do 121,50 kW.

(potřeba je 76,96 kW)

Pracovní bod	W B	°C °C	35				
			-5	0	2	10	15
Topný výkon		kW	18,79	21,20	22,58	28,10	32,19
Chladicí výkon		kW	14,58	17,00	18,34	23,70	27,95
Elektrický příkon		kW	4,52	4,48	4,53	4,73	4,57
Topný faktor ϵ (COP)			4,15	4,73	4,97	5,94	7,05

Graf 4: Příkon a topný faktor tepelného čerpadla



35 °C – elektrický příkon se pohybuje od 4,48 kW do 4,73 kW.

Spolu se dvěma předchozími tepelnými čerpadly dosahují příkonu od 23,04 kW do 26,13 kW.

35 °C – topný faktor COP se pohybuje od 4,7 kW do 5,94 kW.

Spolu se dvěma předchozími tepelnými čerpadly dosahují topného faktoru od 13,90 kW do 16,94 kW.

1.3 Návrh akumulčního zásobníku k zajištění minimálního objemu chladící vody

$$V_a = k \cdot Q_{SU} \quad (10)$$

Kde je:

k	[-]	konstanta
Q_{SU}	[kW]	chladící výkon tepelného čerpadla
V_a	[l]	akumulační objem

$$V_a = 20 \cdot 76,96 = 1\,539 \text{ l}$$

Byla navržena jedna akumulční nádrž LSX 175 d1000 0V o objemu 1750 l.

$\varnothing = 1000 \text{ mm}$

$H = 2325 \text{ mm}$



Obrázek 3: LSX 175 d1000 0V

1.4 Seznam podkladů

Pro zpracování projektové dokumentace bylo použito zejména následujících podkladů:

- Výukové materiály do předmětu NHA061 – Inteligentní budovy, VUT fakulta stavební
- Technický list tepelného čerpadla Vitocal 300-G



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKY ÚSPORNÁ BUDOVA ZÁKLADNÍ UMĚLECKÉ ŠKOLY

ENERGY-EFFICIENT ELEMENTARY ART SCHOOL BUILDING

PŘÍLOHA

D.4.7.1 KONCEPČNÍ STUDIE
FOTOVOLTAIKY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Kateřina Šplíchalová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Olga Rubinová, Ph.D

BRNO 2024

OBSAH

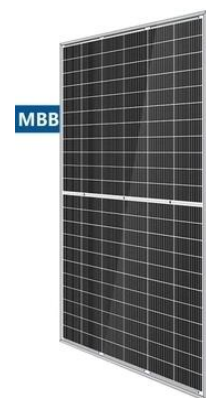
D.4.7.1	KONCEPČNÍ STUDIE FOTOVOLTAIKY	3
1.1	Parametry vybraného fotovoltaického panelu	3
1.2	Spotřeba elektrické energie	3
1.2.1	Denní spotřeba elektrické energie spotřebiči a zařízeními	3
1.2.2	Denní profil spotřeby elektrické energie	4
1.3	Výroba elektrické energie	5
1.3.1	Dopadající sluneční záření	5
1.3.2	Denní bilance spotřeb a výroby elektrické energie	6
1.3.3	Průměrná měsíční sluneční energie	9
1.4	Celoroční bilance objektu	9
1.5	Uspořádání fotovoltaických panelů na střeše.....	11
1.5.1	Výpočet vzdálenosti mezi panely	11
1.6	Využití přebytků energie	12
1.6.1	Zužitkování elektrické energie v budově	12
1.6.2	Zužitkování elektrické energie mimo budovu	12
1.6.3	Uložení ve formě elektrické energie.....	12
1.6.4	Uložení ve formě tepla	12
1.6.5	Seznam podkladů.....	13

D.4.7.1 KONCEPČNÍ STUDIE FOTOVOLTAIKY

Byly navrženy fotovoltaické panely LEAPTON 650Wp. Jedná se o monokrystalické panely, které jsou umístěny na střeše budovy a je jich 35 kusů. Rozměr těchto panelů je 2384 x 1303 mm.

1.1 Parametry vybraného fotovoltaického panelu

η_{ref} [%]	referenční účinnost panelu	$\eta_{ref} = 20,92 \%$
γ [%·K ⁻¹]	teplotní součinitel výkonu	$\gamma = -0,36 \%$ ·K ⁻¹
NOCT [°C]	nominální operační teplota	NOCT = 41 ± 3 °C
$\Delta\eta_G$ [%]		$\Delta\eta_G = 4 \%$



1.2 Spotřeba elektrické energie

1.2.1 Denní spotřeba elektrické energie spotřebiči a zařízeními

Tabulka 1: Příkon za jednotlivé spotřebiče

Zařízení	Zima [W]	Léto [W]	Současnost [-]	Zima [W]	Léto [W]
Vzduchotechnika č.1	5000	5000	1,0	5000	5000
Vzduchotechnika č.2	6600	6600	1,0	6600	6600
Vzduchotechnika č.3	5000	5000	1,0	5000	5000
Tepelné čerpadlo č.1	6820	6820	0,7	4774	4774
Tepelné čerpadlo č.2	14380	10700	0,7	10066	7490
Tepelné čerpadlo č.3	14380	10700	0,7	10066	7490
Tepelné čerpadlo č.4	4730	4730	0,7	3311	3311
Fancoil	0	750	0,9	0	675
Osvětlení	9550	4775	0,6	5730	2865
Výtah	5000	5000	0,1	500	500
Lednice	90	90	1,0	90	90
Sporák indukční	3500	3500	0,1	350	350
TV a jiné spotřebiče	500	500	0,3	150	150
Myčka	1950	1950	0,2	390	390
Rychlovarná konvice	2000	2000	0,1	200	200
Celkem [kW]				52,23	44,89

1.2.2 Denní profil spotřeby elektrické energie

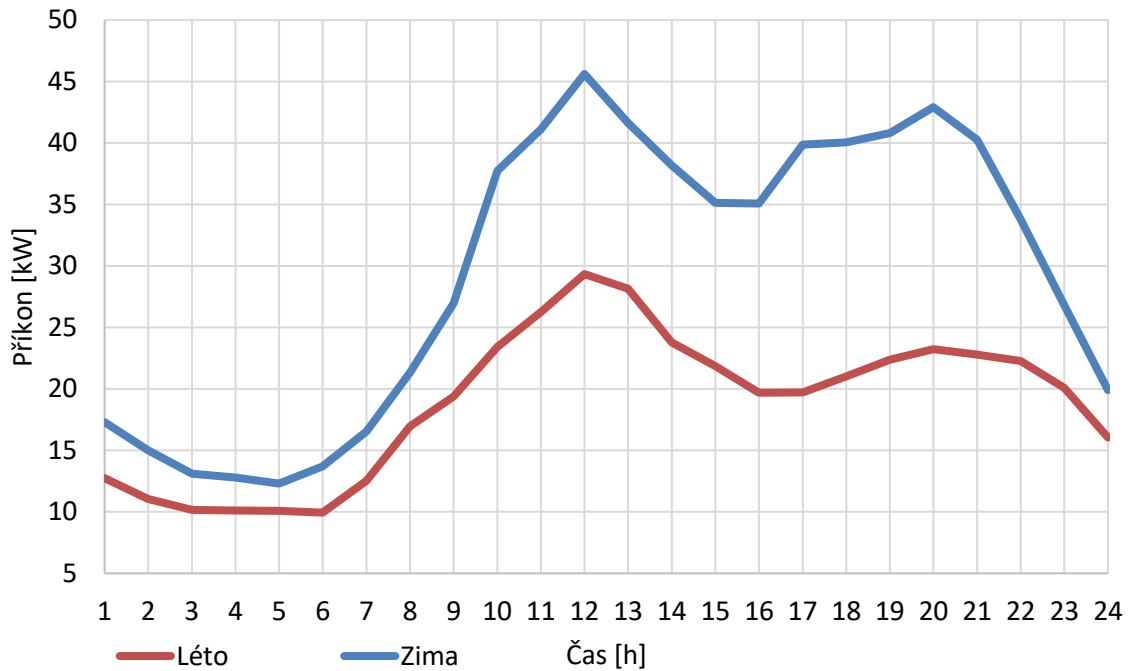
Diagram dodávek elektřiny typu TD4 – domácnost bez tepelného využití elektřiny

Tabulka 2: Denní profil spotřeby elektrické energie v červnu a prosinci

Den:	15. června 2019	
Hodina	TDD4 ČR	Soudobý příkon [kW]
		44,89
1	0,28393	12,74
2	0,24619	11,05
3	0,22651	10,17
4	0,22511	10,10
5	0,22482	10,09
6	0,22138	9,94
7	0,27888	12,52
8	0,37801	16,97
9	0,43172	19,38
10	0,52164	23,41
11	0,58456	26,24
12	0,65365	29,34
13	0,62725	28,15
14	0,52948	23,77
15	0,48667	21,84
16	0,43855	19,68
17	0,43933	19,72
18	0,46844	21,03
19	0,49820	22,36
20	0,51756	23,23
21	0,50774	22,79
22	0,49581	22,25
23	0,44749	20,09
24	0,35753	16,05
	Celkem	452,91

Den:	15. prosince 2019	
Hodina	TDD4 ČR	Soudobý příkon [kW]
		52,23
1	0,33121	17,30
2	0,28706	14,99
3	0,25068	13,09
4	0,24494	12,79
5	0,23548	12,30
6	0,26223	13,70
7	0,31687	16,55
8	0,40832	21,33
9	0,51591	26,94
10	0,72274	37,75
11	0,78718	41,11
12	0,87343	45,62
13	0,79746	41,65
14	0,73107	38,18
15	0,67259	35,13
16	0,67188	35,09
17	0,76344	39,87
18	0,76707	40,06
19	0,78145	40,81
20	0,82154	42,91
21	0,77069	40,25
22	0,64668	33,77
23	0,51323	26,80
24	0,38079	19,89
	Celkem	707,88

Graf 1: Denní profil spotřeby elektrické energie



1.3 Výroba elektrické energie

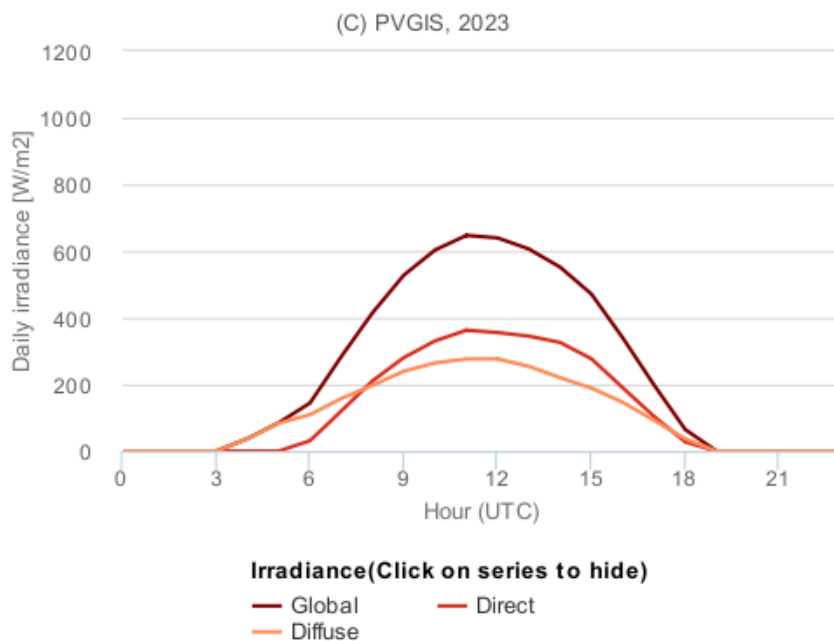
1.3.1 Dopadající sluneční záření

Azimut vůči jihu = 45°

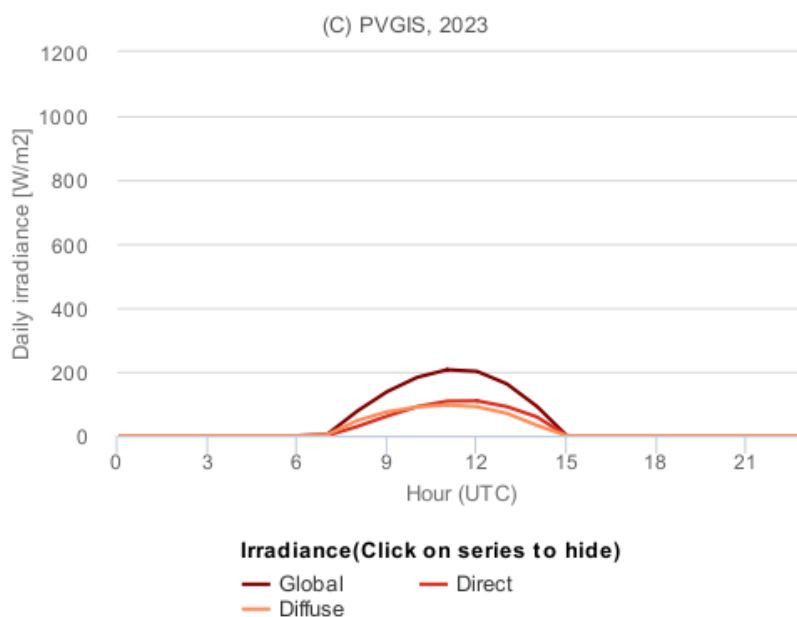
Sklon fotovoltaických panelů = 30°

Hodnoty převzaty z PVGIS

Graf 2: Dopadající denní sluneční záření v červnu



Graf 3: Dopadající denní sluneční záření v prosinci



1.3.2 Denní bilance spotřeb a výroby elektrické energie

Účinnost panelů:

$$\eta = \eta_{jm} \cdot \eta_{op} \quad (1)$$

Kde je: η	[-]	účinnost přeměny
η_{jm}	[-]	jmenovitá účinnost panelu
η_{op}	[-]	optická účinnost

$$\eta = 0,21 \cdot 0,9 = 0,189$$

Energie vyrobená jedním panelem:

$$Q_1 = \eta \cdot A_i \cdot I_e \quad (2)$$

Kde je: Q_1	[W·h ⁻¹]	energie vyrobená jedním panelem
A_i	[m ²]	plocha panelu
I_e	[W·m ⁻²]	intenzita slunečního záření

$$I_e = 5,8 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$Q_1 = 0,189 \cdot 3 \cdot 5,8 = 3,29 \text{ kW} \cdot \text{h}^{-1}$$

Počet panelů:

$$\eta = \frac{Q_{celk}}{Q_1} \quad (3)$$

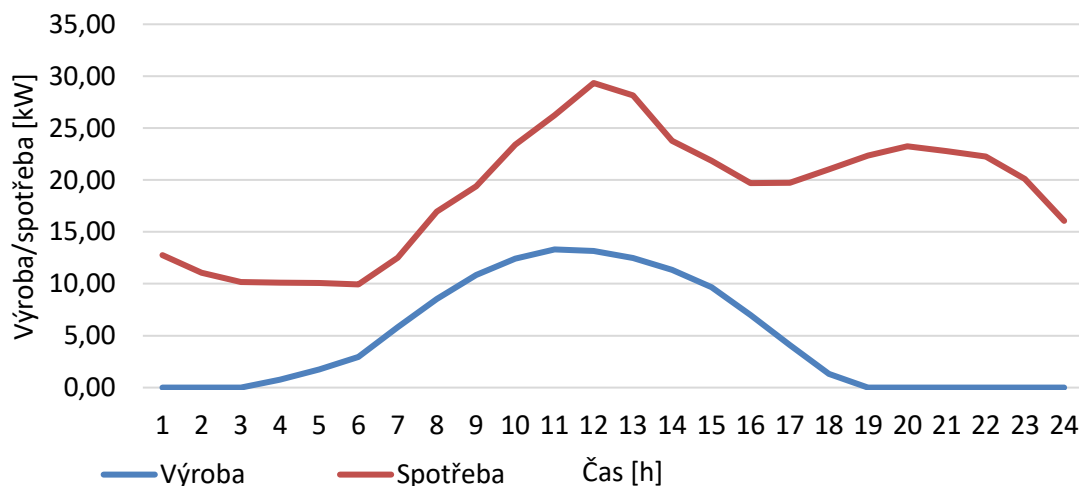
Kde je: η	[ks]	počet panelu
Q_{celk}	[W·h ⁻¹]	denní profil spotřeby elektrické energie

$$\eta = \frac{707,88}{3,29} = 216 \text{ ks} \Rightarrow \text{bylo navrženo 35 panelů}$$

Tabulka 3: Denní bilance spotřeb – červen

Plocha panelů = 3,11 m ²		3,11 · 35 · 0,189 = 20,57			
Počet panelů = 35 ks					
Účinnost panelů = 0,189					
Den:	15. června 2019				
Hodina	Spotřeba [kW]	Výkon [W·m ²]	Výroba [kW]	Přímá spotřeba [kW]	Akumulace [kW]
1	12,74	0,00	0,00	0,00	0,00
2	11,05	0,00	0,00	0,00	0,00
3	10,17	0,00	0,00	0,00	0,00
4	10,10	37,23	0,77	0,77	0,00
5	10,09	84,87	1,75	1,75	0,00
6	9,94	144,09	2,96	2,96	0,00
7	12,52	283,39	5,83	5,83	0,00
8	16,97	414,85	8,53	8,53	0,00
9	19,38	527,82	10,86	10,86	0,00
10	23,41	603,27	12,41	12,41	0,00
11	26,24	647,00	13,31	13,31	0,00
12	29,34	639,46	13,16	13,16	0,00
13	28,15	606,19	12,47	12,47	0,00
14	23,77	551,74	11,35	11,35	0,00
15	21,84	470,92	9,69	9,69	0,00
16	19,68	339,70	6,99	6,99	0,00
17	19,72	198,29	4,08	4,08	0,00
18	21,03	64,61	1,33	1,33	0,00
19	22,36	0,00	0,00	0,00	0,00
20	23,23	0,00	0,00	0,00	0,00
21	22,79	0,00	0,00	0,00	0,00
22	22,25	0,00	0,00	0,00	0,00
23	20,09	0,00	0,00	0,00	0,00
24	16,05	0,00	0,00	0,00	0,00
Celkem	452,91	5613,43	115,48	115,48	0,00

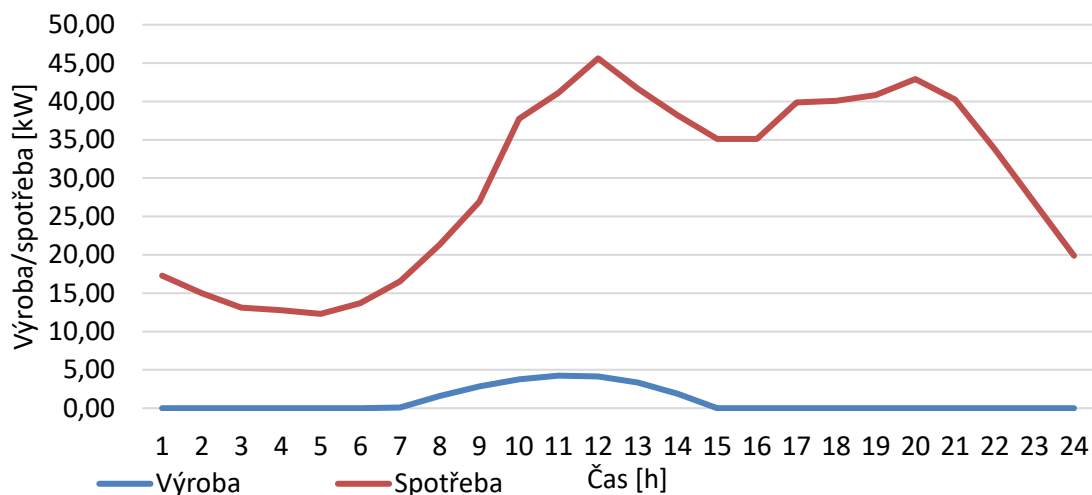
Graf 4: Denní profil výroby a spotřeby - červen



Tabulka 4: Denní bilance spotřeb – prosinec

Plocha panelů = 3,11 m²		3,11 · 35 · 0,189 = 20,57			
Počet panelů = 35 ks					
Účinnost panelů = 0,189					
Den:	15. prosince 2019				
Hodina	Spotřeba [kW]	Výkon [W·m³]	Výroba [kW]	Přímá spotřeba [kW]	Akumulace [kW]
1	17,30	0,00	0,00	0,00	0,00
2	14,99	0,00	0,00	0,00	0,00
3	13,09	0,00	0,00	0,00	0,00
4	12,79	0,00	0,00	0,00	0,00
5	12,30	0,00	0,00	0,00	0,00
6	13,70	0,00	0,00	0,00	0,00
7	16,55	4,12	0,08	0,08	0,00
8	21,33	76,89	1,58	1,58	0,00
9	26,94	137,88	2,84	2,84	0,00
10	37,75	182,54	3,76	3,76	0,00
11	41,11	206,37	4,25	4,25	0,00
12	45,62	201,30	4,14	4,14	0,00
13	41,65	162,02	3,33	3,33	0,00
14	38,18	91,92	1,89	1,89	0,00
15	35,13	0,00	0,00	0,00	0,00
16	35,09	0,00	0,00	0,00	0,00
17	39,87	0,00	0,00	0,00	0,00
18	40,06	0,00	0,00	0,00	0,00
19	40,81	0,00	0,00	0,00	0,00
20	42,91	0,00	0,00	0,00	0,00
21	40,25	0,00	0,00	0,00	0,00
22	33,77	0,00	0,00	0,00	0,00
23	26,80	0,00	0,00	0,00	0,00
24	19,89	0,00	0,00	0,00	0,00
Celkem	707,88	1063,04	21,87	21,87	0,00

Graf 5: Denní profil výroby a spotřeby - prosinec



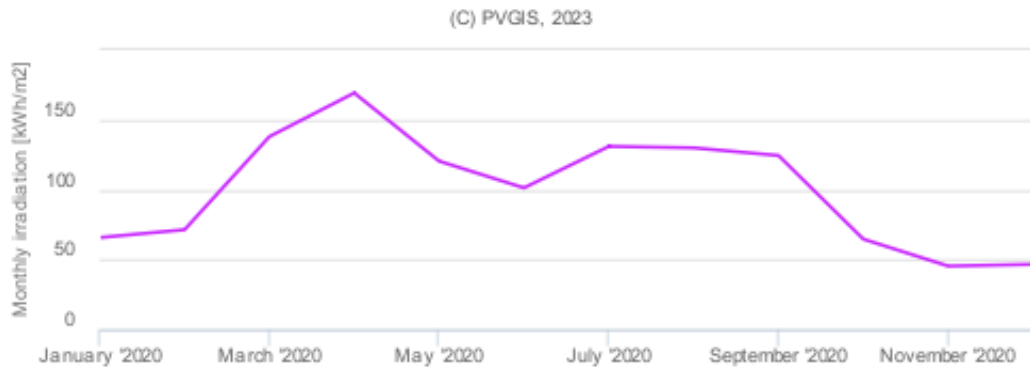
1.3.3 Průměrná měsíční sluneční energie

Azimut vůči jihu = 45°

Sklon fotovoltaických panelů = 30°

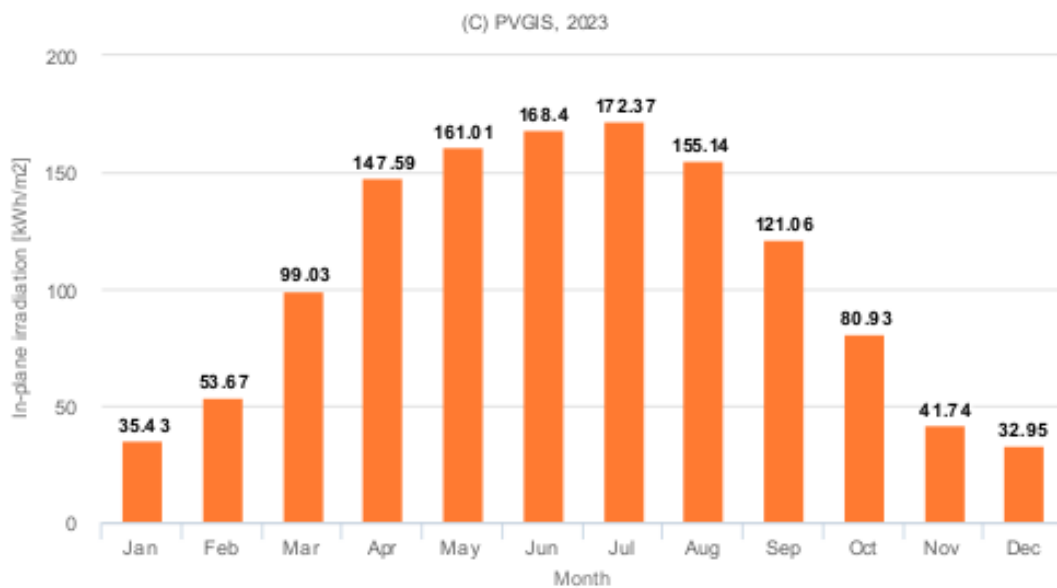
Hodnoty převzaty z PVGIS

Graf 6: Měsíční sluneční radiace



1.4 Celoroční bilance objektu

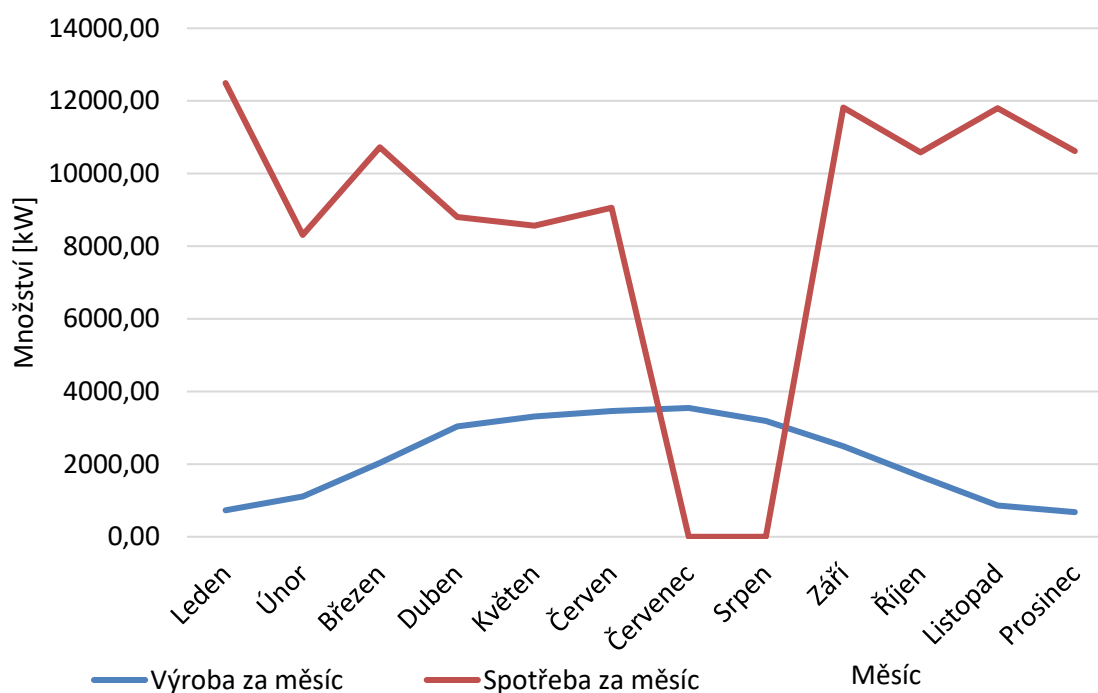
Graf 7: Měsíční sluneční radiace



Tabulka 5: Měsíční bilance spotřeb – plánovaný stav

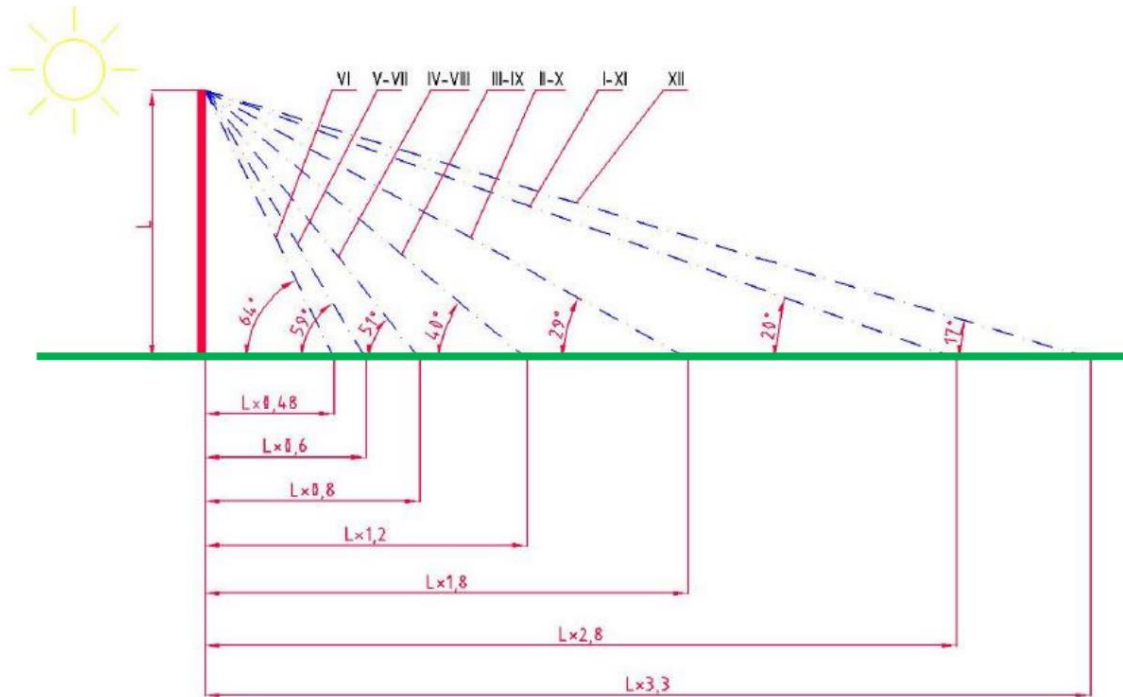
Plocha panelů = 3,11 m ²			3,11 · 35 · 0,189 = 20,57					
Počet panelů = 35 ks								
Účinnost panelů = 0,189								
	Počet dnů (pracovních)	Energie dopadajícího záření	Účinnost FV panelů	Výroba za měsíc	Spotřeba za měsíc	Stupeň pokrytí v měsíci	Pokrytá potřeba	Nutno dokoupit
		[kW·h·m ⁻²]	[%]	[kW·h]	[kW·h]	[%]	[kW·h]	[kW·h]
Leden	21	35,43	0,189	728,89	12492,88	6	728,889	11763,99
Únor	14	53,67	0,189	1104,13	8309,41	13	1104,134	7205,27
Březen	21	99,03	0,189	2037,31	10726,33	19	2037,31	8689,02
Duben	19	147,59	0,189	3036,32	8801,21	34	3036,317	5764,89
Květen	21	161,01	0,189	3312,40	8563,44	39	3312,402	5251,04
Červen	20	168,40	0,189	3464,43	9058,197	38	3464,434	5593,76
Červenec	0	172,37	0,189	3546,11	0,00	-	-	-
Srpen	0	155,14	0,189	3191,64	0,00	-	-	-
Září	21	121,06	0,189	2490,53	11817,27	21	2490,525	9326,74
Říjen	22	80,93	0,189	1664,94	10582,18	16	1664,945	8917,24
Listopad	21	41,74	0,189	858,70	11798,44	7	858,7024	10939,74
Prosinec	15	32,95	0,189	677,87	10618,22	6	677,8688	9940,36
Celkem		1269,32		26113,28	102767,57	20	19375,53	83392,05

Graf 8: Měsíční profil výroby a spotřeby – plánovaný stav



1.5 Uspořádání fotovoltaických panelů na střeše

1.5.1 Výpočet vzdálenosti mezi panely



Obrázek 1: Úhel zastínění

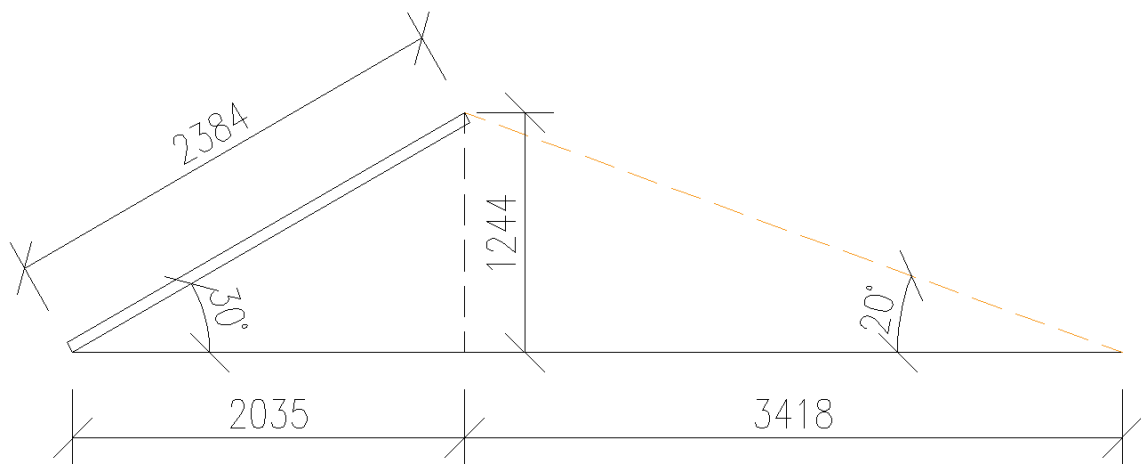
Parametry panelů:

Úhel = 30°

Výška = 2384 mm

Šířka = 1303 mm

Minimální vzdálenost mezi panely při sklonu slunce 30° je 2,5 m.



Obrázek 2: Úhel zastínění

1.6 Využití přebytků energie

Jedná se o budovu základní umělecké školy, můžeme tedy říct, že o víkendech, státních svátcích a školních prázdninách nedochází většinou ke spotřebě energie. Otázkou tedy zůstává, jak naložit s energií získanou fotovoltaickými panely v těchto dnech.

1.6.1 Zužitkování elektrické energie v budově

Provoz ZUŠ v letních měsících

Budova základní umělecké školy bude v létě sloužit ke konání táborů, koncertů a různých shromáždění, bude tedy docházet k určité výkyvové spotřebě elektrické energie.

1.6.2 Zužitkování elektrické energie mimo budovu

Prodání energie zprostředkovateli

Přebytečná energie bude poskytnuta zprostředkovateli (například ČEZ), ten ji buď rovnou vykoupe, nebo nabídne sníženou cenu energie o stejné kapacitě odebírané ze sítě.

Komunitní hospodaření s energií

V červnu 2023 byla schválena novela zákona, která umožní vyrobenou energii přesunout z jednoho místa do druhého – například na chatu. Je zde také možnost získanou energii poskytnout sousedovi či jinam.

1.6.3 Uložení ve formě elektrické energie

Akumulačních baterie

Dle přebytečné vyrobené energie budou navrženy akumulční baterie o potřebné kapacitě. V letních měsících by byla potřeba baterie o paměti cca 400 kWh, jedná se o energii vyrobenou za dva víkendové dny. O letních prázdninách by se jednalo o velmi velké množství elektrické energie, z těchto důvodů je pořízení akumulčních baterií pro letní měsíce nevhodné a nerealizovatelné.

1.6.4 Uložení ve formě tepla

Teplá voda

Přebytky energie budou nahřívat vodu, ta bude uložena v zásobníku.

Písek

Problematika uložení energie je dnes stále nevyřešená a vzniká mnoho alternativních řešení. Jedním z těchto řešení je i nápad ukládat energii do písku. Písek ve speciální tepelně izolované nádobě dokáže zachovat energii ve formě tepla do určité teploty, aniž by došlo k přeměně na sklo. Při přebytku energie se písek ohřívá, při nedostatku se z písku energie získává zpět.

1.6.5 Seznam podkladů

Pro zpracování projektové dokumentace bylo použito zejména následujících podkladů:

- Výukové materiály do předmětu NHA061 – Inteligentní budovy, VUT fakulta stavební
- PVGIS – joint-research-centre.ec.europa.eu



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKY ÚSPORNÁ BUDOVA ZÁKLADNÍ UMĚLECKÉ ŠKOLY

ENERGY-EFFICIENT ELEMENTARY ART SCHOOL BUILDING

PŘÍLOHA

E DOPLŇUJÍCÍ VÝPOČTY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Kateřina Šplíchalová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Olga Rubinová, Ph.D

BRNO 2024

OBSAH

E	DOPLŇUJÍCÍ VÝPOČTY.....	3
1.1	Orientační rozměry ŽB stropních desek	3
1.2	Orientační rozměry základů.....	4
1.3	Počet parkovacích míst.....	6
1.4	Výpočet schodiště.....	7

E DOPLŇUJÍCÍ VÝPOČTY

1.1 Orientační rozměry ŽB stropních desek

Desky	Výška desky	Minimální výška
desky působící v jednom směru: prostě uložené spojité nebo vetknuté	$h = L/25 \sim L/20$ $h = L/35 \sim 1/30$	60 mm ... pro $L \leq 1$ m 70 mm ... pro $1 < L \leq 1.5$ m

Strop nad 1.NP

D1	Předpjatý stropní panel Sprill		h = 320 mm
D2, D3, D4, D11, D12	Železobetonová deska L = 3000 mm	h = 85 ~ 100 mm	h = 200 mm
D5, D6, D7, D13, D14, D15, D16	Železobetonová deska L = 4000 mm	h = 114 ~ 133 mm	h = 200 mm
D8	Železobetonová deska L = 6500 mm	h = 185 ~ 216 mm	h = 200 mm
D9	Železobetonová deska L = 4500 mm	h = 128 ~ 150 mm	h = 200 mm
D10	Železobetonová deska L = 1250 mm	h = 36 ~ 42 mm	h = 200 mm

Strop nad 2.NP

D1	Železobetonová deska L = 5200 mm	h = 149 ~ 173 mm	h = 200 mm
D2	Železobetonová deska L = 3000 mm	h = 85 ~ 100 mm	h = 200 mm
D3, D4, D5, D7, D8, D9	Železobetonová deska L = 4000 mm	h = 114 ~ 133 mm	h = 200 mm
D6	Železobetonová deska L = 6250 mm	h = 179 ~ 208 mm	h = 200 mm

1.2 Orientační rozměry základů

ZATÍŽENÍ					
Podlaha	Jednoplášťová plochá střecha	Beton	Sněhová oblast - I.	Zatížení užité	Hlíny písčité
kN/m ²	kN/m ²	kN/m ³	kN/m ²	kN/m ²	Mpa
1,3	0,5	25	0,7	4	1

POPIS	ROZMĚRY					TÍHA			POČET	SOUČET kN
	VÝPOČET			VÝMĚRA		JEDNOTKOVÁ		CELKOVÁ		
	m			m ²	m ³	kN/m ²	kN/m ³	kN		
PODLAHA (1,3 kN/m ²)	3,500	0,180	1 bm	3,50		1,30		4,55	2	9,10
ŽB DESKA STROP (25 kN/m ³)	3,750	0,200	1 bm		0,75		25	18,75	2	37,50
STŘECHA (0,5 kN/m ²)	3,750	0,500	1 bm	3,75		0,50		1,88	1	1,88
ZDIVO (20 kN/m ³)	0,250	4,225	1 bm		1,06		20	21,13	2	42,25
ŽB DESKA ZÁKLADY (25 kN/m ³)	3,750	0,150	1 bm		0,56		25	14,06	1	14,06
ODHAD ZÁKLAD (500 x 600 mm)	0,500	0,600	1 bm		0,30		25	7,50	1	7,50
STÁLÉ ZATÍŽENÍ (mezisočet)										112,29
OMÍTKY, PŘÍČKY atd. (odhad 15% z předchozího stálého zatížení)								15%	112,29	16,84
STÁLÉ ZATÍŽENÍ CELKEM										129,13
ZATÍŽENÍ UŽITNÉ (4 kN/m ²)	3,500		1 bm	3,50		4,00		14,00	2	28,00
ZATÍŽENÍ - SNÍH (0,7 kN/m ²)	3,750		1 bm	3,75		0,70		2,63	1	2,63
PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ CELKEM										30,63
ZATÍŽENÍ CELKEM - P =						129,13	+	30,63	=	159,76

NOSNÉ VNITŘNÍ ZDIVO		
DESKY	ŽELEZOBETON	25 kN/m ³
1NP - 2NP	SILKA KSRP 240	20 kN/m ³

Vstupní údaje

Beton	C16/20	tan α =	78,2°
RdT	1 MPa		

P =	159,76 kN
RdT =	1000 kPa
d =	0,25 m

Orientační odhad rozměrů

b =	0,160 m =	0,5 m	h min = splněno
a =	0,125 m =	0,125 m	
h =	0,59 m =	0,6 m	

A =	0,500 m ²	≤	Rdt =	1000	kPa	splněno
σ =	319,52 kPa					

NOSNÉ VNĚJŠÍ ZDIVO		
DESKY 1NP - 2NP	ŽELEZOBETON YTONG LAMBDA YQ 500	25,00 kN/m ³ 2,75 kN/m ³

POPIS	ROZMĚRY					TÍHA			POČET	SOUČET kN		
	VÝPOČET			VÝMĚRA		JEDNOTKOVÁ		CELKOVÁ				
	m			m ²	m ³	kN/m ²	kN/m ³	kN				
PODLAHA (1,3 kN/m ²)	5,625	0,180	1 bm	5,63		1,30		7,31	2	14,63		
ŽB DESKA (25 kN/m ³)	6,125	0,200	1 bm		1,23		25,00	30,63	2	61,25		
STŘECHA (0,5 kN/m ²)	5,625	0,500	1 bm	5,63		0,50		2,81	1	2,81		
ZDIVO (2,75 kN/m ³)	1.NP - 2.NP	0,500	4,225	1 bm		2,11		2,75	5,81	2	11,62	
	ATIKA	0,500	1,000	1 bm		0,50		2,75	1,38	1	1,38	
ŽB DESKA ZÁKLADY (25 kN/m ³)	6,125	0,150	1 bm		0,92		25,00	22,97	1	22,97		
ODHAD ZÁKLAD (500 x 600 mm)	0,500	0,600	1 bm		0,30		25,00	7,50	1	7,50		
STÁLÉ ZATÍŽENÍ (mezisočet)										122,15		
OMÍTKY, PŘÍČKY atd. (odhad 15% z předchozího stálého zatížení)									15%	122,15		
STÁLÉ ZATÍŽENÍ CELKEM										140,47		
ZATÍŽENÍ UŽITNÉ (4 kN/m ²)	5,625		1 bm	5,63		4,00		22,50	2	45,00		
ZATÍŽENÍ - SNÍH (0,7 kN/m ²)	6,125		1 bm	6,13		0,70		4,29	1	4,29		
PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ CELKEM										49,29		
ZATÍŽENÍ CELKEM - P =									140,47	+ 49,29	=	189,76

Vstupní údaje

Beton	C16/20	tan α =	90°
RdT	1 MPa		

P =	189,76 kN
RdT =	1000 kPa
d =	0,5 m

Orientační odhad rozměrů

b =	0,190 m =	0,5 m	h min = splněno
a =	0 m =	0 m	
h =	0 m =	0,6 m	

A =	0,500 m ²	≤	Rdt =	1000	kPa	splněno
σ =	379,52 kPa					

1.3 Počet parkovacích míst

Základní údaje

Okres	<input type="text" value="Kutná Hora"/>
Obec	<input type="text" value="Vrdy"/>
Typ objektu	<input type="text" value="Základní umělecká škola"/>

Součinitel vlivu stupně automobilizace

Zadat ručně	<input type="checkbox"/>		
Počet obyvatel v obci	<input type="text" value="2888"/>	obyvatel	i
Počet registrovaných vozidel	<input type="text" value="1364"/>	osobních vozidel	i
Stupeň automobilizace	<input type="text" value="472"/>	osobních vozidel na 1000 obyvatel	
Součinitel vlivu stupně automobilizace	<input type="text" value="1,18"/>		

Součinitel redukce počtu stání

Zohledňovat MHD	<input type="checkbox"/>	
Charakter území	<input type="text" value="A"/>	i
Součinitel redukce počtu stání	<input type="text" value="1"/>	i

Základní ukazatele výhledového počtu odstavných stání

Druh stavby	<input type="text" value="- základní škola"/>	smazat
Účelová jednotka: žák	Počet účelových jednotek v objektu	<input type="text" value="40"/>
Počet účelových jednotek na 1 stání: 5		
Počet parkovacích stání	<input type="text" value="8"/>	stání

Druh stavby	<input type="text" value="- divadlo, koncertní síň"/>	smazat
Účelová jednotka: sedadla	Počet účelových jednotek v objektu	<input type="text" value="95"/>
Počet účelových jednotek na 1 stání: 4		
Počet parkovacích stání	<input type="text" value="23,75"/>	stání

Celkový počet stání

Celkový počet stání stání

Celkový počet stání: 39 parkovacích míst

Z toho invalidé: 3 parkovací místa

1.4 Výpočet schodiště

$$K.v = 4350 \text{ mm}$$

$$v = 155 \text{ mm}$$

$$n = 4350/155 = 28,06 \text{ mm}$$

$$\text{Návrh: } 18 \times 155 + 10 \times 156 \text{ mm}$$

$$2h + b = 630 \text{ (610)}$$

$$\Rightarrow b = 299 \text{ mm}$$

Sklon schodiště

(25-35°)

$$\alpha = \arctg \frac{v}{s}$$

$$\alpha = 29,9^\circ$$

Vyhoví

Podchodná výška

(min. 2100 mm)

$$h_p = 1500 + \left(\frac{750}{\cos \alpha} \right)$$

$$h_p = 2365 \text{ mm}$$

Vyhoví

Z prostorových možností byly zvoleny schodišťové stupně o $b = 270 \text{ mm}$.

Šířka stupně musí být min. 250 mm,

Vyhoví

Průchodná výška

(min. 1950 mm)

$$h_{pr} = 750 + (1500 \cdot \cos \alpha)$$

$$h_{pr} = 2050 \text{ mm}$$

Vyhoví