



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 PRO VZDĚLÁVÁNÍ
V HRADCI KRÁLOVÉ**

LOW-ENERGY BUILDING FOR EDUCATION IN HRADEC KRÁLOVÉ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Martin Mužík

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARCELA POČINKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2022



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N0732A260018 Environmentálně vyspělé budovy
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Specializace	bez specializace
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Martin Mužík
Název	Energeticky úsporná budova pro vzdělávání v Hradci Králové
Vedoucí práce	Ing. Marcela Počinková, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2021
Datum odevzdání	14. 1. 2022

V Brně dne 31. 3. 2021

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

- 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

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Zadání:

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

Cíle:

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, koordinační 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.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

Ing. Marcela Počinková, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Cílem této diplomové práce je návrh nízkoenergetické univerzitní budovy v Hradci Králové. Práce se skládá ze 3 částí, a to architektonicko-stavební části, technického zařízení budovy a energetického posudku na fotovoltaickou elektrárnu. Budova má dvě nadzemní podlaží a je částečně podsklepená. V podzemním podlaží je technická místnost a sklad. V prvním nadzemním podlaží se nachází vstupní hala, hygienické zázemí a šatny. Ve druhém nadzemním podlaží se nachází dvě přednáškové místnosti a kanceláře. Svislé nosné konstrukce jsou navrženy jako železobetonový skeletový systém. Vodorovné nosné konstrukce jsou navrženy jako předpjaté panely. Budova je zateplena minerální vatou. Na střeše objektu se nachází fotovoltaické panely. Vytápění budovy je zajištěno výměňkovou stanicí a nucené větrání zajišťují dvě vzduchotechnické jednotky. Hlavní částí diplomové práce je energetický posudek fotovoltaické elektrárny. Projekt je tvořen v softwaru ArchiCAD a HelioScope.

KLÍČOVÁ SLOVA

Univerzitní budova, vegetační střecha, výměňková stanice, energetický posudek fotovoltaické elektrárny

ABSTRACT

The aim of the master project is to design nearly zero-energy university building in Hradec Králové. The thesis consists of three parts, architectural-construction part, building services and energy assessment report to a photovoltaic power plant. The building has two above-ground floors and a basement under part of the building. In the basement there is utility room and storage. On the first floor there is entrance hall, sanitary facilities and locker room. On the second floor there are two lecture halls and office rooms. The vertical load-bearing structures are designed as a reinforced concrete frame system. Horizontal load-bearing structures are designed as prestressed panels. The building is insulated with expanded mineral wool. There are solar panels situated on the flat roof over the second floor. The building is heated by heat exchange station and the whole building is ventilated by two air conditioning units. The main part in my master project is energy assessment report to a photovoltaic power plant. The project is carried out in ArchiCAD and HelioScope software.

KEYWORDS

University building, vegetation roof, exchange station, energy assessment report to a photovoltaic power plant

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Martin Mužík *Energeticky úsporná budova pro vzdělávání v Hradci Králové*.
Brno, 2022. 216 s., 110 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně,
Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Marcela
Počinková, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Energeticky úsporná budova pro vzdělávání v Hradci Králové* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 12. 1. 2022

Bc. Martin Mužík
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Energeticky úsporná budova pro vzdělávání v Hradci Králové* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 12. 1. 2022

Bc. Martin Mužík
autor práce

Obsah:

Úvod	9
A. Průvodní technická zpráva	10
A.1. Identifikační údaje	11
A.2. Seznam vstupních podkladů	11
A.3. Údaje o území	12
A.4. Údaje o stavbě	13
A.5. Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení	14
B. Souhrnná technická zpráva	15
B.1 Popis území stavby	16
B.2 Celkový popis stavby	17
B.3 Celkové urbanistické a architektonické řešení	19
B.4 Zásady ochrany stavby před negativními účinky vnějšího prostředí	21
B.5 Připojení na technickou infrastrukturu	22
B.6 Dopravní řešení	23
B.7 Řešení vegetace a souvisejících terénních úprav	23
B.8 Popis vlivů stavby na životní prostředí a jeho ochrana	24
B.9 Ochrana obyvatelstva	24
B.10 Zásady organizace výstavby	25
B.11 Celkové vodohospodářské řešení stavby	26
C. Stavební fyzika	27
C.1 Identifikační údaje	28
C.2 Účel posouzení	28
C.3 Podklady pro zpracování	28
C.4 Popis objektu	28
C.5 Výpočet a vyhodnocení vybraných parametrů sledovaného objektu	29
C.5.1 Posouzení konstrukcí z hlediska stavební akustiky	29
C.5.2 Tepelně technické posouzení	32
C.5.3 Průměrný součinitel prostupu tepla	38
C.5.4 Denní osvětlení	39
C.6 Závěr a navržená opatření	43
C.6.1 Zvukoizolační vlastnosti konstrukcí	43
C.6.2 Úspora energie a ochrana tepla	43
C.6.3 Denní osvětlení	43

D. Požárně bezpečnostní řešení	44
D.1 Všeobecné údaje o stavbě	45
D.2 Požárně technické posouzení	46
D.3 Bezpečnostní tabulky	61
D.4 Závěr	62
E. Technika prostředí stavby	63
E.1 Návrh vytápění a ohřev teplé vody	64
E.2 Návrh nuceného větrání	70
E.3 Návrh chlazení	77
E.4 Návrh FVE	81
E.5 Návrh dešťová voda	85
E.6 Návrh osvětlení	89
F. Průkaz energetické náročnosti budovy	93
G. Posudek výroby elektrické energie z FVE	108
G.1 Účel zpracování energetického posudku	109
G.2 Identifikační údaje	109
G.3 Popis stávajícího stavu předmětu energetického posudku	109
G.4 Vyhodnocení stávajícího stavu předmětu energetického posudku	118
G.5 Návrh opatření ke zvýšení účinnosti užití energie	120
G.6 Ekonomické vyhodnocení	125
G.7 Ekologické vyhodnocení	128
G.8 Závěr	128
Příloha č.1 - Evidenční list energetického posudku	129
Výpočtová část	
Posouzení vzduchové a kročejové neprůzvučnosti	135
Výpočet tepelných vazeb	149
Výpočty požárního rizika	170
Technická specifikace VZT jednotek	196
Závěr	211
Seznam použitých zdrojů	212
Normy, vyhlášky a zákony	212
Literatura	213
Internetové zdroje	214
Seznam použitých zkratk	215
Seznam příloh	216

Úvod

Cílem této diplomové práce je zpracování projektové dokumentace ve stupni pro stavební povolení pro energeticky úspornou budovu univerzity v Hradci Králové.

První část projektu je věnována architektonicky-stavebnímu návrhu budovy. Její součástí je stavebně fyzikální posouzení budovy a konstrukcí z pohledu zajištění požadavků stavební tepelné techniky, akustiky a denního osvětlení. Dále je také proveden výpočet požárně bezpečnostní řešení stavby a průkaz energetické náročnosti budovy.

Druhá část projektu je zaměřena na technické prostředí stavby. Jsou provedeny koncepční studie a výpočet výkonových parametrů pro vytápění, ohřevu teplé vody, nuceného větrání, chlazení, fotovoltaické elektrárny, nakládání s dešťovou vodou a osvětlení. Dále je provedeno globální schéma zapojení technologií budovy.

Třetí část je energetický posudek navržené fotovoltaické elektrárny umístěné na střeše objektu. Jsou vypočítány ekonomické a ekologické parametry a následně zhodnoceny jednotlivě a také jako celek.



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 PRO VZDĚLÁVÁNÍ V HRADCI KRÁLOVÉ

LOW-ENERGY BUILDING FOR EDUCATION IN HRADEC KRÁLOVÉ

A. PRŮVODNÍ TECHNICKÁ ZPRÁVA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Martin Mužík

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARCELA POČINKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2022

A.1. Identifikační údaje

A.1.1 Údaje o stavbě

Název stavby: Energeticky úsporná budova pro vzdělávání

Místo stavby: parc. č. 191/56

Katastrální území: Hradec Králové [646873]

Předmět projektové dokumentace:

Záměrem investora a obsahem předkládané projektové dokumentace je výstavba energeticky úsporné budovy pro vzdělávání. Objekt má 2 nadzemní podlaží a je částečně podsklepený.

A.1.2 Údaje o stavebníkovi

Vysoké učení technické v Brně

IČ. 00216305

Veveří 95, 602 00 Brno

A.1.3 Údaje o zpracovateli projektové dokumentace

Bc. Martin Mužík

T. G. Masaryka 957,

517 21 Týniště nad

Orlicí

A.2. Seznam vstupních podkladů

Požadavky investora

Výpis z katastru

nemovitostí

Vizuální průzkum

Platné normy a

vyhlášky

Územní plán města Hradec Králové

A.3. Údaje o území

A.3.1. Rozsah řešeného území

Navrhovaná budova v k.ú. Hradec Králové [646873] bude ležet na rovinatém pozemku bez vzrostlé zeleně ve tvaru písmene L, který svou kratší stranou přiléhá k ploše náměstí Václava Havla a k místní komunikaci kampusu Univerzity Hradec Králové. Celá parcela je obehnaná místní komunikací, která odděluje parkoviště, tenisové kurty a zatravněné plochy kampusu. Rozsah parcely je 11 657 m².

A.3.2. Údaje o ochraně území

Objekt se nenachází ani v památkové rezervaci, ani v památkové zóně. Lokalita senenachází v záplavovém území ani v poddolované oblasti.

A.3.3. Údaje o odtokových poměrech

Odtok splaškových vod bude řešen napojením do městské kanalizace vedoucí pod komunikaci na ulici Hradecká. Dešťová voda bude svedena do akumulární nádrže na dešťovou vodu o objemu 30 m³.

A.3.4. Údaje o souladu s územně plánovací dokumentací

Projekt je v souladu s územním plánem města Hradec Králové, tato oblast je určena pro výstavbu.

A.3.5. Údaje o souladu s územním rozhodnutím

Projekt je v souladu s územně plánovací dokumentací.

A.3.6. Údaje o dodržení obecních požadavků na využití území

Budova pro vzdělávání byla navržena tak, aby vyhověla požadavkům na novou výstavbu pro dané území. Stavba je umístěna tak, aby nenarušovala ráz okolní zástavby.

A.3.7. Údaje o splnění požadavků dotčených orgánů

Není součástí projektové dokumentace.

A.3.8. Seznam výjimek a úlevových řešení

Nejsou evidovány žádné výjimky ani úlevy.

A.3.9. Seznam souvisejících a podmiňujících investic

Nejsou evidovány žádné související ani podmiňující investice.

A.3.10. Seznam pozemků a staveb dotčených prováděním stavby

(podle katastru nemovitostí):

parc. č. 191/57, 191/66, 191/43, 191/33

A.4. Údaje o stavbě

A.4.1. Nová stavba nebo změna dokončené stavby

Novostavba budovy pro vzdělávání

A.4.2. Účel užívání stavby

Stavba je určena k vzdělávání

A.4.3. Trvalá nebo dočasná stavba

Trvalá stavba

A.4.4. Údaje o ochraně stavby podle jiných právních předpisů

Stavba nepodléhá žádné ochraně.

A.4.5. Údaje o dodržení technických požadavků na stavby a obecních technických požadavků zabezpečujících bezbariérové užívání staveb

Stavba je řešena jako bezbariérová.

A.4.6. Údaje o splnění požadavků dotčených orgánů a požadavků vyplývajících z jiných právních předpisů

Všechny požadavky dotčených orgánů byly splněny, dále nejsou evidovány žádné speciální požadavky, které by vyplývaly z jiných právních předpisů.

A.4.7. Seznam výjimek a úlevových řešení

Nejsou evidovány žádné výjimky ani úlevová řešení.

A.4.8. Navrhované kapacity stavby

Zastavěná plocha: 639,46 m²

Obestavěný prostor: 5 501,74 m³

Užitná plocha: 1 113,28 m²

Předpokládaný počet uživatelů: 284

A.4.9. Základní bilance stavby

Spotřeba materiálu bude řešena ve výkazu výměr a v rozpočtu. Dešťová voda je svedena do akumulární nádrže na dešťovou vodu o objemu 30 m³. Ostatní odpadní vody jsou svedeny do městské kanalizace na ulici Hradecká. Veškeré vyprodukované odpady vzniklé při stavbě budou ekologicky zlikvidovány nebo uloženy na místní skládce odpadu.

Energetická náročnost – nízkoenergetická budova.

A.4.10. Základní předpoklady výstavby

Realizace stavby proběhne v roce 2022 až 2023.

A.4.11. Orientační náklady stavby

45 000 000 Kč

A.5. Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení

Stavba se nečlení na žádné objekty a zařízení.



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 PRO
VZDĚLÁVÁNÍ V HRADCI KRÁLOVÉ**

LOW-ENERGY BUILDING FOR EDUCATION IN HRADEC KRÁLOVÉ

B. SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Martin Mužík

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARCELA POČINKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2022

B.1 Popis území stavby

B.1.1 charakteristika území a stavebního pozemku, zastavěné a nezastavěné území, soulad navrhované stavby s charakterem území, dosavadní využití a zastavěnost území

Navrhovaný objekt na parc. č. 191/56 v k.ú. Hradec Králové [646873] bude ležet na rovinatém pozemku bez vzrostlé zeleně ve tvaru písmene L, který svou kratší stranou přiléhá k ploše náměstí Václava Havla a k místní komunikaci kampusu Univerzity Hradec Králové. Celá parcela je obehnaná místní komunikací, která odděluje parkoviště, tenisové kurty a zatravněné plochy kampusu. Rozsah parcely je 11 657 m². Pozemek nemá doposud žádné využití a není zastavěn. Budova pro vzdělávání byla navržena tak, aby vyhověla požadavkům na novou výstavbu pro dané území. Stavba je umístěna tak, aby nenarušovala ráz okolní zástavby.

B.1.2 údaje o souladu s územním rozhodnutím nebo regulačním plánem nebo veřejnoprávní smlouvou územní rozhodnutí nahrazující anebo územním souhlasem

Územní i regulační plán umožňuje realizaci stavby.

B.1.3 informace o vydaných rozhodnutích a povolení výjimky z obecných požadavků na užívání území

Není žádáno o výjimku.

B.1.4 informace o tom, zda a v jakých částech dokumentace jsou zohledněny podmínky závazných stanovisek dotčených orgánů

Stanoviska dotčených orgánů byla zohledněna při vypracování projektové dokumentace.

B.1.5 výčet a závěry provedených průzkumů a rozborů – geologický průzkum, hydrogeologický

Na pozemku byl proveden geologický a hydrogeologický průzkum. Výsledky těchto průzkumů byly shledány přijatelnými pro základové podmínky stavby. Zároveň byl proveden radonový průzkum a množství naměřeného radonu je v normě a nejsou potřeba protiradonová opatření.

B.1.6 ochrana stavby podle jiných právních předpisů

Není stanoveno žádné omezení.

B.1.7 poloha vzhledem k záplavovému území, poddolovanému území apod.

Pozemek není v záplavovém ani poddolovaném území.

B.1.8 vliv stavby na okolní stavby a pozemky, ochrana okolí, vliv stavby na odtokové poměry v území

Stavba nebude mít žádný negativní vliv na okolní prostředí. Charakter budovy je stejný jako u sousedních budov. Stavba nebude mít vliv na územní odtokové poměry.

B.1.9 Požadavky na asanace, demolice, kácení dřevin

Bude sejmuta ornice, která se následně uloží na vyhrazené místo na parcele a po výstavbě bude rozprostřena a zhutněna pro nové vegetační plochy.

B.1.10 Požadavky na maximální dočasné a trvalé zábory zemědělského půdního fondu nebo pozemků určených k plnění funkce lesa

Tento bod není předmětem projektové dokumentace.

B.1.11 územně technické podmínky – zejména možnost napojení na stávající dopravní a technickou infrastrukturu, možnost bezbariérového přístupu k navrhované stavbě

Navrhovaná stavba nebude žádným způsobem omezovat stávající dopravní infrastrukturu. Bude provedeno napojení na pěší komunikaci. V dosahu parcely jsou inženýrské sítě, a to vedení nízkého elektrického napětí, teplovod, městský vodovod a splašková kanalizace. Na tyto inženýrské sítě bude stavba připojena přípojkami. K budově bude umožněn bezbariérový přístup.

B.1.12 Věcné a časové vazby stavby, podmiňující, vyvolané, související investice

Ke stavbě nejsou vázány žádné časové vazby a investice.

B.1.13 seznam pozemků podle katastru nemovitostí, na kterých se stavba provádí

parc. č. 191/56 v k.ú. Hradec Králové [646873] u náměstí Václava Havla.

B.1.14 seznam pozemků podle katastru nemovitostí, na kterých vznikne ochranné nebo bezpečnostní pásmo

Ochranná pásma přípojek se budou nacházet na pozemku stavby.

B.2 Celkový popis stavby

B.2.1 nová stavba nebo změna dokončené stavby

Jedná se o novostavbu energeticky úsporné budovy v Hradci Králové. Budova je samostatně stojící dvoupodlažní objekt o čtvercovém půdorysu, částečně podsklepený. Objekt je zastřešen extenzivní vegetační plochou střechou.

B.2.2 účel užívání stavby

Stavba pro vzdělávání.

B.2.3 trvalá nebo dočasná stavba

Stavba je trvalá.

B.2.4 informace o vydaných rozhodnutích o povolení výjimky z technických požadavků na stavby a technických požadavků zabezpečujících bezbariérové užívání stavby

Stavba je zpracována v souladu s technickými požadavky na stavby. Celá budova je navrhována pro bezbariérové užívání.

B.2.5 informace o tom, zda a v jakých částech dokumentace jsou zohledněny podmínky závazných stanovisek dotčených orgánů

Není součástí projektové dokumentace.

B.2.6 ochrana stavby podle jiných právních předpisů

Stavba nepodléhá žádné ochraně.

B.2.7 navrhované parametry stavby – zastavěná plocha, obestavěný prostor, užitná plocha, počet funkčních jednotek a jejich velikosti apod.

Zastavěná plocha je 639,46 m² a obestavěný prostor je 5501,74 m³. Užitná plocha objektu je 1113,28 m².

B.2.8 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.

Stavba splňuje požadavky na energetickou náročnost budovy kategorie A – mimořádně úsporná. Zhodnocení spotřeby primární energie z neobnovitelných zdrojů spadá do klasifikační třídy A s roční spotřebou 73,5 kWh/(m²*rok). Energetický štítek obálky budovy splňuje kategorii B – úsporná s průměrným součinitelem prostupu tepla budovou 0,25 W/m²K. Dešťová voda bude svedena do akumulární nádrže na dešťovou vodu o objemu 30 m³. Komunální a tříděný odpad bude sbírán do nádob před budovou a bude zajištěn jejich pravidelný vývoz a v objektu nebude vznikat žádný nebezpečný odpad.

B.2.9 základní předpoklady výstavby – časové údaje o realizaci stavby, členění na etapy

Předpokládaný rok zahájení stavebních prací 2022

Předpokládaný rok ukončení stavebních prací 2023

B.2.10 orientační náklady stavby

Orientační náklady stavby jsou 45 000 000 Kč.

B.3 Celkové urbanistické a architektonické řešení

B.3.1 Urbanismus – územní regulace, kompozice prostorového řešení

Jedná se o novostavbu energeticky úsporné budovy. budova je samostatně stojící dvoupodlažní objekt o čtvercovém půdorysu, částečně podsklepený. Objekt je zastřešen vegetační extenzivní plochou střechou.

B.3.2 Architektonické řešení – kompozice tvarového řešení, materiálové a barevné řešení

Objekt bude mít čtvercový půdorys 25x25 m. Objekt má dvě nadzemní podlaží a je částečně podsklepen, zastřešen plochou extenzivní vegetační střechou, která je v polovině vyvýšená. Fasáda budovy bude provedena z šedých cementovláknitých desek.

B.3.3 Celkové provozní řešení, technologie výroby

Objekt bude primárně sloužit pro vzdělávání a jako zázemí pro zaměstnance školy. Hlavní provozní částí budovy budou dvě přednáškové místnosti každá o kapacitě 117 osob. Budova disponuje čtyřmi kanceláři pro vyučující a administrativní pracovníky. V budově je zázemí pro studenty v podobě šaten, hygienického zázemí, kuchyňky a společenské haly.

B.3.4 Bezbariérové užívání stavby

Bezbariérový pohyb po budově bude mezi podlažími zajištěn výtahem a přístup do všech místností bude bezprahový. Chodby jsou navrženy pro bezbariérový pohyb osob a v prvním nadzemním podlaží jsou umístěny bezbariérové toalety splňující podmínky pro bezproblémový pohyb osob se sníženou schopností pohybu.

B.3.5 Bezpečnost při užívání stavby

Stavba je navržena podle příslušných legislativních předpisů pro provoz, ve kterém nevznikne nepřijatelné nebezpečí nehod nebo poškození, např. uklouznutím, pádem, nárazem, popálením, zásahem elektrickým proudem, zranění výbuchem a vloupáním. Během užívání a provádění stavby budou dodrženy veškeré příslušné legislativní předpisy.

B.3.6 Základní technický popis stavby

Budova je navržena jako dvoupodlažní s částečným podsklepením a bude zastřešena plochou extenzivní vegetační střechou. Půdorys má čtvercový tvar. Objekt je navrhnut s kombinací základových pasů a patek z železobetonu. Obvodové zdivo bude tvořeno z pórobetonových tvárnic tl. 300 mm a zateplení bude provedeno z minerální vaty tl. 200 mm. Fasáda je navrhována provětrávaná z cementovláknitých desek. Vnitřní nosné konstrukce je skeletová a výplň zdí bude provedena z pórobetonových tvárnic tl. 300 mm. Vnitřní nenosné příčky budou vyzděny také z pórobetonových tvárnic. Vodorovné nosné konstrukce jsou tvořeny předpjatými železobetonovými panely tl. 250 mm uloženými na železobetonových průvlacích. Schodišťová konstrukce je železobetonová prefabrikovaná. První nadzemní podlaží je proskleno lehkým obvodovým pláštěm s izolačním trojsklem. Výplně v druhém nadzemním podlaží jsou navrženy hliníkové s izolačním trojsklem. Dveřní otvory jsou součástí lehkého obvodového pláště. Ve druhém nadzemním podlaží jsou dveřní otvory umístěny v přednáškových místnostech vedoucí na kovové únikové schodiště.

B.3.7 Základní popis technických a technologických zařízení

Budova bude napojena na elektrické vedení nízkého napětí novou zemní přípojkou na distribuční síť. Vytápění a ohřev teplé vody bude zajištěno napojením výměňkové stanice na místní teplovod. Objekt bude zásoben pitnou vodou z městského vodovodu novou přípojkou. Pro odvod splaškových vod z budovy bude zhotovena přípojka kanalizace na městskou kanalizační síť. Dešťová voda bude sbírána do akumulární nádrže na dešťovou vodu o objemu 30 m³. Budova je chlazena pomocí VRV jednotky umístěné na střeše objektu. V objektu je navrženo nucené větrání pomocí 2 vzduchotechnických jednotek, kdy jedna zajišťuje výměnu vzduchu pro přednáškové místnosti a druhá pro zbylé prostory budovy. Vzduchotechnické jednotky jsou vybaveny rekuperačním výměníkem tepla, ohříváčem a chladičem. Na polovině střechy je navržena fotovoltaická elektrárna, která zajišťuje elektrickou energii pro potřeby objektu. V budově je navrženo LED osvětlení.

B.3.8 Zásady požárně bezpečnostního řešení

Zásady požárně bezpečnostního řešení jsou součástí samostatné části projektu. Nosné a požárně dělící konstrukce jsou navrženy a budou provedeny v souladu s požárně bezpečnostním řešením budovy.

B.3.9 Úspora energie a tepelná ochrana

Zatřídění obálky budovy spadá do kategorie B – úsporná s průměrným součinitelem tepelné vodivosti $U=0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$. Z hlediska hodnocení primární energie z neobnovitelných zdrojů splňuje třídu A – mimořádně úsporná, se spotřebou 73,5 kWh/m²*rok. Také z hlediska celkové dodané energie spadá budova do kategorie A s 103 kWh/m²*rok.

B.3.10 Hygienické požadavky na stavby, požadavky na pracovní a komunální prostředí

Přednáškové místnosti a kanceláře splňují požadavky norem na pracovní a komunální prostředí. Větrání je zajištěno pomocí vzduchotechniky. Okenní otvory a umělé LED osvětlení zajišťují dostatečné osvětlení podle legislativních norem. Vytápění je zajištěno pomocí výměňkové stanice skrze otopná tělesa.

B.4 Zásady ochrany stavby před negativními účinky vnějšího prostředí

B.4.1 ochrana před pronikáním radonu z podloží

Radonový průzkum zařadil místo objektu do kategorie s indexem nízkého množství radonu. Protiradonová ochrana je zajištěna hydroizolací spodní stavby.

B.4.2 ochrana před bludnými proudy

V místě budovy se neuvažuje s bludnými proudy.

B.4.3 ochrana před technickou seizmicitou

Budova neleží v oblasti se seizmickou aktivitou.

B.4.4 ochrana před hlukem

Zvukové požadavky na budovu jsou splněny dle platných norem a jejich podrobnější posouzení je součástí stavební fyziky.

B.4.5 protipovodňová opatření

Stavba není navržena v záplavovém území.

B.4.6 Ostatní účinky – vliv poddolování, výskyt metanu apod.

Stavba je navržena na nepoddolovaném území. V místě a okolí nebyl zjištěn výskyt metanu apod.

B.5 Připojení na technickou infrastrukturu

B.5.1 Napojovací místa technické infrastruktury

Objekt bude napojen pomocí nových přípojek na stávající technickou infrastrukturu.

B.5.2 Připojovací rozměry, výkonové kapacity a délky

Rozměry a délka přípojek budou součástí koordinační situace.

B.6 Dopravní řešení

B.6.1 Popis dopravního řešení včetně bezbariérových opatření pro přístupnost a užívání stavby se sníženou schopností pohybu nebo orientace

Na okraji parcely, kde je navrhována výstavba budovy je zhotoveno již 19 parkovacích místo míst pro osoby se sníženou schopností pohybu nebo orientace. Dopravní obsluha budovy je zajištěna místní komunikací kolem celé parcely.

B.6.2 Napojení území na stávající dopravní infrastrukturu

Dopravní infrastruktura je již vybudována.

B.6.3 Doprava v klidu

Na hranici pozemku je již zřízeno parkoviště s dostačujícím počtem parkovacích míst, včetně míst pro osoby se sníženou schopností pohybu nebo orientace.

B.6.4 Pěší a cyklistické stezky

V okolí stavby se vyskytují trasy pro cyklisty i pěší a je k nim již zajištěn přístup hlavním vjezdem a areálu kampusu.

B.7 Řešení vegetace a souvisejících terénních úprav

B.7.1 Terénní úpravy

V rámci terénních úprav bude sejmuta ornice ve vrstvě 200 mm, která následně bude uložena na parcele a po dokončení výstavby bude použita na terénní úpravy kolem objektu.

B.7.2 Použité vegetační prvky

Kolem navrhovaného objektu bude po dokončení stavebních prací bude zatravněna zemina poškozená během výstavby a budou umístěny okrasné dřeviny.

B.7.3 Biotechnická opatření

Nejsou navrhovány.

B.8 Popis vlivů stavby na životní prostředí a jeho ochrana

B.8.1 Vliv životního prostředí – ovzduší, hluk, voda, odpady a půda

Provoz budovy nebude mít negativní vliv na životní prostředí okolí stavby.

B.8.2 Vliv na přírodu a krajinu – ochrana dřevin, ochrana památných stromů, ochrana rostlin a živočichů, zachování ekologických funkcí a vazeb v krajině apod.

Budova žádným způsobem nebude narušovat ekologickou funkci a vazby v krajině.

B.8.3 Vliv na soustavu chráněných území Natura 2000

Budova se nenachází v soustavě chráněných území Natura 2000.

B.8.4 Způsob zohlednění podmínek závazného stanoviska vlivu záměru na životní prostředí, je-li podkladem

Budova není nepotřebné posuzovat na vlivy na životní prostředí.

B.8.5 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

Není vyžadováno.

B.8.6 navrhovaná ochranná a bezpečnostní pásma, rozsah omezení a podmínky ochrany podle jiných právních předpisů

Není vyžadováno.

B.9 Ochrana obyvatelstva

Budova není svým charakterem určena pro ochranu obyvatelstva a v případě ohrožení budou její uživatelé využívat jiný místní systém ochrany.

B.10 Zásady organizace výstavby

B.10.1 Potřeby a spotřeby rozhodujících médií a hmot, jejich zajištění

Zajištění elektrické energie a vody pro staveniště bude během výstavby zajištěno pomocí nových přípojek ze stávající technické infrastruktury.

B.10.2 Odvodnění staveniště

Dešťová voda ze staveniště bude přirozeně odtékat na zatravněnou plochu parcely, kde se bude vsakovat do půdy. V případě nutnosti bude plocha odvodněna pomocí soustavy rýh.

B.10.3 Napojení staveniště na stávající dopravní a technickou infrastrukturu

Vjezd na staveniště bude ze stávající místní komunikace. Umístění vjezdu na staveniště je situováno tak, aby dopravní obsluha příjíždějící a odjíždějící ze staveniště neomezovala přirozený provoz kolem kampusu. Znečištěná vozidla budou oplachována na staveništi. Přípojky vody a elektřiny budou zajištěny novými přípojkami.

B.10.4 Vliv provádění stavby na okolní stavby a pozemky

Okolí staveniště bude negativně ovlivněno zvýšenou hladinou hluku a prachu, ale její hladina bude splňovat podmínky aktuální normy. Výstavbou zasažená parcela je ve stejném vlastnictví jako okolní pozemky a stavby.

B.10.5 Ochrana okolí staveniště a požadavky na související asanace, demolice, kácení dřevin

Oplocení staveniště včetně označení staveniště cedulemi bude zajištěno podle výkresu Zařízení staveniště v projektové dokumentaci pro provádění stavby. Pro výstavbu budovy není potřeba asanace, demolice ani kácení dřevin.

B.10.6 Maximální dočasné a trvalé zábory pro staveniště

Dočasné zábory budou pouze na dotčené parcele a nebudou omezovat okolní parcely.

B.10.7 Maximální produkované množství a druhy odpadů a emisí při výstavbě a jejich likvidace

Vzniklé odpady ze stavby budou likvidovány v souladu s požadavky zákona č. 154/2010 Sb., O odpadech.

B.10.8 Bilance zemních prací, požadavky na přísun nebo deponie zemin

Na staveništi bude uložena ornice o tl. 200 mm a přebývající zemina z ostatních zemních prací.

B.10.9 Ochrana životního prostředí při výstavbě

Během výstavby se bude dbát na omezení negativního vlivu na životní prostředí, stavební proces bude důsledkem zvýšeného hluku ale budou dodrženy legislativní předpisy. Ke snížení prašnosti se budou dopravní komunikace kropit, aby se předešlo nadměrné prašnosti. Nakládání s odpady bude probíhat dle bodu g) této kapitoly.

B.10.10 Zásady bezpečnosti o ochrany zdraví při práci na staveništi, posouzení potřeby koordinátora bezpečnosti a ochrany zdraví při práci podle jiných právních předpisů

Práce na staveništi bude podléhat zásadám BOZP. Všichni pracovníci budou nosit ochranné pomůcky a každá osoba na staveništi bude mít reflexní vestu a ochrannou helmu. Všichni pracovníci budou proškoleni na BOZP a kontrola dodržování BOZP bude prováděna i nárazově. Nedodržování BOZP bude pokutováno.

B.10.11 Úprava pro bezbariérové užívání výstavbou dotčených osob

Není potřeba řešit.

B.10.12 Zásady pro dopravně inženýrské opatření

Vjezd na staveniště ze stávající komunikace bude označen dopravní značkou a před vjezdem na staveniště bude z obou směrů umístěno upozornění na výjezd vozidel stavby.

B.10.13 Stanovení speciálních podmínek pro provádění stavby (provádění stavby za provozu, opatření proti účinkům vnějšího prostředí při výstavbě apod.)

Není potřeba stanovovat.

B.10.14 Postup výstavby, rozhodující dílčí termíny

Postup výstavby se bude řídit technologickými postupy daných činností. Předpokládané zahájení stavby je začátkem roku 2022 a dokončení stavby do konce roku 2023.

B.11 Celkové vodohospodářské řešení stavby

Spláskové vody ze stavby budou odváděny místní kanalizací. Dešťová voda bude sváděna do akumulační nádrže na dešťovou vodu o objemu 30 m³.



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 PRO VZDĚLÁVÁNÍ V HRADCI KRÁLOVÉ

LOW-ENERGY BUILDING FOR EDUCATION IN HRADEC KRÁLOVÉ

C. STAVEBNÍ FYZIKA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Martin Mužík

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARCELA POČINKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2022

C.1 Identifikační údaje

Objekt:	Energeticky úsporná budova pro vzdělávání
Katastrální území:	Hradec Králové [646873]
Číslo parcely:	191/56

C.2 Účel posouzení

Účelem posouzení je, na základě Vyhlášky č. 268/2009 Sb. ve znění pozdějších předpisů, o technických požadavcích na objekt ověřit, zda:

- tepelně technické vlastnosti konstrukcí a obálky „Energeticky úsporné budovy pro vzdělávání v Hradci Králové“ vyhovují požadovaným hodnotám;
- daný objekt vyhovuje z hlediska požadavků na úsporu energie;
- jsou splněny požadavky z hlediska zajištění denního osvětlení a proslunění objektu;
- jsou splněny požadavky týkající se ochrany proti šíření hluku a vibrací v návaznosti na zvukoizolační vlastnosti konstrukcí

C.3 Podklady pro zpracování

Podklady pro zpracování zprávy jsou:

- Výkresová dokumentace pro stavební povolení
- Koncepční návrhy technického zařízení budovy
- Klimatické a okrajové podmínky

C.4 Popis objektu

Navrhovaný objekt na parc. č. 191/56 v k.ú. Hradec Králové [646873] bude ležet na rovinatém pozemku bez vzrostlé zeleně ve tvaru písmene L, který svou kratší stranou přiléhá k ploše náměstí Václava Havla a k místní komunikaci kampusu Univerzity Hradec Králové. Celá parcela je obehnaná místní komunikací, která odděluje parkoviště, tenisové kurty a zatravněné plochy kampusu. Rozsah parcely je 11 657 m². Pozemek nemá doposud žádné využití a není zastavěn. Budova pro vzdělávání byla navržena tak, aby vyhověla požadavkům na novou výstavbu pro dané území. Stavba je umístěna tak, aby nenarušovala ráz okolní zástavby.

C.5 Výpočet a vyhodnocení vybraných parametrů sledovaného objektu

C.5.1 Posouzení konstrukcí z hlediska stavební akustiky

Norma ČSN 73 0532:2020 stanovuje požadavky na vzduchovou a kročejovou neprůzvučnost, jejichž splnění je splněním požadavků zákona č. 183/2006 Sb., Stavební zákon, a vyhlášky č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby ve znění vyhl. č. 20/2012 Sb.

Vlastní výpočet pro stanovení jednočíslných hodnot vzduchové a kročejové neprůzvučnosti navržených konstrukcí je proveden podle metodiky uvedené v normě ČSN 73 0532:2020. Hodnoceny byly konstrukce:

Pro porovnání jednočíslných hodnot stanovených výpočtem nebo měřením v laboratoři R_w a L_{nw} (dB) (převzatých z podkladů výrobce-dodavatele) s hodnotami normativními R'_w a L'_{nw} (dB) je nutné tyto hodnoty upravit korekcí k (dB), zahrnující **vliv vedlejších cest šíření zvuku**.

$$R'_w = R_w - k_1$$

$$L'_{nw} = L_{nw} + k_2$$

Tabulka 1: Korekce na vedlejší cesty přenosu zvuku pro vzduchovou neprůzvučnost dělicích konstrukcí

Dělicí prvek	Boční konstrukce	Korekce k_1 [dB]
Těžká dělicí stěna (strop) – monolitická, prefabrikovaná nebo zděná (cihly, beton, pórobeton apod.) $R_w \geq 40$ dB	4× těžká	2
	3× těžká, 1× lehká	3
	2× těžká, 2× lehká	4
	1× těžká, 3× lehká	5
	vyzdívaný skelet	≥ 4
Lehká dělicí stěna (strop) – montovaná konstrukce z desek a nosného roštu (sádrokarton, dřevo apod.) $R_w \leq 55$ dB	4× těžká	5
	3× těžká, 1× lehká	6
	2× těžká, 2× lehká	8
Lehká dělicí stěna (strop) – montovaná konstrukce z desek a nosného roštu (sádrokarton, dřevo apod.) $R_w > 55$ dB	4× těžká	6
	3× těžká, 1× lehká	7
	2× těžká, 2× lehká	≥ 8

Tabulka 2: Korekce na vedlejší cesty přenosu zvuku pro kročejovou neprůzvučnost stropních konstrukcí

Dělicí prvek	Boční svislé vnitřní konstrukce (bez stěn obvodového pláště)	Korekce k_2 [dB]
Těžká stropní konstrukce včetně podlahy – monolitická, prefabrikovaná, zděná (stropní tvarovky, panely, beton apod.)	Těžké silikátové vnitřní stěny (cihly, beton, pórobeton apod.), pružně oddělené od stropní konstrukce (PUR pěna, minerální vata) Lehké montované vnitřní stěny z desek a nosného roštu (sádrokarton, dřevo apod.)	1
	Těžké silikátové vnitřní stěny (cihly, beton, pórobeton apod.), dozděné až ke stropní konstrukci (malta, beton)	2
Stropní konstrukce včetně podlahy – montovaná z dřevěných nebo kovových nosných prvků, panelů, desek a lehkých výplní	Lehké montované vnitřní stěny z desek a nosného roštu (sádrokarton, dřevo apod.)	2

Tabulka 3: Vzduchová neprůzvučnost

Konstrukce		Metodika výpočtu	Vážená neprůzvučnost	Vážená stavební neprůzvučnost	Požadavek	Hodnocení
Ozn.	Název		R_w	R'_w		
[-]	[-]	[-]	[dB]	[dB]	[dB]	[-]
SKL-1	Přednášková místnost - přednášková místnost		56	54	47	+
SKL-2	Přednášková místnost - chodba		56	54	47	+
SKL-3	Přednášková místnost - hala	dle Čechury (modifikovaná tzv. Wattersova metoda) a dle Čechury (modifikovaná tzv. Wattersova metoda)	57	55	53	+
SKL-4	Kancelář - kancelář		56	54	47	+
SKL-5	Kancelář - chodba		50	48	47	+
SKL-6	Kancelář - hala	dle Čechury (modifikovaná tzv. Wattersova metoda) a dle Čechury (modifikovaná tzv. Wattersova metoda)	57	55	53	+
Legenda: ! ... Nevyhovuje požadované hodnotě + ... Vyhovuje požadované hodnotě Pozn.: Splnění normových požadavků na zvukovou izolaci se dle ČSN 73 0532 prokazuje měřením						

Tabulka 4: Kročejová neprůzvučnost

Konstrukce		Metodika výpočtu	Vážená normovaná hladina kročejového zvuku (strop, podlaha)	Vážená normovaná hladina kročejového zvuku (mezi místnostmi)	Požadavek	Hodnocení
Ozn.	Název		$L_{n,w}$	$L'_{n,w}$		
[-]	[-]	[-]	[dB]	[dB]	[dB]	[-]
SKL-7	Přednášková místnost - hala	dle Čechury - plovoucí podlaha	41	43	58	+
SKL-8	Kancelář - hala	dle Čechury - plovoucí podlaha	41	43	58	+
Legenda: ! ... Nevyhovuje požadované hodnotě + ... Vyhovuje požadované hodnotě Pozn.: Splnění normových požadavků na zvukovou izolaci se dle ČSN 73 0532 prokazuje měřením						

C.5.2 Tepelně technické posouzení

C.5.2.1 Součinitel prostupu tepla

Konstrukce vytápěných nebo klimatizovaných budov musí mít v prostorech s relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\phi_i \leq 60\%$ součinitel prostupu tepla U takový, aby splňoval podmínku:

$$U \leq U_N$$

kde U_N , ve $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$, je požadovaná normová hodnota součinitele prostupu tepla.

Požadovaná a doporučená hodnota součinitele prostupu tepla se stanoví:

- pro budovy s **převažující návrhovou vnitřní teplotou 20°C** (budovy obytné, občanské nevýrobní a nebytové s převážně dlouhodobým pobytem lidí a jiné budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou v rozmezí od 18°C do 22°C včetně) a pro všechny návrhové venkovní teploty stanovujeme hodnotu U_N podle tabulky.
- pro ostatní budovy ze vztahu: $U_N = U_{N,20} \cdot e_1$

kde $U_{N,20}$ součinitel prostupu tepla z tabulky ve $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$

$e_1 = 16/(\theta_m - 4)$, kde θ_m je převažující vnitřní teplota ve °C.

Tabulka 5: Součinitel prostupu tepla U–1.část

Konstrukce		Součinitel prostupu tepla			
		Dle českých technických norem			
Ozn.	Název	U_n	U_{nc}	U	Hod.
[-]	[-]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[-]
STR-1	Plochá střecha	0,24	0,16	0,137	x
STN-2	Stěna k venkovnímu prostoru	0,30	0,20	0,153	x
PDL(z)-4	Podlaha na terénu	0,45	0,30	0,220	x
PDL(z)-5	Podlaha suterénu - temperovaný prostor	0,85	0,60	0,274	x
PDL(z)-6	Podlaha suterénu - vytápěný prostor	0,45	0,30	0,274	x
STR-7	Strop nad temperovaným prostorem	0,75	0,50	0,303	x
STN(z)-8	Stěna přilehlá k zemině - z vytápěného prostoru	0,45	0,30	0,255	x
STN(z)-9	Stěna přilehlá k zemině - z temperovaného prostoru	0,45	0,30	0,255	x
STN(z)-10	Stěna přilehlá k zemině 2- z tepmerovaného prostoru	0,45	0,30	0,255	x
STN-11	Stěna k temperovanému prostoru 300	2,70	1,80	2,103	+
STN-12	Stěna k temperovanému prostoru 150	2,70	1,80	2,559	+
VYP-14	Výplně otvorů - S - 3000x1500	1,50	1,20	0,762	x
VYP-15	Výplně otvorů - S - 1250x1500	1,50	1,20	0,801	x
VYP-16	Výplně otvorů - S - 2000x650	1,50	1,20	0,825	x
VYP-17	Výplně otvorů - V - 3000x1500	1,50	1,20	0,762	x
VYP-18	Výplně otvorů - V - 1000x1500	1,50	1,20	0,838	x
VYP-19	Výplně otvorů - V - 4000x3000	1,50	1,20	0,718	x
VYP-20	Výplně otvorů - V - 4000x2250	1,50	1,20	0,757	x
VYP-21	Výplně otvorů - V - 2000x650	1,50	1,20	0,825	x
VYP-22	Výplně otvorů - Z - 3000x1500	1,50	1,20	0,762	x
VYP-23	Výplně otvorů - Z - 1000x1500	1,50	1,20	0,838	x
VYP-24	Výplně otvorů - Z - 4000x3000	1,50	1,20	0,718	x
VYP-25	Výplně otvorů - Z - 4000x2250	1,50	1,20	0,757	x
VYP-26	Výplně otvorů - Z - 2000x650	1,50	1,20	0,825	x
VYP-27	Výplně otvorů - J - 2000x650	1,50	1,20	0,825	x
VYP-28	Lehký obvodový plášť J 5,68	1,30	1,20	0,532	x
VYP-29	Lehký obvodový plášť J 1,4	1,30	1,20	0,543	x
VYP-30	Lehký obvodový plášť S 5,68	1,30	1,20	0,532	x
VYP-31	Lehký obvodový plášť S 1,4	1,30	1,20	0,543	x
VYP-32	Lehký obvodový plášť V 5,68	1,30	1,20	0,532	x
VYP-33	Lehký obvodový plášť V 1,4	1,30	1,20	0,543	x

Tabulka 6 Součinitel prostupu tepla U–2. část

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)]	[-]
VYP-34	Lehký obvodový plášť Z 5,68	1,30	1,20	0,532	x
VYP-35	Lehký obvodový plášť Z 1,4	1,30	1,20	0,543	x
VYP-36	Dveřní výplň D1 - S	1,70	1,20	1,009	x
VYP-37	Dveřní výplň D1 - V	1,70	1,20	1,009	x
VYP-38	Dveřní výplň D1 - Z	1,70	1,20	1,009	x
VYP-39	Dveřní výplň D1 - J	1,70	1,20	0,660	x
VYP-40	Dveřní výplň D1 - S	1,70	1,20	1,009	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

C.5.2.2 Vnitřní povrchová teplota konstrukcí

Vnitřní povrchová teplota hodnotí v poměrném tvaru jako hodnota **teplotního faktoru vnitřního povrchu**. V zimním období musí konstrukce v prostorech s relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\phi_i \leq 60\%$ vykazovat v každém místě teplotní faktor vnitřního povrchu dle následujícího vztahu:

$$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$$

$$f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr}$$

kde $f_{Rsi,N}$ je požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu [-];
 $f_{Rsi,cr}$ kritický teplotní faktor vnitřního povrchu [-];

Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ je hodnota při které bude relativní vlhkost na vnitřním povrchu dosahovat předepsaného maxima. Způsoby stanovení:

$$f_{Rsi,cr} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 \cdot \theta_{ai}}{\theta_{ai} - \theta_e} \cdot \frac{1}{1,1 - 17,269 / \ln(\phi_{i,r} / \phi_{si,cr})}$$

kde θ_{ai} je návrhová teplota vnitřního vzduchu, ve °C, stanovená pro budovu nebo její ucelenou část pro požadované užívání podle ČSN 73 0540-3;

θ_e návrhová vnější teplota podle ČSN 73 0540-3, ve °C, která se stanoví jako návrhová teplota prostředí přilehlého k vnější straně konstrukce v zimním období (např. teplota venkovního vzduchu θ_{ae} u vnějších konstrukcí, teplota vnitřního vzduchu přilehlého prostředí u vnitřních konstrukcí a teplota zeminy u konstrukcí přilehlých k zemině);

$\varphi_{i,r}$ relativní vlhkost vnitřního vzduchu pro stanovení požadavku na nejnižší vnitřní povrchovou teplotu konstrukce, v %, která se určí:

a) pro prostory, v nichž je trvale a prokazatelně upravována vlhkost vzduchu vдуchotechnikou, ze vztahu

$$\varphi_{i,r} = \varphi_i + \Delta\varphi_i$$

kde φ_i je návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu v zimním období, v %, trvale a prokazatelně zajišťovaná pro požadované užívání budovy nebo její ucelené části vдуchotechnikou v prostoru podél celé hodnocené konstrukce;

$\Delta\varphi_i$ bezpečnostní vlhkostní přírážka podle ČSN EN ISO 13788, v %; uvažuje se $\Delta\varphi_i = 5$ %;

b) pro ostatní prostory ze vztahu

$$\varphi_{i,r} = \varphi_i + 100 \cdot \Delta\varphi_f \cdot (\theta_{ae} + 5) + \Delta\varphi_i$$

kde φ_i je návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu v zimním období, v %, stanovená pro budovu nebo její ucelenou část pro požadované užívání podle ČSN 73 0540-3; kromě prostorů s vlhkým, mokrým nebo suchým prostředím se uvažuje $\varphi_i = 50$ %;

$\Delta\varphi_f$ změna relativní vlhkosti vnitřního vzduchu vlivem teploty venkovního vzduchu, v K^{-1} ; uvažuje se $\Delta\varphi_f = 0,01 K^{-1}$;

ϑ_e návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období podle ČSN 73 0540-3, ve $^{\circ}C$;

$\Delta\varphi_i$ bezpečnostní vlhkostní přírážka podle ČSN EN ISO 13788, v %; uvažuje se $\Delta\varphi_i = 5$ %;

$\varphi_{si,cr}$ kritická vnitřní povrchová vlhkost, v %, je relativní vlhkost vzduchu bezprostředně při vnitřním povrchu konstrukce, která nesmí být pro danou konstrukci překročena. Pro výplně otvorů podle 4.6 je kritická vnitřní povrchová vlhkost $\varphi_{si,cr} = 100$ % (riziko orosování), pro ostatní konstrukce je kritická vnitřní povrchová vlhkost $\varphi_{si,cr} = 80$ % (riziko růstu plísní).

Pro konstrukce v prostorách s návrhovou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\varphi_i = 50$ % lze pro stanovení kritického teplotního faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ použít tabulku.

Tabulka 7: 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	Plochá střecha	0,744	0,966	+	0,620	0,966	+
STN-2	Stěna k venkovnímu prostoru	0,744	0,962	+	0,620	0,962	+
PDL(z)-4	Podlaha na terénu	0,402	0,946	+	0,813	0,946	+
PDL(z)-5	Podlaha suterénu - temperovaný prostor	0,402	0,933	+	0,813	0,933	+
PDL(z)-6	Podlaha suterénu - vytápěný prostor	0,402	0,933	+	0,813	0,933	+
STN(z)-8	Stěna přilehlá k zemině - z vytápěného prostoru	0,402	0,938	+	0,813	0,938	+
STN(z)-9	Stěna přilehlá k zemině - z temperovaného prostoru	0,402	0,938	+	0,813	0,938	+
STN(z)-10	Stěna přilehlá k zemině 2- z tepmerovaného prostoru	0,402	0,938	+	0,813	0,938	+
Legenda: ! ... nevyhovuje požadované hodnotě + ... vyhovuje požadované hodnotě							

C.5.2.3 Zkondenzované množství vodní páry uvnitř konstrukce a celoroční bilance kondenzace a vypařování

Stavební konstrukce musí být navržena tak, aby v ní nedocházelo ke kondenzaci vodní páry, pokud by zkondenzovaná vodní pára ohrozila její požadovanou funkci, tedy:

$$M_c = 0$$

Pro stavební konstrukci, u které kondenzace vodní páry uvnitř neohrozí její požadovanou funkci, se požaduje omezení ročního množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce $M_{c,a}$ v $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$, tak, aby splňovalo podmínku:

$$M_c \leq M_{c,N}$$

Pro jednoplášťovou střechu, konstrukci se zabudovanými dřevěnými prvky, konstrukci s vnějším tepelně izolačním systémem nebo vnějším obkladem, popř. jinou obvodovou konstrukci s difúzně málo propustnými vnějšími povrchovými vrstvami, je nižší z hodnot:

$$M_{c,N} = 0,10 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$$

nebo 3 % plošné hmotnosti materiálu, ve kterém dochází ke kondenzaci vodní páry,

je-li jeho objemová hmotnost vyšší než $100 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$; pro materiál s objemovou hmotností $\rho \leq 100 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ se použije 6 % jeho plošné hmotnosti;

pro ostatní stavební konstrukce je nižší z hodnot

$$M_{c,N} = 0,50 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$$

nebo 5 % plošné hmotnosti materiálu, ve kterém dochází ke kondenzaci vodní páry,

je-li jeho objemová hmotnost vyšší než $100 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$; pro materiál s objemovou hmotností $\rho \leq 100 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ se použije 10 % jeho plošné hmotnosti.

Ve stavební konstrukci s připuštěnou omezenou kondenzací vodní páry uvnitř konstrukce podle 6.1.2 [3] nesmí v roční bilanci kondenzace a vypařování vodní páry zůstat žádné zkondenzované množství vodní páry, které by trvale zvyšovalo vlhkost konstrukce. Roční množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce M_c , v $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$, tedy musí být nižší než roční množství vypařitelné vodní páry uvnitř konstrukce M_{ev} , v $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$.

Tabulka 8: 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.
[-]	[-]	$[\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})]$	$[\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})]$	[-]	[-]	$[\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})]$	$[\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})]$	[-]	[-]
STR-1	Plochá střecha	0,011	0,100	+	+	0,007	0,100	+	+
STN-2	Stěna k venkovnímu prostoru	-	-	-	-	0,000	0,000	+	+
STN(z)-8	Stěna přilehlá k zemině - z vytápěného prostoru	-	-	-	-	0,000	0,000	+	+
STN(z)-9	Stěna přilehlá k zemině - z temperovaného prostoru	-	-	-	-	0,000	0,000	+	+
STN(z)-10	Stěna přilehlá k zemině 2- z tepmerovaného prostoru	-	-	-	-	0,000	0,000	+	+
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.									

C.5.2.4 Tepelná stabilita kritické místnosti v letním období

Kritická místnost (tj. vnitřní prostor) vykazovat nejvyšší denní teplotu vzduchu v místnosti v letním období $\theta_{ai,max}$ (°C) tak, aby byla splněna podmínka:

$$\theta_{ai,max} \leq \theta_{ai,max,N}$$

Tabulka 9: Letní stabilita – hala

Místnost				
Ozn.	Název	$\theta_{ai,max,N}$	$\theta_{ai,max}$	Hod.
[-]	[-]	[°C]	[°C]	[-]
MIS-1	Hala	32,00	30,40	+
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				

Opatření pro zajištění tepelné stability v letním období

- před okna budou instalovány venkovními žaluzie s elektrickým ovládáním
- na východní a západní straně v 1NP jsou navrženy slunolamy
- obvodové a vnitřní stěny jsou navrženy ze zděných konstrukcí tl. 300 mm
- stropní konstrukce jsou navrženy jako železobetonové bez zavěšených podhledů

C.5.3 Průměrný součinitel prostupu tepla

Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} , ve $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$, budovy nebo vytápěné zóny musí splňovat podmínku:

$$U_{em} \leq U_{em,N}$$

Tabulka 10: Průměrný součinitel prostupu tepla

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/m².K	Budova jako celek	0,24	0,35	ANO

C.5.4 Denní osvětlení

C.5.4.1 Popis místností

Posouzení denního osvětlení bylo provedeno pro místnosti s označením:

- **Kancelář 2.02**

Rozměr místnosti 5,7 x 8,8 m, světlá výška 3,20 m. Výška parapetu 0,90 m. Velikost oken 3,0 x 1,50 m. Počet oken – 2. Hodnoty pro výpočet – plocha jednoho okna $A = 4,5 \text{ m}^2$ koeficient konstrukce okna 0,75. Stínící překážky v přímém okolí nejsou. Výška srovnávací roviny sledovaných bodů je 850 mm nad podlahou.

- **Kancelář 2.03**

Rozměr místnosti 3,95 x 3,15 m, světlá výška 3,20 m. Výška parapetu 0,90 m. Velikost okna 2,5 x 1,50 m. Počet oken – 1. Hodnoty pro výpočet – plocha jednoho okna $A = 3,75 \text{ m}^2$ koeficient konstrukce okna 0,75. Stínící překážky v přímém okolí nejsou. Výška srovnávací roviny sledovaných bodů je 850 mm nad podlahou.

- **Kuchyňka 2.04**

Rozměr místnosti 4,0 x 3,15 m, světlá výška 3,20 m. Výška parapetu 0,90 m. Velikost oken 1,25 x 1,5 m. Počet oken – 2. Hodnoty pro výpočet – plocha jednoho okna $A = 1,9 \text{ m}^2$ koeficient konstrukce okna 0,75. Stínící překážky v přímém okolí nejsou. Výška srovnávací roviny sledovaných bodů je 850 mm nad podlahou.

- **Přednášková místnost 2.13**

Rozměr místnosti 11,95 x 11,95 m, světlá výška 4,41 m. Výška parapetu 0,90 a 1,65 m. Velikost oken 4,0 x 3,0 m a 4,0 x 2,25 m. Počet oken – 2. Hodnoty pro výpočet – plocha jednoho okna $A = 12,0 \text{ m}^2$ a $A = 9 \text{ m}^2$ koeficient konstrukce okna 0,75. Stínící překážky v přímém okolí nejsou. Výška srovnávací roviny sledovaných bodů je 850 mm nad podlahou.

Činitelé odrazu světla jednotlivých ploch místností a exteriéru byly použity dle doporučení [9] následující:

- strop	0,70
- podlaha	0,30
- stěny	0,50

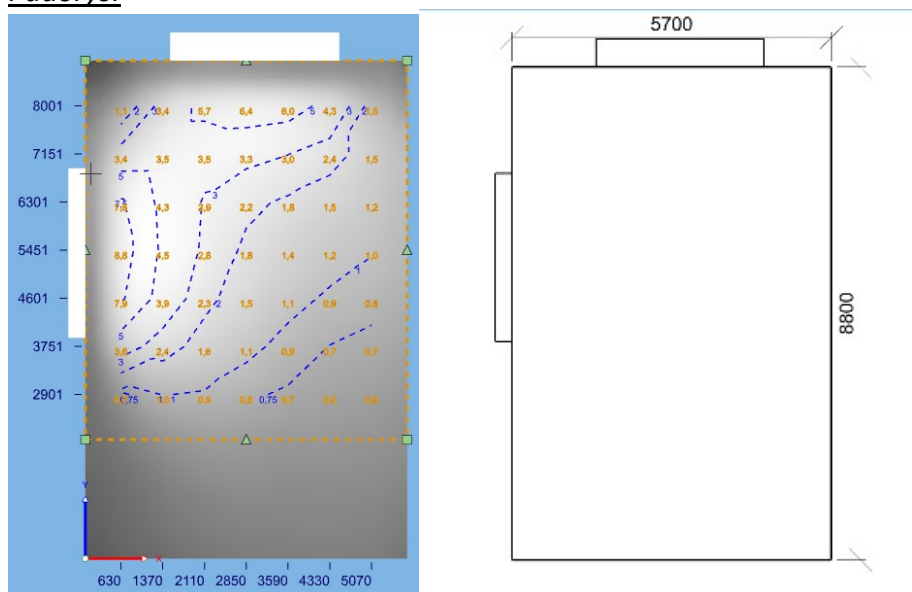
Sledovaná horizontální rovina v místnostech byla volena ve výšce 850 mm nad podlahou.

C.5.4.2 Vyhodnocení denního osvětlení

Posuzovaná místnost – kancelář 2.02

- Minimální hodnota: $D_{\min} = 0,6 \%$
- Průměrná hodnota: $D_m = 2,6 \%$
- Maximální hodnota: $D_{\max} = 8,8 \%$

Půdorys:



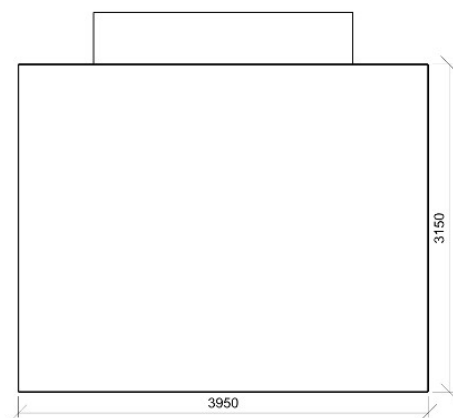
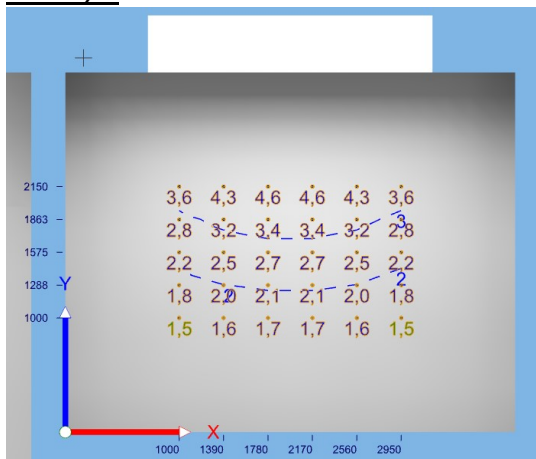
Obrázek 1: Kancelář 2.02 – Denní osvětlení

Výpočet a posouzení požadavků denního osvětlení byl zpracován v programu BuildingDesign **Požadavek je splněn** ve funkčně vymezeném prostoru kanceláře s uvažovaným sdruženým osvětlením.

Posuzovaná místnost –kancelář 2.03

- Minimální hodnota: $D_{\min} = 1,5 \%$
- Průměrná hodnota: $D_m = 2,7 \%$
- Maximální hodnota: $D_{\max} = 4,6 \%$

Půdorys:



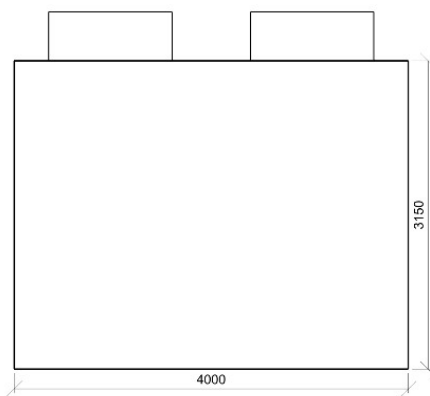
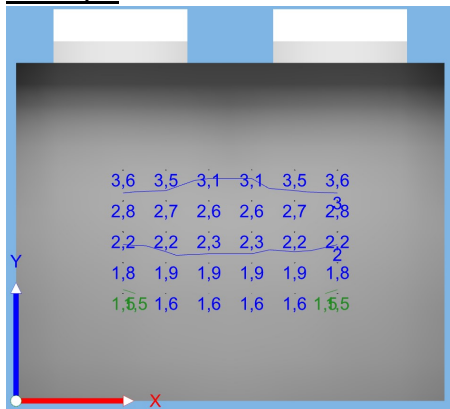
Obrázek 2: Kancelář 2.03 – Denní osvětlení

Výpočet a posouzení požadavků denního osvětlení byl zpracován v programu BuildingDesign. **Požadavky jsou splněny.**

Posuzovaná místnost – kuchyňka 2.04

- Minimální hodnota: $D_{\min} = 1,5 \%$
- Průměrná hodnota: $D_m = 2,4 \%$
- Maximální hodnota: $D_{\max} = 3,6 \%$

Půdorys:



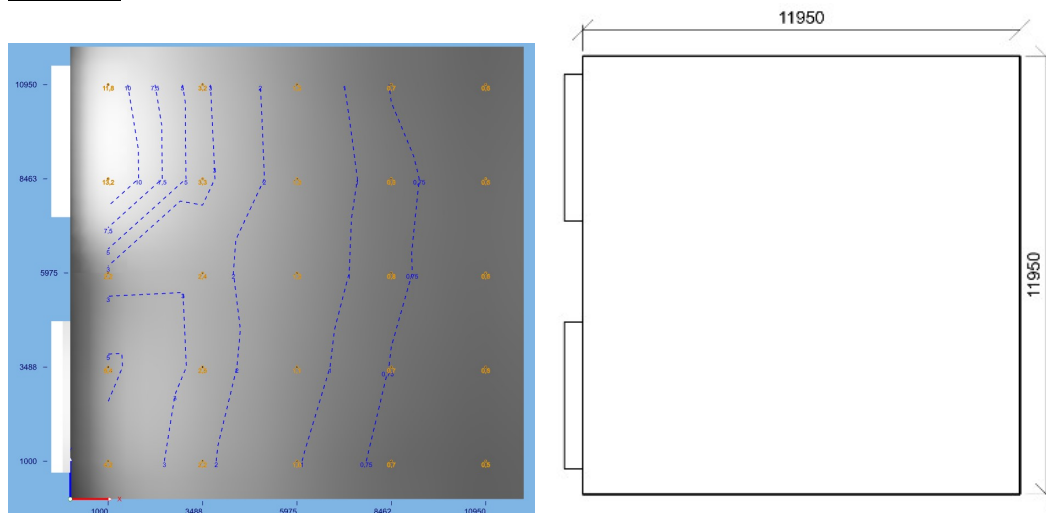
Obrázek 3: Kuchyňka 2.04 – Denní osvětlení

Výpočet a posouzení požadavků denního osvětlení byl zpracován v programu BuildingDesign. **Požadavky jsou splněny.**

Posuzovaná místnost – přednášková místnost 2.13

- Minimální hodnota: $D_{\min} = 0,5 \%$
- Průměrná hodnota: $D_m = 2,5 \%$
- Maximální hodnota: $D_{\max} = 13,2 \%$

Půdorys:



Obrázek 4: Přednášková místnost 2.13 – denní osvětlení

Výpočet a posouzení požadavků denního osvětlení byl zpracován v programu BuildingDesign **Požadavek je splněn** s uvažovaným sdruženým osvětlením.

C.6 Závěr a navržená opatření

C.6.1 Zvukoizolační vlastnosti konstrukcí

Na základě posouzení a následného vyhodnocení vnitřních konstrukcí objektu „Budova pro vzdělávání“ podle požadavků ČSN 73 0532:2020 lze konstatovat, že **všechny navržené vnitřní konstrukce splňují požadavky** z hlediska vzduchové a kročejové neprůzvučnosti.

Při provádění konstrukce stropu s plovoucí těžkou podlahou musí být **dodrženy pravidla technologického postupu** a kvality předepsaného materiálu. Především:

- Řádné oddílování podlahy pružným páskem tl. min. 5 mm od obvodových stěn.
- Nesmí dojít k zatečení anhydritu nebo betonové mazaniny mezi pásek a stěnu – nikde, případně zanesení částic omítky nebo lepidla či stěrky.
- Nášlapná vrstva, nesmí být v kontaktu se stěnou – tedy i soklové lišty.

C.6.2 Úspora energie a ochrana tepla

Na základě posouzení a následného vyhodnocení navržených skladeb vnějších i vnitřních konstrukcí objektu „Budova pro vzdělávání“ podle požadavků ČSN 73 0540-2:2011 lze konstatovat, že:

- všechny navržené konstrukce **splňují požadavek** na hodnotu teplotního faktoru vnitřního povrchu;
- všechny navržené konstrukce vyhověly z hlediska šíření tepla, tj. je **splněn požadavek** na hodnotu součinitele prostupu tepla;
- všechny konstrukce vyhoví na požadavky **šíření vlhkosti konstrukcí**;
- zvolená kritická místnost objektu **splňuje požadavek na tepelnou stabilitu místnosti v letním období** za využití vnějších žaluzií a slunolamů,
- byl splněn normový požadavek na prostup tepla obálkou budovy:

Objekt byl posouzen z hlediska prostupu tepla obálkou budovy a je dle ČSN 73 0540-2:2011 zařazen do klasifikační třídy **B – úsporná**. Následně byl zpracován energetický štítek obálky budovy. Dle Vyhlášky ENB 264/2020 Sb. je objekt zařazen do **A – velmi úsporná** klasifikační třídy energetické náročnosti budovy

C.6.3 Denní osvětlení

Na základě provedeného výpočtu a ověření hodnot činitele denního osvětlení lze konstatovat, že posuzované místnosti:

- **Posuzované místnosti** – splňují požadavky dle ČSN EN 17 037:2019 na hodnotu č. d. o. buď v celé ploše místnosti, nebo ve funkčně vymezeném prostoru.



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 PRO
VZDĚLÁVÁNÍ V HRADCI KRÁLOVÉ**

LOW-ENERGY BUILDING FOR EDUCATION IN HRADEC KRÁLOVÉ

D. POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍ ŘEŠENÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Martin Mužík

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARCELA POČINKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2022

D.1 Všeobecné údaje o stavbě

Urbanistické a architektonické řešení objektu:

Jedná se o novostavbu energeticky úsporné budovy. budova je samostatně stojící dvoupodlažní objekt o čtvercovém půdorysu, částečně podsklepený. Objekt je zastřešen vegetační extenzivní plochou střechou.

Dispoziční řešení objektu:

V objektu se nachází v 1. NP vstupní hala se sezením, uprostřed podlaží je hygienické zázemí společně s šatnami a kuchyňkou. V tomto podlaží jsou vstupy do objektu umístěny na západní, severní a východní straně budovy. Ve 2. NP jsou umístěny kanceláře s kuchyňkou, hygienické zázemí a dvě přednáškové místnosti. V podsklepené části objektu se nachází technická místnost, ve které jsou umístěny technologie k provozu objektu a sklad. Přístup do všech pater budovy je mimo schodiště zajištěn také výtahem.

Konstrukční řešení objektu:

Objekt je řešen jako monolitický železobetonový skelet se ztuženým jádrem. Zdi tvořící suterén a ztužené jádro jsou ŽB tl. 300 mm. Svislé nosné konstrukce v nadzemních podlažích jsou tvořeny ŽB sloupy, které jsou založeny na základových patkách. Výplňové obvodové zdi je z pórobetonových tvárnic tl. 300 mm s kontaktním zateplením z minerální vlny tl. 200 mm. Příčky jsou z pórobetonových tvárnic tl. 150 mm. Stropy jsou z předpjatých ŽB panelů.

D.2 Požárně technické posouzení

Dokumentace je zpracována v souladu s platnými zákonnými předpisy zejména 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, zákonem č. 133/1985 Sb., o požární ochraně ve znění pozdějších předpisů a vyhláškami MMRČR č. 268/2009 Sb., o obecně technických požadavcích na výstavbu ve znění pozdějších předpisů a č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb ve znění pozdějších předpisů. Dále je zpracována v souladu s platnými ČSN viz položka 2.1 této zprávy.

D.2.1 Podklady použité ke zpracování

- Stavebně technické podklady stavby:
 - Projektová dokumentace stavební části
- Další podklady:
 - Zoufal a kol.: Hodnoty požární odolnosti stavebních konstrukcí podle Eurokódů
 - technické listy výrobců

D.2.2 Požárně technické charakteristiky

Objekt bude posouzen v souladu s vyhláškou č. 23/2008 Sb. ve znění pozdějších předpisů podle ČSN 730802.

Požárně technické charakteristiky objektu:

Svislé nosné a požárně dělící konstrukce:

ŽB stěna tl. 300 mm – DP1

ŽB sloup 300x300 – DP1

Příčka z pórobetonových tvárnic tl. 150 mm – DP1

Stěna z pórobetonových tvárnic tl. 300 mm – DP1

Vodorovné nosné a požárně dělící konstrukce:

ŽB stropní deska tl. 250 mm – DP1

ŽB střešní deska tl. 250 mm – DP1

Konstrukční systém objektu: Nehořlavý

čl. 7.2.8a) „02“ svislé i vodorovné nosné a požárně dělící konstrukce celého objektu jsou druhu DP1

Požární výška: **h = 3,8 m**

D.2.3 Rozdělení objektu do požárních úseků

Objekt bude do požárních úseků rozdělen následovně:

Tabulka 11: Rozdělení objektu na požární objekty

Název požárního úseku	Název místnosti	S [m ²]	Výška hs [m]	Nahod. pn [kg.m ⁻²]	Stálé ps [kg.m ⁻²]	Podlaží
N02.04 - Přednáškové místnost 1	2.12 Přednášková místnost	140,4	3,13	25,0	0,0	2. NP
N02.05 - Přednáškové místnost 2	2.13 Přednášková místnost	140,4	3,13	25,0	0,0	2. NP
P01.01/N02	0.03 Chodba	9,1	2,84	5,0	0,0	1. PP 1. NP 2. NP
	1.01 Hala	471,2		5,0	0,0	
	1.02 Kuchyňka	18,7		15,0	0,0	
	1.03 Úklidová místnost	7,3		60,0	0,0	
	1.04 WC umývárna ženy	3,7		5,0	0,0	
	1.05 WC ženy	14,8		5,0	0,0	
	1.06 Bezbariérové WC ženy	4,7		5,0	0,0	
	1.07 Šatna ženy	22,3		75,0	0,0	
	1.08 Šatna muži	22,3		75,0	0,0	
	1.09 WC umývárna muži	3,7		5,0	0,0	
	1.10 WC muži	14,8		5,0	0,0	
	1.11 Bezbariérové WC muži	4,7		5,0	0,0	
	2.01 Chodba	82,6		5,0	0,0	
	2.02 Kancelář	48,7		40,0	0,0	
	2.03 Kancelář	12,4		50,0	0,0	
	2.04 Kuchyňka	12,7		50,0	0,0	
	2.05 Kancelář	12,4		50,0	0,0	
	2.06 Kancelář	48,7		40,0	0,0	
	2.07 Úklidová místnost	6,9		60,0	0,0	
	2.08 WC umývárna muži	4,5		5,0	0,0	
	2.09 WC muži	11,8		5,0	0,0	
	2.10 WC umývárna ženy	4,5		5,0	0,0	
	2.11 WC ženy	11,8		5,0	0,0	
P01.02 - Technické zázemí	0.01 Technická místnost	46,7	2,55	15,0	0,0	1. PP
P01.03 - Sklad	0.02 Sklad	25,4	2,55	75,0	0,0	1. PP

D.2.4 Požární riziko, SPB, posouzení velikosti PÚ

Tabulka 12: Charakteristika požárních úseků

Požární úsek	p _v [kg.m ⁻²]	p [kg.m ⁻²]	a _n	a	b	c	S [m ²]	SPB
P01.01/N02	7,92	15,76	0,992	0,992	0,506	1,00	844,3	I.
P01.02	18,60	15,00	0,90	0,9	1,378	1,00	46,7	II.
P01.03	94,61	75,00	1,00	1,000	1,261	1,00	25,4	IV.
N02.04	17,46	25,00	0,8	0,800	0,873	1,00	140,4	II.
N02.05	17,46	25,00	0,8	0,800	0,873	1,00	140,4	II.

P01.01/N02

mezní Délka: 63,07 m, Šířka: 40,3 m

skutečná Délka: 25 m, Šířka: 25 m ⇒ **Vyhovuje**

P01.02

mezní Délka: 70 m, Šířka: 44 m

skutečná Délka: 12,8 m, Šířka: 5,55 m ⇒ **Vyhovuje**

P01.03

mezní Délka: 62,5 m, Šířka: 40 m

skutečná Délka: 6,7 m, Šířka: 4,6 m ⇒ **Vyhovuje**

N02.04

mezní Délka: 77,5 m, Šířka: 48 m

skutečná Délka: 12,5 m, Šířka: 12,5 m ⇒ **Vyhovuje**

N02.05

mezní Délka: 77,5 m, Šířka: 48 m

skutečná Délka: 12,5 m, Šířka: 12,5 m ⇒ **Vyhovuje**

D.2.5 Posouzení požární odolnosti stavebních konstrukcí v PÚ

Požadované hodnoty požární odolnosti jsou stanoveny dle tab. 12 ČSN 730802, splněny budou také požadavky čl. 8.7.1 – tj. že požárně dělící a nosné stavební konstrukce zajišťující stabilitu u objektů se třemi a více nadzemními podlažími, musí být navrženy s odolností nejméně 30 minut, pokud není požadována vyšší požární odolnost (neplatí pro poslední NP a požární úseky bez požárního rizika).

U svislých konstrukcí mezi sousedícími požárními úseky je rozhodující vždy vyšší požadavek. Požadavky pro instalační šachty platí pro nadzemní i podzemní podlaží.

Skutečné hodnoty požární odolnosti jsou stanoveny dle technických listů výrobců a dle publikace Zoufal a kol.: Hodnoty požární odolnosti stavebních konstrukcí podle Eurokódů.

Tabulka 13: Posouzení požární odolnosti stavebních konstrukcí – I. Stupeň

I. STUPEŇ POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI			
KONSTRUKCE	PODLAŽÍ	POŽADAVEK	SKUTEČNOST
Požární stěny a požární stropy	1PP	EI 30 DP1	REI 180 DP1 ŽB monolitická stěna tl. 150 mm, krytí 15 mm
		REI 30 DP1	REI 180 DP1 ŽB monolitická stěna tl. 300 mm, krytí 25 mm
	1NP	REI 15	REI 90 DP1 ŽB monolitická stropní deska tl. 200 mm, krytí 20 mm
	2NP	REI 15	REI 180 Pórobeton tl. 300 mm
Požární uzávěry otvorů v požárních stěnách a stropech	1PP	EW 15 DP3	Konstrukčně samouzavírací
	2NP	EW 15 DP3	
Obvodové stěny zajišťující stabilitu objektu nebo jeho části	1PP	R 15	REI 90 DP1 ŽB monolitická stěna tl. 200 mm, krytí 20 mm
Obvodové stěny nezajišťující stabilitu objektu nebo jeho části	2NP	EW 15	REI 180 Pórobeton tl. 300 mm
	1NP	EW 15	Bude osazeno fixním sklem dle požadavků
Nosná konstrukce střech	2NP	REI 15	REI 90 DP1 ŽB monolitická střešní deska tl. 200 mm, krytí 20 mm
Nosné konstrukce uvnitř požárního úseku, které zajišťují stabilitu objektu	1PP	R 30 DP1	REI 180 DP1 ŽB monolitická stěna tl. 300 mm, krytí 25 mm
	1NP	R 15	REI 180 DP1 ŽB monolitická stěna tl. 300 mm, krytí 25 mm
	2NP	R 15	REI 180 Pórobeton tl. 300 mm
	1PP	R 30 DP1	R 90 DP1 ŽB monolitický sloup 300x300 mm, krytí 25 mm
	1NP	R 15	R 90 DP1 ŽB monolitický sloup 300x300 mm, krytí 25 mm
	2NP	R 15	R 90 DP1 ŽB monolitický sloup 300x300 mm, krytí 25 mm

Tabulka 14: Posouzení požární odolnosti stavebních konstrukcí – II. Stupeň

II. STUPEŇ POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI			
KONSTRUKCE	PODLAŽÍ	POŽADAVEK	SKUTEČNOST
Požární stěny a požární stropy	1PP	EI 45 DP1	REI 180 DP1 ŽB monolitická stěna tl. 150 mm, krytí 15 mm
		REI 45 DP1	REI 180 DP1 ŽB monolitická stěna tl. 300 mm, krytí 25 mm
		REI 45 DP1	REI 90 DP1 ŽB monolitická stropní deska tl. 200 mm, krytí 20 mm
	2NP	REI 15	REI 180 Pórobeton tl. 300 mm
Požární uzávěry otvorů v požárních stěnách a stropích	1PP	EW 30 DP1	Konstrukčně samouzavírací
	2NP	EW 15 DP3	
Obvodové stěny zajišťující stabilitu objektu nebo jeho části	1PP	R 45 DP1	REI 90 DP1 ŽB monolitická stěna tl. 200 mm, krytí 20 mm
Obvodové stěny nezajišťující stabilitu objektu nebo jeho části	2NP	EW 15	REI 180 Pórobeton tl. 300 mm
Nosná konstrukce střech	2NP	REI 15	REI 90 DP1 ŽB monolitická střešní deska tl. 200 mm, krytí 20 mm
Nosné konstrukce uvnitř požárního úseku, které zajišťují stabilitu objektu	2NP	R 15	R 90 DP1 ŽB monolitický sloup 300x300 mm, krytí 25 mm
	1NP	RE 30	REI 90 DP1 ŽB monolitická stropní deska tl. 200 mm, krytí 20 mm

Tabulka 15: Posouzení požární odolnosti stavebních konstrukcí – IV. Stupeň

IV. STUPEŇ POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI			
KONSTRUKCE	PODLAŽÍ	POŽADAVEK	SKUTEČNOST
Požární stěny a požární stropy	1PP	EI 90 DP1	REI 180 DP1 ŽB monolitická stěna tl. 150 mm, krytí 15 mm
		REI 90 DP1	REI 180 DP1 ŽB monolitická stěna tl. 300 mm, krytí 25 mm
		REI 90 DP1	REI 90 DP1 ŽB monolitická stropní deska tl. 200 mm, krytí 20 mm
Požární uzávěry otvorů v požárních stěnách a střepech	1PP	EW 45 DP1	Konstrukčně samouzavírací
Obvodové stěny zajišťující stabilitu objektu nebo jeho části	1PP	R 90 DP1	REI 90 DP1 ŽB monolitická stěna tl. 200 mm, krytí 20 mm

Poznámky:

V souladu s čl. 8.4.10 ČSN 730802 lze u požárních úseků v objektu $h < 12$ m upustit od požárních pásů.

Objekt je kontaktně zateplen systémem ETICS, izolantem je minerální vlna tl. 200 mm. Zateplovací systém se nachází na objektu s požární výškou 3,8 m, tj. méně než 12 m, izolant má třídu reakce na oheň A1, jako celek je systém posuzován třídou reakce na oheň A1, $i_s = 0 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ podle čl. 3.1.3.2 „10“.

V souladu s čl. 3.1.3 ČSN 73 0810 se vnější zateplení provedené v souladu s touto normou považuje za povrchovou úpravu, nemá vliv na druh konstrukce ani konstrukční systém objektu, může se použít v požárních pásech i v požárně nebezpečném prostoru požárních úseků téhož objektu i v požárně nebezpečném prostoru jiného objektu.

Uvedené zásady platí pro vnější zateplení nadzemní části objektů.

Na zateplení částí pod terénem je kladen požadavek pouze na třídu reakce na oheň tepelně izolačního materiálu, a to minimálně E. Tato část může vystupovat nad terén až do výšky 1,0 m. Výrobek bude mít certifikát deklarující požadované vlastnosti.

Stavební konstrukce při splnění výše uvedených požadavků **vyhoví**.

D.2.6 Evakuace a únikové cesty

Hlavní body řešení evakuace z objektu

V objektu je z prostor kanceláří ve 2. NP umožněn únik nechráněnou únikovou cestou, která je součástí požárního úseku P01.01/N02. Z přednáškových místností ve 2. NP je umožněn únik nechráněnou únikovou cestou, která je součástí požárního úseku P01.01/N02 a také po požárním schodišti do venkovního prostranství.

Vyhodnocení normových hodnot pro vnitřní shromažďovací prostory dle ČSN 730831

Nejmenší počet osob mezní normové hodnoty pro vnitřní shromažďovací prostory výškového pásma VP1, položky 2.1.1 posluchárny s připevněnými sedadly (tabulka A.1) je 200 osob v prostoru.

118 < 200 osob

Přednáškové místnosti nejsou považovány za shromažďovací prostor.

Stanovení počtu evakuovaných osob dle ČSN 730818

Tabulka 16: Stanovení počtu evakuovaných osob

Název požárního úseku	Název místnosti	S [m ²]	Plocha na osobu [m ²]	Součinitel osob	Počet osob
N02.04 - Přednášková místnost 1	2.12 Přednášková místnost	140,4	-	-	118
N02.05 - Přednášková místnost 2	2.13 Přednášková místnost	140,4	-	-	118
P01.01/N02	0.03 Chodba	9,1	-	-	-
	1.01 Hala	471,2	-	-	30
	1.02 Kuchyňka	18,7	-	-	-
	1.03 Úklidová místnost	7,3	-	-	-
	1.04 WC umývárna ženy	3,7	-	-	-
	1.05 WC ženy	14,8	-	-	-
	1.06 Bezbariérové WC ženy	4,7	-	-	-
	1.07 Šatna ženy	22,3	-	-	-
	1.08 Šatna muži	22,3	-	-	-
	1.09 WC umývárna muži	3,7			
	1.10 WC muži	14,8			
	1.11 Bezbariérové WC muži	4,7			
	2.01 Chodba	82,6			
	2.02 Kancelář	48,7	5	-	10
	2.03 Kancelář	12,4	5	-	2
	2.04 Kuchyňka	12,7	-	-	-
	2.05 Kancelář	12,4	5	-	2
	2.06 Kancelář	48,7	5	-	10
	2.07 Úklidová místnost	6,9	-	-	-
	2.08 WC umývárna muži	4,5	-	-	-
	2.09 WC muži	11,8	-	-	-
	2.10 WC umývárna ženy	4,5	-	-	-
	2.11 WC ženy	11,8	-	-	-
P01.02 - Technické zázemí	0.01 Technická místnost	46,7	-	-	-
P01.03 - Sklad	0.02 Sklad	25,4	-	-	-

Stanovení počtu osob na jednotlivých únikových cestách

Vnitřní schodiště – 96 osob

Požární schodiště – 164 osob

Nechráněná úniková cesta – posouzení

1. volba NÚC:

Nechráněné únikové cesty v souladu s čl. 9.8 a) ČSN 730802 slouží především k propojení jednotlivých požárních úseků s chráněnými únikovými cestami, případně mohou ústít přímo ven na volné prostranství.

2. posouzení délek nechráněných únikových cest

Tabulka 17: Délky nechráněných únikových cest

Název požárního úseku	Počet směrů úniku	a (-)	Mezní délka (m)	Skutečná délka (m)	Posouzení	Počátek	Konec
N02.04 - Přednášková místnost 1	2	0,8	50	48,4	Vyhovuje	Nejvzdálenější sedadlo v místnosti 2.12	Vstup na volné prostranství v 1NP
				31,2	Vyhovuje	Nejvzdálenější sedadlo v místnosti 2.12	Vstup na požární schodiště
N02.05 - Přednášková místnost 2	2	0,8	50	49,5	Vyhovuje	Nejvzdálenější sedadlo v místnosti 2.13	Vstup na volné prostranství v 1NP
				32,5	Vyhovuje	Nejvzdálenější sedadlo v místnosti 2.13	Vstup na požární schodiště
P01.01/N02	1	0,992	40,4	23,6	Vyhovuje	Osa dveří kanceláře 2.06	Vstup na volné prostranství v 1NP

3. posouzení šířky NÚC

$$u = \frac{E}{K} \cdot s$$

Tabulka 18: Šířky nechráněných únikových cest

Název požárního úseku	a	E	K	s	u (min. počet ÚP)	Mezní šířka 1 pruhu = 0,55 m	Skutečná šířka (m)	Posouzení
Vnitřní schodiště	0,99	96	46	1	2,1	1,375	1,65	Vyhovuje
Požární schodiště	0,8	164	65	1	2,5	1,375	1,4	Vyhovuje
Dveře na požární schodiště	0,8	82	80	1	1,0	0,55	0,8	Vyhovuje
Dveře na volné prostranství	0,99	48	61	1	0,8	0,55	1,6	Vyhovuje

Požadavky na provedení a vybavení únikových cest

- Na únikových cestách nesmí být použity jiné dveře než otevíravé v postranních závěsech a vodorovně posuvné.
- Splněny budou požadavky čl. 13.1.1 ČSN 73 0810 – uzamykatelné dveře na únikových cestách musí mít ve směru úniku kování, které umožní po vyhlášení poplachu (nebo po jinak vzniklém ohrožení) otevření uzávěru ručně nebo samočinně, bez užití jakýchkoliv nástrojů i v případě, že jsou dveře uzamčené, zablokované nebo jinak zajištěné proti vloupání, tj. dveře na únikových cestách budou opatřeny mechanickým panikovým zámkem a klikou (paniková klika).
- 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 zámkem, kódovými kartami) a musejí být v případě evakuace odblokovány a otevíratelné bez dalších opatření, například pomocí EPS nebo přídržných tlačítek.
- Dveře z místností a prostorů hygienického příslušenství, šaten, odpočíváren apod. budou opatřeny kování, které i bez speciálního náradí umožňuje otevřít zvenčí dveře zevnitř zajištěné.
- U dvoukřídlových dveří, u kterých je nutno otevírat z hlediska dodržení potřebné šířky únikové cesty obě křídla, je nutno osadit koordinátor zavírání dveřních křídel.
- Dveře, popř. vrata na únikové cestě ovládaná motoricky musí umožňovat také ruční otevření.
- Podlaha na obou stranách dveří na únikové cestě bude do vzdálenosti šířky dveřního křídla na stejné výškové úrovni, kromě východových dveří, za nimiž může být podlaha snížena o 180 mm.
- Schodiště na únikové cestě bude svým provedením splňovat požadavky ČSN 73 4130. Výška schodišťového stupně bude volena mezi 150 mm a 180 mm.
- Únikové komunikace budou dostatečně osvětleny denním nebo umělým světlem alespoň během provozní doby objektu.

- Nouzové osvětlení je požadováno u všech typů CHÚC; budou osazena svítidla s vestavnou samodobíjecí baterií, alt. sdružující označení únikové cesty – viz níže. Osvětlení bude v souladu s ČSN EN 1838 funkční po dobu min. 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 01 8013 – Požární tabulky a podle nařízení vlády NV 375/2017 Sb. všude, kde není východ na volné prostranství přímo viditelný.

D.2.7 Odstupové vzdálenosti

Kontaktní zateplovací systém budovy do 12 m odpovídající čl. 3.1.3.2 ČSN 730810

Pokud ucelené sestavy vnějšího zateplení nevykazují třídu reakce na oheň A1 nebo A2 (minerální vlna apod.), je nutné v případě tloušťky tepelně izolačního materiálu větší než 200 mm zhodnotit množství uvolněného tepla z 1 m² plochy zateplení.

Zde se nachází 200 mm zateplení fasádních desek z minerální vlny. U tohoto zateplení není nutné stanovit množství uvolněného tepla a zhodnotit požární otevřenost takto zateplené stěny.

Stanovení odstupových vzdáleností sáláním (prostřednictvím požárně otevřených ploch)

Odstupové vzdálenosti jsou stanoveny pro zcela požárně otevřené plochy oken a dveří (případně od částečně nebo zcela požárně otevřených ploch obvodové stěny) a to pro konstrukční systém nehořlavý.

Východní fasáda:

požární úsek N02.04 (přednášková místnost 1) – $p_v = 17,5 \text{ kg.m}^{-2}$, vymezená délka $l = 10,6 \text{ m}$, výška

$h_u = 3 \text{ m}$, $S_p = 31,8 \text{ m}^2$ $S_{po} = 20,6 \text{ m}^2$, $p_o = 65 \% \Rightarrow d = 2,86 \text{ m}$

požární úsek P01.01/N02 – $p_v = 8,4 \text{ kg.m}^{-2}$, vymezená délka $l = 25 \text{ m}$, výška

$h_u = 6,1 \text{ m}$, $S_p = 152,5 \text{ m}^2$ $S_{po} = 79,75 \text{ m}^2$, $p_o = 52 \% \Rightarrow d = 1,87 \text{ m}$

Západní fasáda:

požární úsek N02.05 (přednášková místnost 1) – $p_v = 17,5 \text{ kg.m}^{-2}$, vymezená délka $l = 10,6 \text{ m}$, výška

$h_u = 3 \text{ m}$, $S_p = 31,8 \text{ m}^2$ $S_{po} = 20,6 \text{ m}^2$, $p_o = 65 \% \Rightarrow d = 2,86 \text{ m}$

požární úsek P01.01/N02 – $p_v = 8,4 \text{ kg.m}^{-2}$, vymezená délka $l = 25 \text{ m}$, výška

$h_u = 6,1 \text{ m}$, $S_p = 152,5 \text{ m}^2$ $S_{po} = 79,75 \text{ m}^2$, $p_o = 52 \% \Rightarrow d = 1,87 \text{ m}$

Jižní fasáda:

požární úsek P01.01/N02 – $p_v = 8,4 \text{ kg.m}^{-2}$, vymezená délka $l = 25 \text{ m}$, výška

$h_u = 2,95 \text{ m}$, $S_p = 73,8 \text{ m}^2$ $S_{po} = 36,875 \text{ m}^2$, $p_o = 50 \% \Rightarrow d = 0,76 \text{ m}$

Severní fasáda:

požární úsek P01.01/N02 – $p_v = 8,4 \text{ kg.m}^{-2}$, vymezená délka $l = 25 \text{ m}$, výška $h_u = 6,1 \text{ m}$, $S_p = 152,5 \text{ m}^2$ $S_{po} = 94,01 \text{ m}^2$, $p_o = 62 \text{ \%}$ $\Rightarrow d = 2,89 \text{ m}$

Odstupové vzdálenosti pro dopad hořících částí:

Na objektu se nevyskytují konstrukční části druhu DP3.

Závěr:

Pro jednotlivé fasády se určí odstupové vzdálenosti sáláním. Stanoví se odstupové vzdálenosti pro jednotlivé fasády; vymezí se požárně nebezpečný prostor a zhodnotí se, zda přesahuje pozemek investora. Kromě veřejného prostranství požárně nebezpečný prostor od vlivu sálání nepřesahuje hranici pozemků jiných vlastníků. Posuzovaná budova se nenachází v požárně nebezpečném prostoru jiného objektu. Stav je vyhovující.

D.2.8 Technická a technologická zařízení

D.2.8.1 Rozvodná potrubí a 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 $40\,000 \text{ mm}^2$ (bez ohledu na hořlavost použitého materiálu) bez dalších opatření;
- b) potrubí světlého průřezu nad $40\,000 \text{ mm}^2$ 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 $40\,000 \text{ mm}^2$ a jejich příslušenství z hořlavých stavebních výrobků nesmí být volně vedena požárním úsekem a musí být:

1. zabudována ve stavební konstrukci druhu DP1, 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 mm^2 v budovách skupiny OB1 nebo OB2 dle ČSN 730833 a požární výšky $h \leq 22,5 \text{ m}$ mohou být pro hořlavé kapaliny z výrobků třídy reakce na oheň A2 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 světlem průřezu do 15 000 mm² bez dalších opatření;
- c) rozvodná potrubí o světlem průřezu nad 15 000 mm² do 35 000 mm² musí mít v místě prostupu uzávěr (např. ventil nebo šoupě), který se samočinně uzavře, jakmile teplota prostředí 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 DP1 a požární uzávěry otvorů EI 45 DP1. 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. 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.

Těsnění prostupů rozvodů a instalací požárně dělícími konstrukcemi se dle čl. 6.2 ČSN 730810 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 vstup 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.

D.2.8.2 Vytápění

Objekt je vytápěn výměňkovou stanicí, která zajišťuje distribuci tepla a ohřev teplé vody v celém objektu.

Výměňková stanice bude odpovídat platným zákonným a normativním předpisům. Technická místnost tvoří samostatný požární úsek.

D.2.8.3 Vzduchotechnické zařízení

Vzduchotechnická zařízení musí být provedena tak, aby se jimi nebo po nich nemohl šířit požár nebo jeho zplodiny do jiných požárních úseků. Požadavky na provedení, umístění a vybavení vzduchotechnických zařízení z hlediska požární bezpečnosti stanoví ČSN 73 0872.

Prostup mezi potrubím a stěnou bude požárně utěsněn dle kap. 2.8.1. této zprávy.

D.2.8.4 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 požadavky ČSN 73 0608 a bezpečná vzdálenost tepelných spotřebičů od hořlavých hmot dle přílohy č. 8 vyhlášky č. 23/2008 Sb.

D.2.9 Zařízení pro protipožární zásah

D.2.9.1 Přístupové komunikace a nástupní plochy

Přístupová komunikace nesmí být delší než 20 m, minimální šířka komunikace je 3 m. Přístupová komunikace musí být projektována podle ČSN 73 0802 čl. 12.2.

Objekt přiléhá k obousměrné zpevněné silniční komunikaci šířky 5 m > 3 m, hlavní vstup do objektu je od ní vzdálen 11 m < 20 m. Stav je vyhovující.

Objekt má požární výšku 3,8 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.

D.2.9.2 Zásobování požární vodou

Vnější odběrní místo:

Požadavek na vnější odběrné místo dle ČSN 730873, tab. 1 a 2:

Typ odběrního místa	Vzdálenosti[m] od objektu mezi sebou		DN mm	v m.s ⁻¹	Q l.s ⁻¹
Hydrant	150	300	125	0,8	18

Skutečnost:

Ve vzdálenosti 14 m od posuzovaného objektu se nachází nadzemní hydrant na potrubí DN 125, stav je vyhovující.

Vnitřní odběrní místa:

1. stanoveno výpočtem součinu, je-li $p \cdot S > 9\,000$ kg podle čl. 4.4 b)1) ČSN 730873, je nutné zřídit vnitřní odběrní místo:

N02.04 – Přednášková místnost 1

Součin půdorysné plochy požárního úseku nepřesahuje hodnotu 9000,
 $S \times p = 3510,5 \text{ kg} < 9000 \text{ kg}$ Není nutné zřídit vnitřní odběrné místo.

N02.05 – Přednášková místnost 2

Součin půdorysné plochy požárního úseku nepřesahuje hodnotu 9000,
 $S \times p = 3510,5 \text{ kg} < 9000 \text{ kg}$ Není nutné zřídit vnitřní odběrné místo.

P01.01/N02

Součin půdorysné plochy požárního úseku nepřesahuje hodnotu 9000,
 $S \times p = 13460,9 \text{ kg} < 9000 \text{ kg}$ Je nutné zřídit vnitřní odběrné místo.

P01.02 – Technické zázemí

Součin půdorysné plochy požárního úseku nepřesahuje hodnotu 9000,
 $S \times p = 700,2 \text{ kg} < 9000 \text{ kg}$ Není nutné zřídit vnitřní odběrné místo.

P01.03 - Sklad

Součin půdorysné plochy požárního úseku nepřesahuje hodnotu 9000,
 $S \times p = 1902 \text{ kg} < 9000 \text{ kg}$ Není nutné zřídit vnitřní odběrné místo.

Je nutné zřídit vnitřní odběrné místo. Bude osazen vnitřní hadicový systém DN 19 s tvarově stálou hadicí, poloha viz výkres 1.NP.

2.9.3. Návrh počtu PHP

Pro požární úseky posuzované podle ČSN 73 0802 a ČSN 73 0835 je počet PHP stanoven ve smyslu čl. 12.8 ČSN 73 0802 dle rovnice $n_r = 0,15 (S \times a \times c_3)^{1/2}$; dále jsou zohledněny požadavky přílohy 4, vyhl. MV č. 23/2008 Sb. v platném znění. Pro požární úseky a objekty posuzované podle ČSN 73 0833 jsou požadavky na PHP stanoveny příslušnou ČSN.

Tabulka 19: Přenosné hasicí přístroje

Název požárního úseku	Požadovaný počet PHP nr	Počet hasicích jednotek nHJ = 6*nr	Zvolený hasicí přístroj
N02.04 - Přednášková místnost 1	1,6	9,6	2x 21A práškový HP 6kg PG6
N02.05 - Přednášková místnost 2	1,6	9,6	2x 21A práškový HP 6kg PG6
P01.01/N02	4,4	26,4	5x 21A práškový HP 6kg PG6
P01.02 - Technické zázemí	1	6	1x 21A práškový HP 6kg PG6
P01.03 - Sklad	1	6	1x 21A práškový HP 6kg PG6

Umístění hasicích přístrojů

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

D.2.9.4 Dodávka elektrické energie

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

Elektrické rozvody zajišťující funkci nebo ovládání zařízení sloužící k protipožárnímu zabezpečení objektů (např. požární výtah, evakuační výtah, posilovací čerpadlo, nouzové osvětlení) musí mít zajištěnou dodávku elektrické energie alespoň ze dvou na sobě nezávislých zdrojů. Vodiče a kabely zajišťující funkci a ovládání zařízení sloužící k protipožárnímu zabezpečení stavebních objektů musí splňovat požadavky čl. 12.9.2 ČSN 73 0802 a ČSN 73 0848.

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.

Vypínání elektrické energie

V případě, že v objektu nejsou zařízení, jejichž funkčnost je nutná v případě požáru, veškerá elektrická zařízení bude možné vypnout vypínacím prvkem TOTAL STOP, který bude umístěn do 5 m od vstupu do objektu.

Pokud jsou v objektu zařízení, jejichž funkčnost je nutná v případě požáru, potom tlačítkem „CENTRAL STOP“ bude umožněno vypínání el. zařízení, jejichž funkčnost není nutná při požáru, vypnutí všech el. zařízení v objektu včetně zařízení požárně bezpečnostních bude možno tlačítkem „TOTAL STOP“. Vypínací prvky budou umístěny tak, aby byly snadno přístupné (např. na recepci s trvalou obsluhou), tlačítka budou opatřena tabulkou „CENTRAL STOP“ a „TOTAL STOP“. Kabelové trasy pro ovládání vypínacích prvků musí splňovat požadavky na trasy s funkční integritou.

Objekt bude vybaven bleskosvodem dle platných předpisů.

D.2.9.5 Zařízení k zajištění požární bezpečnosti

Na CHÚC X 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.

D.3 Bezpečnostní tabulky

Příslušnými bezpečnostními tabulkami podle požadavků ČSN EN ISO 7010 – Grafické značky – Bezpečnostní barvy a bezpečnostní značky – Registrované bezpečnostní značky, ČSN 01 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
- hlavní uzávěr plynu
- těsnění prostupů, manžety

D.4 Závěr

Projekt pro stavební povolení (ohlášení stavby) „NOVOSTAVBA ENERGETICKY ÚSPORNÉ BUDOVY PRO VZDĚLÁVÁNÍ V HRADCI KRÁLOVÉ“ řeší dvoupodlažní částečně podsklepenou novostavbu. Objekt je řešen dle ČSN 730802 v souladu s navazujícími projektovými normami. Budova je rozdělena do 5 požárních úseků. Požární odolnost stavebních konstrukcí vyhoví požadavků SPB jednotlivých požárních úseků. V objektu jsou k dispozici nechráněné únikové cesty vyhovujících parametrů. Odstupové vzdálenosti dosahují pouze na vlastní pozemek investora a na veřejné prostranství, stav je vyhovující. Je navržen VHS DN 19 mm, který bude osazen v 1NP. Jako zdroj vnější požární vody bude sloužit nadzemní hydrant na podtrubí DN 125, který je od objektu vzdálen cca 14 m. V objektu je navržen 12 PHP práškových s hasicí schopností 21 A. Z hlediska požární vody je objekt vyhovující. Jako přístupová komunikace bude sloužit dvoupruhová silniční komunikace, která vede do těsné blízkosti objektu.

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

Přílohy:

- Výpočet požárního rizika
- SITUACE
- PŮDORYS 1.S – PBS
- PŮDORYS 1.NP – PBS
- PŮDORYS 2.NP – PBS



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 PRO VZDĚLÁVÁNÍ V HRADCI KRÁLOVÉ

LOW-ENERGY BUILDING FOR EDUCATION IN HRADEC KRÁLOVÉ

E. TECHNIKA PROSTŘEDÍ STAVBY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Martin Mužík

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARCELA POČINKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2022

E.1 NÁVRH VYTÁPĚNÍ A OHŘEV TEPLÉ VODY

E.1.1 Zjednodušený výpočet teplé vody

$$Q_{HL, build} = Q_{T, build} + Q_{v, build}$$

$Q_{T, build}$ ztráta prostupem

$Q_{v, build}$ ztráta větráním

E.1.2 Zjednodušený výpočet teplé vody

$$Q_{T, build} = \sum_k [A_k \cdot (U_k + \Delta U_{TB}) \cdot f_{x,k}] \cdot (t_{int, build} - t_e)$$

$t_{int, build} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ návrhová vnitřní teplota

$t_e = -15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ návrhová venkovní teplota

$H_{T, build} = 546,26 \text{ W/K}$ celková měrná ztráta konstrukcí prostupem tepla

Výpočet tepelných ztrát prostupem tepla byl zpracován v programu DEKSOFT v rámci zpracování průkazu energetické náročnosti budovy.

$$Q_{T, build} = 546,26 \cdot (20 - (-15)) = 19119 \text{ W} = 19,12 \text{ kW}$$

E.2 Výpočet tepelných ztrát větráním

E.1.1 Ztráta nuceným větráním

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 tato problematika svou složitostí není vhodná k samostudiu a vzhledem k tomu, že infiltrace není významnou výkonovou částí ztrát, bude následující postup využívat metodiky dnes již neplatné normy ČSN EN 12831.

$$q_{v,env,i} = V_i \cdot n_{50} \cdot \varepsilon \cdot e = 4400 \cdot 1 \cdot 0,03 \cdot 1 = 132 \text{ m}^3/\text{h}$$

V_i Vzduchový objem budovy (80 % z objemu včetně stavebních konstrukcí)

n_{50} 1 (1/h) pro budovu s nuceným větráním
0,6 (1/h) pro budovu pasivní, se zvýšeným požadavkem na těsnost

ε Činitel na počet oken a polohu budovy v krajině

e Celková měrná ztráta konstrukcí prostupem tepla

$$Q_{V,build} = \rho \cdot c \cdot q_{v,env,i} \cdot (Q_{int} - Q_e) = 0,34 \cdot 132 \cdot (20 - (-15)) = 1571 = 1,6 \text{ kW}$$

E.3 Celková tepelná ztráta budovy

$$Q_{HL,build} = Q_{T,build} + Q_{V,build} = 19,12 + 1,6 = 20,72 \text{ kW}$$

E.4 Výkon pro ohřev vzduchu ve VZT jednotkách

$$Q_{V,i} = \frac{V}{3600} \cdot \rho \cdot c \cdot (\theta_p - 0)$$

$$Q_{V,i \text{ budovy}} = \frac{3100}{3600} \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (20 - 0) = 20,87 \text{ kW}$$

$$Q_{V,i \text{ Přednáškové m.}} = \frac{8400}{3600} \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (20 - 0) = 56,56 \text{ kW}$$

$$Q_{VZT} = 20,87 + 56,56 = 77,43 \text{ kW}$$

E.5 Návrh ohřevu teplé vody

E.1.1 Objem zásobníkového ohříváče

$$V_z = q_{TV,max} \cdot n \cdot k_{TV} \cdot \varphi$$

$q_{TV,max}$ maximální specifická potřeba teplé vody v l/ (spotřební jednotka*den)

n počet obyvatel, spotřebních jednotek,

k_{TV} součinitel nerovnoměrnosti v (spotřební jednotka*den)

φ součinitel mrtvého prostoru (-)

Tabulka 20: Součinitel mrtvého prostoru zásobníku

Druh budovy		Spotřební jednotka	$q_{TV, max}$
Administrativa		Zaměstnanec	10
Škola		Osoba	5
	Druh ohřívače nebo zásobníku	Součinitel mrtvého prostoru	
1	Zásobník bez mrtvého prostoru nabíjený teplou vodou oběhovým čerpadlem z průtokového ohřívače	1,0	
2	Ležatý zásobníkový ohřívač	1,2	
3	Stojatý zásobníkový ohřívač bez mrtvého prostoru	1,15	
4	Stojatý zásobníkový ohřívač s topnou vložkou umístěnou v max. 1/3 výšky ohřívače	1,50	

$$V_{z,administrativa} = 10 \cdot 18 \cdot 0,29 \cdot 1,15 = 60,03 \text{ l}$$

$$V_{z,škola} = 5 \cdot 266 \cdot 0,29 \cdot 1,15 = 443,56 \text{ l}$$

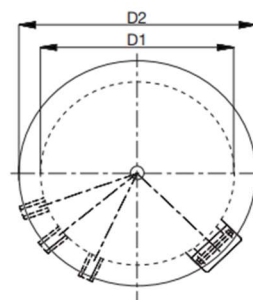
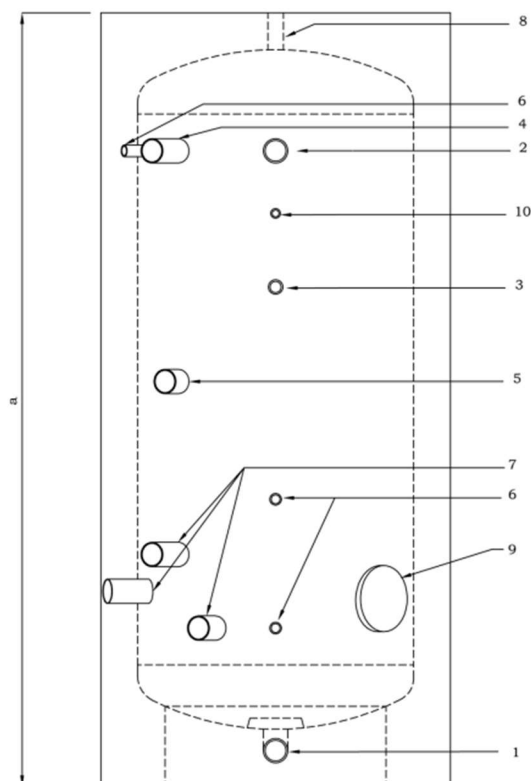
$$V_z = 60,03 + 443,56 = 503,59 \text{ l}$$

Tabulka 21: Technické údaje akumulčního zásobníku [1]

TECHNICKÉ ÚDAJE

Číslo položky	Objem zásobníku (L)	Kontrolní otvor (mm)	Rozměry* (mm)			Hrdla (vnitřní závit) 1, 2 a 3 (palce nebo DN)	Tepelné ztráty (kWh za 24 h)	Čistá hmotnost s izolací (kg)	Možné výkony topných těles (kW)
			a	D1	D2				
AQT015SB4	150	120/180	1125	500	700	1" / 1" / 1"	1,19	45	Ø
AQT020SB4	200	120/180	1500	500	700	1" / 1" / 1"	1,4	52	Ø
AQT030SB4	300	120/180	1560	550	750	2" / 2" / 1"	1,58	68	1 x 5,25
AQT030SB4U	300	120/180	1560	550	750	2" / 2" / 1"	1,58	68	1 x 5,25
AQT050SB4	500	120/180	1815	650	850	2" / 2" / 1"	2,36	91	1 x 9
AQT052SB4	500	120/180	1815	650	850	2" / 2" / 1"	2,36	91	2 x 9
AQT052SB4U	500	120/180	1815	650	850	2" / 2" / 1"	2,36	91	2 x 9
AQT075SB4	750	120/180	2105	750	950	2" / 2" / 1"	2,89	146	2 x 12
AQT073SB4	750	120/180	2105	750	950	2" / 2" / 1"	2,89	146	3 x 12
AQT075SC4	750	400/480	2105	750	950	2" / 2" / 1"	3,17	158	2 x 12
AQT075SB4U	750	120/180	2105	750	950	2" / 2" / 1"	2,89	146	2 x 12
AQT100SB5	1000	120/180	2180	850	1050	2" / 2" / 1"	3,36	200	3 x 12
AQT100SC5	1000	400/480	2180	850	1050	2" / 2" / 1"	3,52	198	3 x 12
AQT100SB5U	1000	120/180	2180	850	1050	2" / 2" / 1"	3,36	200	3 x 12
AQT150SC5	1500	400/480	2245	1000	1240	2" / 2" / 1"	3,89	298	Ø
AQT150SC5U	1500	400/480	2245	1000	1240	2" / 2" / 1"	3,89	299	3 x 12
AQT200SC5	2000	400/480	2595	1100	1340	2" / 2" / 2"	4,31	350	Ø
AQT200SC5U	2000	400/480	2545	1100	1340	2" / 2" / 2"	4,31	348	3 x 12
AQT250SC5	2500	400/480	2410	1300	1540	DN50 / DN50 / 1½"		475	Ø
AQT300SC5	3000	400/480	2910	1300	1540	DN50 / DN50 / 1½"		555	Ø
AQT400SC5	4000	400/480	3660	1300	1540	DN50 / DN50 / 1½"		665	Ø

VÝKRES



Připojení (viz velikosti v tabulce)

1. Vstup studené vody
2. Výstup teplé vody
3. Cirkulace teplé vody
4. Vstup ohřáté vody z výměníku tepla
5. Pomocné hrdlo, 2"
6. Návarek, vnitřní závit 3/4"
7. Topné těleso, 2"
8. Odvzdušňovací otvor, 1"
9. Kontrolní otvor, prům. 120 mm
10. Návarek, 1/2"

Obrázek 5: Akumulační zásobník [1]

Navrhuji nerezový akumulční zásobník na teplou užitkovou vodu Cetetherm AquaTank 316TI10 BAR AQT075SB4 o objemu 750 l.

E.1.2 Výkon topné vložky ohřivače

$$Q_Z = \frac{V_z \cdot \rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1)}{z \cdot 3600} + Q_{\text{cirk}}$$

- V_z je objem zásobníku v l,
 c měrná tepelná kapacita vody 4,2 kJ/kg.K,
 ρ hustota vody 1,0 kg/l,
 t_1 teplota studené vody, 10 °C,
 t_2 teplota teplé vody, 55 °C,
 z doba ohřevu vody (h)

Ztráty na straně vodovodu – odborný technický odhad

$$Q_{\text{cirk}} = \sum_{i=1}^m q_i \cdot l_i$$

Přibližné hodnoty délkové tepelné ztráty potrubí vodovodu s cirkulací při tloušťce izolace
přibližně odpovídající vnějšímu průměru potrubí podle vyhlášky č. 193/2007 Sb.

Tabulka 22: Vlastnosti potrubí

Druh potrubí	Vnější profil potrubí	Q (W/m)
Stoupací potrubí přívodní vedené v instalační šachtě	25 až 42	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

$$Q_{\text{cir}} = 8 \cdot 7 + 62 \cdot 8 = 552 \text{ W} + \text{ztráta ohříváče} = 552 + 120 = 672 \text{ W}$$

$$Q_z = \frac{0,750 \cdot 1000 \cdot 4200 \cdot (55 - 10)}{2 \cdot 3600} + 672 = 20360 = 20,36 \text{ kW}$$

Velikost teplosměnné plochy A (m²)

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} = \frac{(70 - 55) - (50 - 10)}{\ln \frac{(70 - 55)}{(50 - 10)}} = 25,49 \text{ K}$$

Teplosměnná plocha musí mít tak velkou plochu, aby byla schopna předat požadovaný výkon do vody na straně vodovodu.

$$A = \frac{Q_z}{U \cdot \Delta t} = \frac{20360}{420 \cdot 25,49} = 1,9 \text{ m}^2$$

Teplosměnnou plocha bude pokryta externím výměníkem v rámci výměníkové stanice.

E.6 Návrh zdroje tepla

Přípojný výkon předávací stanice

$$\begin{array}{l} \text{Vyšší z} \\ \text{hodnot} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} Q_I = 0,7 \cdot \phi_{HL,build} + 0,7 \cdot Q_{VZT} + Q_{TV} + (Q_{tech}) \\ Q_{II} = \phi_{HL,build} + Q_{VZT} + (Q_{tech}) \end{array} \right.$$

$\phi_{HL,build}$ tepelná ztráta budovy
 Q_{VZT} požadavek výkonu pro vzduchotechniku
 Q_{TV} požadavek výkonu pro ohřev teplé vody
 Q_{tech} požadavek výkonu technologií, pokud je

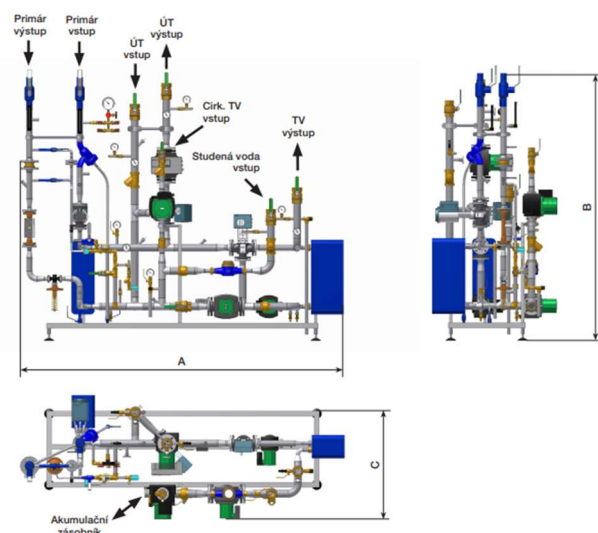
$$Q_I = 0,7 \cdot 20,72 + 0,7 \cdot 77,43 + 20,36 = 89,07 \text{ kW}$$

$$Q_{II} = 20,72 + 77,43 = 98,15 \text{ kW}$$

Maxi S - com

Tlakově nezávislá kompaktní předávací stanice pro vytápění a přípravu teplé vody s předřazeným výměníkem tepla

Příklad dispozice



Obrázek 6: Předávací stanice [2]

Předávací stanice bude výrobcem upravena pro navržený tepelný výkon budovy.

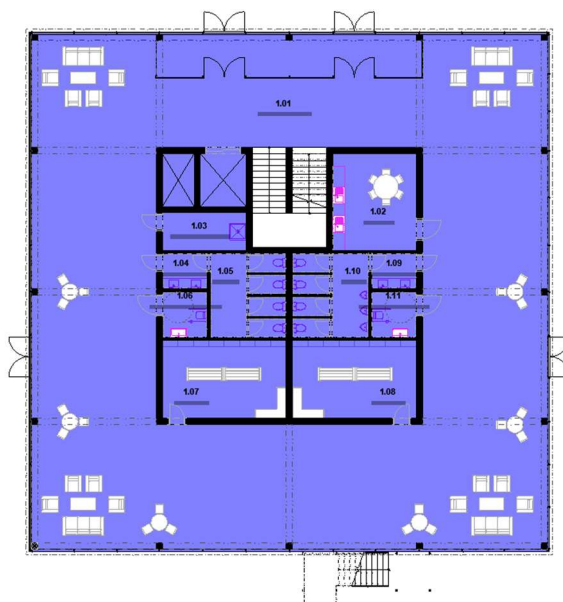
E.2 NÁVRH NUCENÉHO VĚTRÁNÍ

E.2.1. ROZDĚLENÍ NA FUNKČNÍ CELKY

Budova bude rozdělena na dva funkční celky:

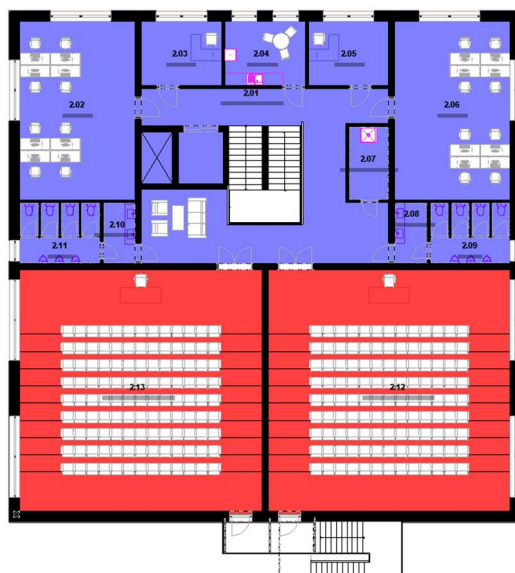
- a) Kanceláře se zázemím – Zařízení č.1 (modrá)
- b) Přednáškové místnosti – Zařízení č.2 (červená)

1.NP



Obrázek 7: Funkční celky VZT – 1NP

2.NP



Obrázek 8: Funkční celky VZT – 2NP

E.2.2. PRŮTOK VZDUCHU V JEDNOTLIVÝCH MÍSTNOSTECH

Tabulka 23: Průtoky vzduchu VZT

OZN.	Místnost	Plocha	Světla výška	Objem místnosti	Počet osob	Dávka vzduchu na osobu	Dávka vzduchu na zařizovací předmět	Požadovaná intenzita výměny vzduchu	Přívod vzduchu	Odvod vzduchu	Dosažená výměna
		A	S.V.	V _m	n _o	x _o	x _{zp}	x _i	V _p	V _o	X _{i, skut}
		[m²]	[m]	[m³]	[-]	[m³.h ⁻¹]	[m³.h ⁻¹]	[h ⁻¹]	[m³.h ⁻¹]	[m³.h ⁻¹]	[h ⁻¹]
ZAŘÍZENÍ č.1											
101	Hala	471,16	3,50	1649,06	33	50			1700	-	1,0
102	Kuchyňka	18,72	3,50	65,52			60			200	3,1
103	Úklidová místnost	7,25	3,50	25,38			50			100	3,9
104	WC umývárna ženy	3,66	3,50	12,81			60			100	7,8
105	WC ženy	14,78	3,50	51,73			200			300	5,8
106	Bezbariérové WC ženy	4,73	3,50	16,56			80			100	6,0
107	Šatna ženy	22,31	3,50	78,09				1		200	2,6
108	Šatna muži	22,31	3,50	78,09				1		200	2,6
109	WC umývárna muži	3,66	3,50	12,81			60			100	7,8
110	WC muži	14,78	3,50	51,73			275			300	5,8
111	Bezbariérové WC muži	4,73	3,50	16,56			80			100	6,0
201	Chodba	82,61	3,20	264,35					500	-	1,9
202	Kancelář	48,72	3,20	155,90	8	35			300	300	1,9
203	Kancelář	12,44	3,20	39,81	1	40			100	100	2,5
204	Kuchyňka	12,66	3,20	40,51			30		100	100	2,5
205	Kancelář	12,44	3,20	39,81	1	40			100	100	2,5
206	Kancelář	48,72	3,20	155,90	8	35			300	300	1,9
207	Úklidová místnost	6,91	3,20	22,11			50			100	4,5
208	WC umývárna muži	4,5	3,20	14,40			60			100	6,9
209	WC muži	11,85	3,20	37,92			275			300	7,9
210	WC umývárna ženy	4,5	3,20	14,40			60			100	6,9
211	WC ženy	11,85	3,20	37,92			200		300	200	5,3
Celková bilance zařízení č. 1									3400	3400	
ZAŘÍZENÍ č.2											
212	Přednášková místnost	140,42	4,40	617,85	118	35			4200	4200	6,8
213	Přednášková místnost	140,42	4,40	617,85	118	35			4200	4200	6,8
Celková bilance									8400	8400	

E.2.3. NÁVRH DISTRIBUČNÍCH ELEMENTŮ

Pro objemy vzduchu o 100 m³/h jsou vybrány kruhové anemostaty o průměru 100 mm, pro větší průtoky vzduchu do 300 m³/h jsou vybrány kruhové anemostaty o průměru 150 mm. Pro větší objemy jsou vybrány vířivé anemostaty o rozměrech 600x600 mm s 16 nebo 24 lamelami a 800x800 mm se 72 lamelami.

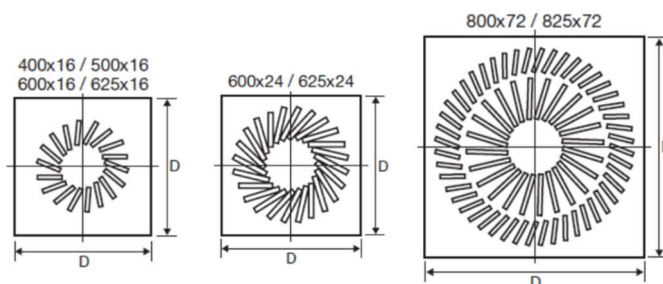
Kruhové anemostaty



Tabulka 24: Specifikace kruhových anemostatů [3]

Typ	A _s [m²]	Q [m³/h]		L _{wa} [dB(A)]		X _{0,25} - Y _{0,25} [m]		Δp _t [Pa]	
		min	max	min	max	min	max	min	max
DRE-C 100	0,0073	70	170	–	36	0,7	1,8	10	50
DRE-C 150	0,0161	160	370	–	38	1,3	3,2	10	50
DRE-C 160	0,0183	180	420	–	38	1,5	3,6	10	50
DRE-C 200	0,0284	270	640	–	38	2,0	4,9	10	50
DRE-C 250	0,0440	410	980	–	39	2,7	6,7	10	50
DRE-C 300	0,0630	580	1390	–	39	3,6	8,7	10	50
DRE-C 315	0,0693	630	1520	–	39	3,8	9,3	10	50
DRE-C 350	0,0852	780	1860	–	40	4,5	10,8	10	50
DRE-C 400	0,1108	1000	2400	–	40	5,4	13,0	10	50
DRE-C 450	0,1397	1250	3000	–	40	6,3	15,3	10	50
DRE-C 500	0,1719	1530	3660	–	40	7,4	17,7	10	50
DRE-C 630	0,2707	2370	5680	–	41	10,2	24,5	10	50

Vířivé anemostaty



Tabulka 25: Specifikace kruhových anemostatů [4]

Typ	A _s [m²]	Q [m³/h]		L _{wa} [dB(A)]		X _{0,25} [m]		Δp _t [Pa]	
		min	max	min	max	min	max	min	max
DFR-A 300x8	0,0095	150	300	32	54	1,8	3,5	10	50
DFR-A 400x16	0,0189	270	520	30	48	2,2	4,3	10	50
DFR-A 500x16	0,0189	270	520	30	48	2,2	4,3	10	50
DFR-A 600x16	0,0189	270	520	30	48	2,2	4,3	10	50
DFR-A 625x16	0,0189	270	520	30	48	2,2	4,3	10	50
DFR-A 500x24	0,0284	370	720	28	45	2,5	4,9	10	50
DFR-A 600x24	0,0449	530	1040	26	42	2,9	5,6	10	50
DFR-A 625x25	0,0449	530	1040	26	42	2,9	5,6	10	50
DFR-A 600x48	0,0568	640	1260	26	41	3,1	6,1	10	50
DFR-A 625x54	0,0639	710	1380	25	40	3,2	6,3	10	50
DFR-A 800x72	0,1017	1030	2010	24	37	3,7	7,2	10	50
DFR-A 825x72	0,1017	1030	2010	24	37	3,7	7,2	10	50

E.2.4. DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ

Zařízení č.1

1NP – přívod

Tabulka 26: Dimenze potrubí – zař. č.1 – 1NP – přívodní

Pořadové číslo úseku	Průtok vzduchu v úseku	Délka úseku	Předběžná rychlost	Průtočná plocha	Průměr kruhového potrubí	Výška	Šířka	Skutečná plocha	Průměr kruhového potrubí	Skutečná rychlost	Měrná tlaková ztráta R	Vřazený odpor ϵ	Tlaková ztráta místními odpory	Součet tlakové ztráty $Z+R*L$ [Pa]
u	V	L [m]	v'	S	d'	A	B	S [m ²]	d	v [m/s]	[Pa/m]			[Pa]
[-]	[m ³ /h]		[m/s]	[m ²]	[m]	[mm]	[mm]		[mm]					
1	425	21,5	2,5	0,047	0,25	140	355	0,050	0,25	2,38	0,43	0,9	3,1	12,2
2	850	14,7	2,75	0,086	0,33	225	400	0,090	0,34	2,62	0,328	0,6	2,5	7,3
3	1700	2,5	3,00	0,157	0,45	315	500	0,158	0,45	3	0,277	1,1	5,9	6,6
														26,2

1NP – odvod

Tabulka 27: Dimenze potrubí – zař. č.1 – 1NP – odvodní

Pořadové číslo úseku	Průtok vzduchu v úseku	Délka úseku	Předběžná rychlost	Průtočná plocha	Průměr kruhového potrubí	Výška	Šířka	Skutečná plocha	Průměr kruhového potrubí	Skutečná rychlost	Měrná tlaková ztráta R	Vřazený odpor ϵ	Tlaková ztráta místními odpory	Součet tlakové ztráty $Z+R*L$ [Pa]
u	V	L [m]	v'	S	d'	A	B	S [m ²]	d	v [m/s]	[Pa/m]			[Pa]
[-]	[m ³ /h]		[m/s]	[m ²]	[m]	[mm]	[mm]		[mm]					
1	200	2,0	2,5	0,022	0,17	140	160	0,022	0,17	2,48	0,69	0,9	3,3	4,7
2	300	1,6	2,75	0,030	0,20	140	225	0,032	0,20	2,65	0,633	1,1	4,6	5,6
3	400	1,6	3,00	0,037	0,22	160	225	0,036	0,21	3,09	0,753	0,9	5,2	6,4
4	500	1,0	3,25	0,043	0,23	180	225	0,041	0,23	3,43	0,841	0,9	6,4	7,2
5	900	3,2	3,50	0,071	0,30	180	400	0,072	0,30	3,47	0,660	0,9	6,5	8,6
6	1200	1,6	3,75	0,089	0,34	225	400	0,090	0,34	3,7	0,623	0,9	7,4	8,4
7	1400	2,9	4,00	0,097	0,35	225	450	0,101	0,36	3,84	0,604	1,5	13,3	15,0
8	1500	2,1	4,25	0,098	0,35	225	450	0,101	0,36	4,12	0,685	0,6	6,1	7,5
9	1600	1,9	4,50	0,099	0,35	225	450	0,101	0,36	4,39	0,772	0,6	6,9	8,4
10	1700	2,2	4,75	0,099	0,36	225	450	0,101	0,36	4,66	0,863	1,2	15,6	17,5
														89,4

2NP – přívod

Tabulka 28: Dimenze potrubí – zař. č.1 – 2NP – přívodní

Pořadové číslo úseku	Průtok vzduchu v úseku	Délka úseku	Předběžná rychlost	Průtočná plocha	Průměr kruhového potrubí	Výška	Šířka	Skutečná plocha	Průměr kruhového potrubí	Skutečná rychlost	Měrná tlaková ztráta R	Vřazený odpor ϵ	Tlaková ztráta místními odpory	Součet tlakové ztráty $Z+R*L$ [Pa]
u [-]	V [m³/h]	L [m]	v' [m/s]	S [m²]	d' [m]	A [mm]	B [mm]	S [m²]	d [mm]	v [m/s]	[Pa/m]			[Pa]
1	100	2,1	2,5	0,011	0,12	100	110	0,011	0,12	2,53	1,23	0,9	3,5	6,0
2	200	2,1	2,75	0,020	0,16	125	160	0,020	0,16	2,78	0,918	0,6	2,8	4,7
3	300	5,9	3,00	0,028	0,19	140	200	0,028	0,19	2,98	0,841	1,2	6,4	11,3
4	400	4,1	3,25	0,034	0,21	140	250	0,035	0,21	3,17	0,838	0,6	3,6	7,1
5	500	4,1	3,50	0,040	0,22	140	280	0,039	0,22	3,54	0,972	0,6	4,5	8,5
6	600	0,8	3,75	0,044	0,24	160	280	0,045	0,24	3,72	0,956	0,6	5,0	5,7
7	1200	2,7	4,00	0,083	0,33	200	400	0,080	0,32	4,17	0,848	1,1	11,5	13,8
8	1700	1,2	4,25	0,111	0,38	250	400	0,100	0,36	4,72	0,855	0,6	8,0	9,0
														66,2

2NP – odvod

Tabulka 29: Dimenze potrubí – zař. č.1 – 2NP – odvodní

Pořadové číslo úseku	Průtok vzduchu v úseku	Délka úseku	Předběžná rychlost	Průtočná plocha	Průměr kruhového potrubí	Výška	Šířka	Skutečná plocha	Průměr kruhového potrubí	Skutečná rychlost	Měrná tlaková ztráta R	Vřazený odpor ϵ	Tlaková ztráta místními odpory	Součet tlakové ztráty $Z+R*L$ [Pa]
u [-]	V [m³/h]	L [m]	v' [m/s]	S [m²]	d' [m]	A [mm]	B [mm]	S [m²]	d [mm]	v [m/s]	[Pa/m]			[Pa]
1	100	1,5	2,5	0,011	0,12	100	110	0,011	0,12	2,53	1,23	0,9	3,5	5,3
2	200	1,5	2,75	0,020	0,16	125	160	0,020	0,16	2,78	0,918	0,9	4,2	5,6
3	300	0,9	3,00	0,028	0,19	140	200	0,028	0,19	2,98	0,841	0,9	4,8	5,5
4	400	4,1	3,25	0,034	0,21	140	250	0,035	0,21	3,17	0,838	1,1	6,6	10,1
5	500	2,0	3,50	0,040	0,22	140	280	0,039	0,22	3,54	0,972	0,9	6,8	8,7
6	800	5,7	4,00	0,056	0,27	160	355	0,057	0,27	3,91	0,951	1,5	13,8	19,2
7	900	4,1	4,50	0,056	0,27	180	355	0,064	0,29	3,91	0,862	0,9	8,3	11,8
8	1000	4,1	5,00	0,056	0,27	180	355	0,064	0,29	4,35	1,05	0,6	6,8	11,1
9	1100	1,4	5,50	0,056	0,27	180	355	0,064	0,29	4,78	1,25	0,6	8,2	10,0
10	1700	3,3	6,00	0,079	0,32	225	400	0,090	0,34	5,25	1,13	1,1	18,2	21,9
														109,1

Zařízení č.2

2NP – přívod

Tabulka 30: Dimenze potrubí – zař. č.2 – 2NP – přívodní

Pořadové číslo úseku	Průtok vzduchu v úseku	Délka úseku	Předběžná rychlost	Průtočná plocha	Průměr kruhového potrubí	Výška	Šířka	Skutečná plocha	Průměr kruhového potrubí	Skutečná rychlost	Měrná tlaková ztráta R	Vřazený odpor ϵ	Tlaková ztráta místními odpory	Součet tlakové ztráty $Z+R*L$ [Pa]
u	V	L [m]	v'	S	d'	A	B	S [m ²]	d	v [m/s]	[Pa/m]			[Pa]
[-]	[m ³ /h]		[m/s]	[m ²]	[m]	[mm]	[mm]		[mm]					
1	700	3,4	2,5	0,078	0,31	250	315	0,079	0,32	2,47	0,31	0,9	3,3	4,3
2	1400	1,8	2,75	0,141	0,42	315	450	0,142	0,42	2,74	0,249	0,9	4,1	4,5
3	2100	1,5	3,00	0,194	0,50	400	500	0,200	0,50	2,92	0,221	0,6	3,1	3,4
4	2800	3,4	3,50	0,222	0,53	450	500	0,225	0,54	3,46	0,278	0,9	6,5	7,4
5	3500	1,7	3,75	0,259	0,57	450	560	0,252	0,57	3,86	0,318	0,6	5,4	5,9
6	4200	8,4	4,00	0,292	0,61	450	630	0,284	0,60	4,12	0,336	1,2	12,2	15,0
7	8400	10,3	4,25	0,549	0,84	450	1120	0,504	0,80	4,63	0,324	2	25,7	29,1
														69,7

2NP – odvod

Tabulka 31: Dimenze potrubí – zař. č.2 – 2NP – odvodní

Pořadové číslo úseku	Průtok vzduchu v úseku	Délka úseku	Předběžná rychlost	Průtočná plocha	Průměr kruhového potrubí	Výška	Šířka	Skutečná plocha	Průměr kruhového potrubí	Skutečná rychlost	Měrná tlaková ztráta R	Vřazený odpor ϵ	Tlaková ztráta místními odpory	Součet tlakové ztráty $Z+R*L$ [Pa]
u	V	L [m]	v'	S	d'	A	B	S [m ²]	d	v [m/s]	[Pa/m]			[Pa]
[-]	[m ³ /h]		[m/s]	[m ²]	[m]	[mm]	[mm]		[mm]					
1	1400	2,9	2,5	0,156	0,45	315	500	0,158	0,45	2,47	0,20	0,9	3,3	3,9
2	2800	3,1	2,75	0,283	0,60	400	710	0,284	0,60	2,74	0,165	0,9	4,1	4,6
3	4200	3,6	3,00	0,389	0,70	400	1000	0,400	0,71	2,92	0,161	0,9	4,6	5,2
4	8400	9,4	3,50	0,667	0,92	630	1120	0,706	0,95	3,31	0,132	2,3	15,1	16,4
														30,0

E.2.5. VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY

a. Zařízení č.1

Navržená VZT jednotka DUPLEX 3500 Multi Eco s průtokem vzduchu 3400 m³/h.

b. Zařízení č.2

Navržená VZT jednotka DUPLEX 10100 Basic-N s průtokem vzduchu 8400 m³/h.

E.3 NÁVRH CHLAZENÍ

E.3.1. Zjednodušený výpočet tepelné zátěže

$$I_D = A * I * s$$

Tabulka 32: Intenzita sluneční radiace – okna

Intenzita sluneční radiace I (W/m ²) procházející jednoduchých oknem s ocelovým rámem															
Směr	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
S	45	87	80	100	117	130	139	141	139	130	117	100	80	87	45
SV	85	287	361	321	217	135	139	141	139	130	117	100	78	53	24
V	83	322	481	539	505	389	232	141	139	130	117	100	78	53	24
JV	41	180	335	452	511	506	437	316	185	130	117	100	78	53	24
J	24	53	78	128	230	335	409	435	409	335	230	128	78	53	24
JZ	24	53	78	100	117	130	185	316	437	506	511	452	335	180	41
Z	24	53	78	100	117	130	139	141	232	389	505	539	481	322	83
SZ	24	53	78	100	117	130	139	141	139	135	217	321	361	287	85
H	41	122	249	379	534	640	706	729	706	640	534	397	249	122	41

Obvodové konstrukce

Tabulka 33: Intenzita sluneční radiace – obvodové konstrukce

	Porotherm	Pórobeton	Beton	Dřevostavba (TI 150)
	[W/m ²]	[W/m ²]	[W/m ²]	[W/m ²]
Sever	2,8	2,9	12	1
Východ	3,8	3,9	16	2
Jih	4	4,1	16,2	3
Západ	3,9	4	15,7	2

Střecha

Tabulka 34: Intenzita sluneční radiace – střecha

Beton	Dřevěný krov (TI 80)	PUR panel	Zelená extenzivní	Zelená intenzivní
[W/m ²]	[W/m ²]	[W/m ²]	[W/m ²]	[W/m ²]
22,5	12	15	5	0

Tepelný zisk osobami

Podrobný výpočet viz. Tabulka níže

Výdej tepla: 80 W/os.

Tepelná zátěž okny

Tabulka 35: Tepelná zátěž okny

Místnost	Šířka okna (m)	Výška okna (m)	Plocha okna (m ²) A	Světová strana	Intenizta slun. radiace - I	Stínící součinitel	Tepelný zisk okna (W)	Suma tep. zisku okny v mísntosti (W)
101	-		84,6	S	141	0,15	1789,1	11862,2
			84,5	V	539	0,05	2276,5	
			84,6	J	435	0,15	5520,2	
			84,5	Z	539	0,05	2276,5	
202	3	1,5	4,5	Z	539	0,15	363,8	459,0
	3	1,5	4,5	S	141	0,15	95,2	
203	2,5	1,5	3,75	S	141	0,15	79,3	79,3
204	2,5	1,5	3,75	S	141	0,15	79,3	79,3
205	2,5	1,5	3,75	S	141	0,15	79,3	79,3
206	3	1,5	4,5	S	141	0,15	95,2	459,0
	3	1,5	4,5	V	539	0,15	363,8	
209	1	1,5	1,5	V	539	0,15	121,3	121,3
211	1	1,5	1,5	Z	539	0,15	121,3	121,3
212	8	5,15	41,2	J	539	0,15	3331,0	3331,0
				V				
213	8	5,15	41,2	J	539	0,15	3331,0	3331,0
				Z				
								19923
								19,92 (kW)

Návrh chladicích jednotek

Tabulka 36: Celkové tepelné zisky a návrh chladicích jednotek

Místnosti, která potřebují chladit a navrhuji pro ně chladicí jednotku	Přístroje s tepelným ziskem v dané místnosti (PC, monitor, tiskárna,...)	Tepelný zisk od zařízení na místnost (W)	Tepelný zisk od osob v místnosti (W)	Tepelný zisk stavebními kce - vodorovné (W)	Tepelný zisk stavebními kce - svislé (W)	Celkový tepelný zisk (W)	Návrh zdroje chladu v místnosti (W)	Návrh chladicích jednotek
ANO	NIC	-	8070	-	39,6	20135	21600	6x3,6
					53,2			
					55,9			
					54,6			
ANO	8x PC, 8x monitor, 1x tiskárna	2160	480	297,75	123,8	3555	3600	1x3,6
					34,9			
ANO	1x PC, 1x monitor	245	80	77,75	40,0	522	1700	1x1,7
ANO	1x myčka nádobí	500	320	77,3	39,7	1016	1700	1x1,7
ANO	1x PC, 1x monitor	245	80	77,75	40,0	522	1700	1x1,7
ANO	8x PC, 8x monitor, 1x tiskárna	2160	480	297,75	34,9	3552	3600	1x3,6
					120,7			
NE	NIC	-	-	-	-	-	-	-
NE	NIC	-	-	-	-	-	-	-
ANO	1x PC, 1x monitor	245	3920	714	232,5	8664	8800	4x2,2
					221,1			
ANO	1x PC, 1x monitor	245	3920	714	232,5	8669	8800	4x2,2
					226,8			
19680		5800	17350	2256	1550	46636	51500	
19,68 (kW)		5,8 (kW)	17,35 (kW)	2,26 (kW)	1,55 (kW)	46,64 (kW)	51,5 (kW)	

E.3.2. Návrh vnitřních jednotek

Kazetové jednotky

Do prostor budovy jsou navrženy vnitřní kazetové jednotky o jmenovitém chladicím výkonu 3,6 kW v počtu 8 kusů a 2,2 kW v počtu 8 kusů.



Tabulka 37: Specifikace kazetových jednotek [5]

Vnitřní jednotka				FXFQ	20B	25B	32B	40B	50B	63B	80B	100B	125B		
Chladicí výkon	Celkový výkon	Jmen.		kW	2,20	2,80	3,60	4,50	5,60	7,10	9,00	11,20	14,00		
Topný výkon	Celkový výkon	Jmen.		kW	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0	10,0	12,5	16,0		
Příkon – 50 Hz	Chlazení	Jmen.		kW					0,05	0,06	0,09	0,12	0,19		
	Vytápění	Jmen.		kW					0,05	0,06	0,09	0,11	0,18		
Rozměry	Jednotka	Výška x šířka x hloubka		mm	204x840x840				246x840x840			288x840x840			
Hmotnost	Jednotka			kg	19				21			24		26	
Opláštění	Materiál				Galvanizovaná ocelová deska										
Dekorační panel	Model	Standardní panely: BYCQ140E – bílý se šedými klapkami / BYCQ140EW – čistě bílý / BYCQ140EB – černý													
		Panely s automatickým čištěním BYCQ140EGF – bílý / BYCQ140EGFB – černý													
		Designové panely: BYCQ140EP – bílý / BYCQ140EPB – černý													
	Rozměry	Výška x šířka x hloubka		mm	Standardní panely: 50x950x950 / Panely s automatickým čištěním: 130x950x950 / Designové panely: 50x950x950										
	Hmotnost			kg	Standardní panely: 5,4 / Panely s automatickým čištěním: 10,3 / Designové panely: 5,4										
Ventilátor	Průtok vzduchu – 50 Hz	Chlazení	Nizký/Vysoký	m³/min	8,8/12,5				9,5/13,6	10,5/15,0	10,5/16,5	12,4/22,8	12,4/26,5	19,9/33,0	
		Vytápění	Nizký/Vysoký	m³/min	8,8/12,5				9,5/13,6	10,5/15,0	10,5/16,5	12,4/22,8	12,4/26,5	19,9/33,0	
Vzduchový filtr	Typ	Pryskyřicová síť													
Hladina akustického výkonu	Chlazení	Vysoký		dBA	49				51			53	55	60	61
Hladina akustického tlaku	Chlazení	Nizká/Jmenovitá/Vysoká		dBA	28,0/29,0/31,0				29,0/31,0/33,0			30,0/33,0/35,0	30,0/34,0/38,0	30,0/37,0/43,0	36,0/41,0/45,0
	Vytápění	Nizká/Jmenovitá/Vysoká		dBA	28,0/29,0/31,0				29,0/31,0/33,0			30,0/33,0/35,0	30,0/34,0/38,0	30,0/37,0/43,0	36,0/41,0/45,0
Chladivo	Typ / GWP				R-410A/2.087,5										
Připojovací rozměry	Kapalina	Vnější průměr		mm	6,35							9,52			
	Plyn	Vnější průměr		mm	12,70							15,90			
	Odvod kondenzátu				VP25 (vnější průměr 32 / vnitřní průměr 25)										
Elektrické napájení	Počet fází / Frekvence / Napětí			Hz/V	1~/50/60/220-240/220										
Proud – 50 Hz	Max. proudová hodnota pojistky (MFA)			A	16										
Řídicí systémy	Infračervené dálkové ovládání				BRC7FA532F / BRC7FA532FB / BRC7FB532F / BRC7FB532FB										
	Kabelové dálkové ovládání				BRC1H52W/S7/K7 / BRC1E53A/B/C / BRC1D52										

Obrázek 9: Kazetová jednotka [5]

Nástěnné jednotky

Do prostor budovy jsou navrženy vnitřní nástěnné jednotky o jmenovitém chladicím výkonu 1,7 kW v počtu 3 kusů.



Tabulka 38: Specifikace nástěnných jednotek [5]

Vnitřní jednotka				FXAQ	15A	20A	25A	32A	40A	50A	63A
Chladicí výkon	Celkový výkon	Jmen.		kW	1,7	2,2	2,8	3,6	4,5	5,6	7,1
Topný výkon	Celkový výkon	Jmen.		kW	1,9	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0
Příkon – 50 Hz	Chlazení	Jmen.			0,02			0,03		0,02	0,03
	Vytápění	Jmen.				0,03		0,04		0,02	0,03
Rozměry	Jednotka	Výška x šířka x hloubka		mm	290x795x266				290x1.050x269		
Hmotnost	Jednotka			kg	12				15		
Ventilátor	Průtok vzduchu – 50 Hz	Chlazení	Nizký/Vysoký	m³/min	7,0/8,4	7,0/9,1	7,0/9,4	7,0/9,8	9,7/12,2	11,5/14,4	13,5/18,3
Vzduchový filtr	Typ				Omyvatelná pryskyřičná síť						
Hladina akustického výkonu	Chlazení	Vysoký	dBA		51,0	52,0	53,0	55,0		58,0	63,0
Hladina akustického tlaku	Chlazení	Nizký/Vysoký	dBA		28,5/32,0	28,5/33,0	28,5/35,0	28,5/37,5	33,5/37,0	35,5/41,0	38,5/46,5
	Vytápění	Nizký/Vysoký	dBA		28,5/33,0	28,5/34,0	28,5/36,0	28,5/38,5	33,5/38,0	35,5/42,0	38,5/47,0
Chladivo	Typ / GWP				R-410A/2.087,5						
Připojovací rozměry	Kapalina	Vnější průměr	mm		6,35						9,52
	Plyn	Vnější průměr	mm		12,7						15,9
	Odvod kondenzátu				VP13 (vnitřní průměr 15 / vnější průměr 18)						
Elektrické napájení	Počet fází / Frekvence / Napětí		Hz/V		1~/50/220-240						
Proud – 50 Hz	Max. proudová hodnota pojistky (MFA)		A		16						
Řídicí systémy	Infračervené dálkové ovládání				BRC7EA628 / BRC7EA629						
	Kabelové dálkové ovládání				BRC1H52W/S7/K7 / BRC1E53A/B/C / BRC1D52						

Obrázek 10: Nástěnná jednotka [5]

E.3.3. Návrh venkovní kondenzační jednotky

Venkovní VRV jednotka Daikin RXYQ20U je umístěna na střeše objektu. Tato jednotka bude sloužit jako zdroj chladu pro celou budovu a její celkový jmenovitý výkon bude 52 kW o sezonním koeficientu energetické účinnosti až 6. Distribuce chladu bude skrze chladiče ve VZT, vnitřní kazetové a nástěnné jednotky.



Tabulka 39: Specifikace VRV jednotky [5]

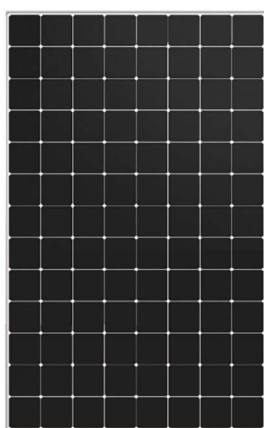
Obrázek 11: VRV jednotka [5]

Venkovní jednotka		RYYQ/RXYQ	8U	10U	12U	14U	16U	18U	20U
Výkonová řada		HP	8	10	12	14	16	18	20
Chladicí výkon	Prated,c	kW	22,4	28,0	33,5	40,0	45,0	50,4	52,0
Topný výkon	Prated,h	kW	13,7	16,0	18,4	20,6	23,2	27,9	31,0
	Max.	6 °CMT	25,0	31,5	37,5	45,0	50,0	56,5	63,0
Doporučená kombinace			4 x FXFQ50AVEB	4 x FXFQ63AVEB	6 x FXFQ50AVEB	1 x FXFQ50AVEB + 5 x FXFQ63AVEB	4 x FXFQ63AVEB + 2 x FXFQ80AVEB	3 x FXFQ50AVEB + 5 x FXFQ63AVEB	2 x FXFQ50AVEB + 6 x FXFQ63AVEB
ηs, ch		%	302,4	267,6	247,8	250,7	236,5	238,3	233,7
ηs, t		%	167,9	168,2	161,4	155,4	157,8	163,1	156,6
SEER			7,6	6,8		6,3		6,0	5,9
SCOP				4,3		4,1	4,0	4,2	4,0
Maximální počet připojitelných vnitřních jednotek			64 ⁽¹⁾						
Vnitřní index připojení Min.			100,0	125,0	150,0	175,0	200,0	225,0	250,0
Jmen.									
Max.			260,0	325,0	390,0	455,0	520,0	585,0	650,0
Rozměry	Jednotka	Výška x šířka x hloubka	mm			mm			
			1.685x930x765			1.685x1.240x765			
Hmotnost	Jednotka		kg			kg			
			252 (RYYQ) / 198 (RXYQ)			319 (RYYQ) / 275 (RXYQ)			
Hladina akustického výkonu	Chlazení	Jmen.	dBA	78,0	79,1	83,4	80,9	85,6	83,8
Hladina akustického tlaku	Chlazení	Jmen.	dBA	57,0		61,0	60,0	63,0	62,0
Provozní rozsah	Chlazení	Min.–Max.	°CST	-5,0–43,0					
	Vytápění	Min.–Max.	°CMT	-20,0–15,5					
Chladivo			Typ / GWP	R-410A/2.087,5					
Připojovací rozměry	Náplň	kg/TCO _{Eq}	5,9/12,3	6,0/12,5	6,3/13,2	10,3/21,5	10,4/21,7	11,7/24,4	11,8/24,6
	Kapalina	Vnější průměr	mm		9,52	mm		12,7	15,9
	Plyn	Vnější průměr	mm		19,1	mm		22,2	28,6
	Celková délka potrubí	Systém Skutečná	m			m		1.000	
Elektrické napájení	Počet fází / Frekvence / Napětí	Hz/V	3N~/50/380-415						
Proud – 50 Hz	Max. proudová hodnota pojistky (MFA)	A	20	25		32		40	50

E.4 NÁVRH FVE

E.4.1. Popis FVE

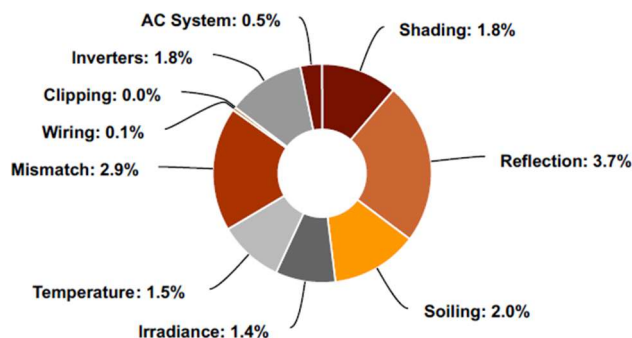
Na polovinu ploché extenzivní vegetační střechy je navržena fotovoltaická elektrárna, na druhé polovině střechy se nachází VZT jednotka a zdroj chladu. Na FVE je uvažováno s panely SunPower SPR-MAX2-360 (360W) orientovanými na jih ve sklonu 15° v počtu 60 kusů o celkovém výkonu 21,6 kWp. Návrh FVE byl proveden v programu HELIOSCOPE, ve kterém se namodelovalo rozmístění a sklen všech panelů, program poté vygeneroval hodinové a měsíční výkony.



Rozměry panelu:	1690x1046 mm
Účinnost panelu:	20,4 %
Hmotnost:	19 kg

Obrázek 12: FV panel [6]

Systémové ztráty



Graf 1: Systémové ztráty – FVE

E.4.2. Umístění FVE na střeše

Vzhledem k tomu, že se FVE nachází na extenzivní vegetační střeše je potřeba dodržet vzdálenost spodního okraje panelů alespoň 20 cm od substrátu. Konstrukce držící panely by neměla svým zajištěním ke střeše narušovat hydroizolační vrstvu.

E.4.3. Denní bilance Extrémních

Denní bilance leden

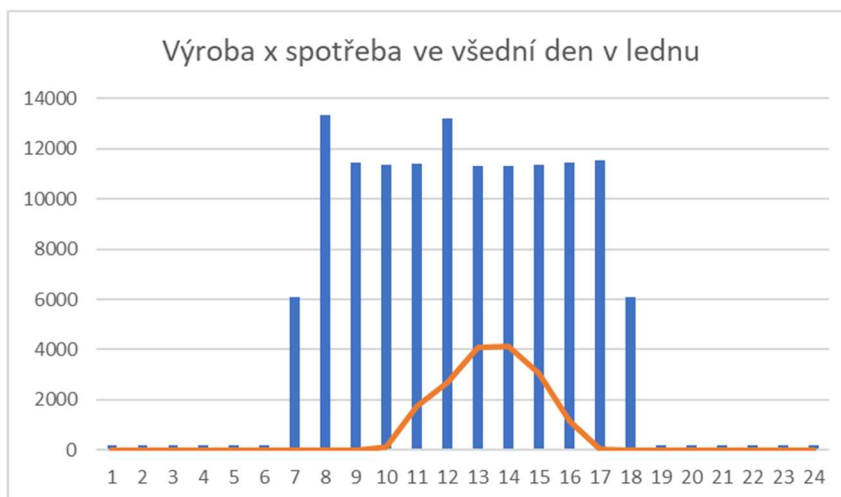
Tabulka 40: Denní bilance leden – FVE

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	kWh
čas [h]	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
stand by spotřebiče, nouzové osvětlení, MaR, server	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	4,8
osvětlení								2600	2550	2500	2450	2400	2400	2450	2500	2550	2600								25,0
vzduchotechnika budova							2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400						28,8
chlazení							250	700	800	900	1000	1100	900	800	700	600	500	250							8,5
výtah								350	350	350	500	600	500	400	350	350	350								4,1
spotřebiče kuchyně								2000	200	200	200	2000	200	200	200	200	200								5,6
počítače administrativy								5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000								50,0
spotřeba celkem	200	200	200	200	200	200	2850	13250	11500	11550	11750	13700	11600	11450	11350	11300	11250	2850	200	200	200	200	200	200	126,8
Vyrobená energie v květnu 60 ks, 20,4 %	0	0	0	0	236	1293	4570	9817	14465	16986	19827	8435	4858	4628	4075	3685	2702	1297	682	27	0	0	0	0	97,6
přímá spotřeba	0	0	0	0	200	200	2850	9817	11500	11550	11750	8435	4858	4628	4075	3685	2702	1297	200	27	0	0	0	0	77,8
do sítě	0	0	0	0	36	1093	1720	0	2965	5436	8077	0	0	0	0	0	0	0	482	0	0	0	0	0	19,8
ze sítě	200	200	200	200	0	0	0	3433	0	0	0	5265	6742	6822	7275	7615	8548	1553	0	173	200	200	200	200	49,0

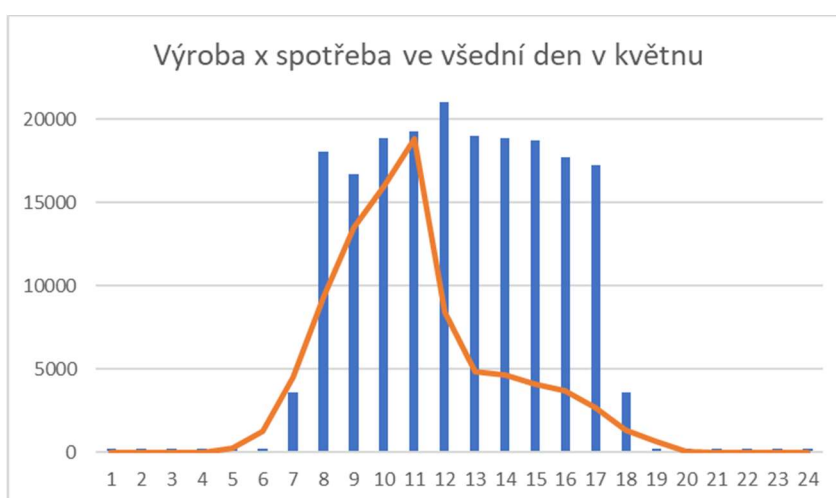
Denní bilance květen

Tabulka 41: Denní bilance květen – FVE

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	kWh
čas [h]	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
stand by spotřebiče, nouzové osvětlení, MaR, server	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	4,8
osvětlení								2600	2550	2500	2450	2400	2400	2450	2500	2550	2600								25,0
vzduchotechnika budova							2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400						28,8
chlazení							1000	5500	6000	8200	8500	8500	8300	8200	8100	7000	6500	1000							76,8
výtah								350	350	350	500	600	500	400	350	350	350								4,1
spotřebiče kuchyně								2000	200	200	200	2000	200	200	200	200	200								5,6
počítače administrativy								5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000								50,0
spotřeba celkem	200	200	200	200	200	200	3600	18050	16700	18850	19250	21100	19000	18850	18750	17700	17250	3600	200	200	200	200	200	200	195,1
Vyrobená energie v květnu 60 ks, 20,4 %	0	0	0	0	236	1293	4470	9317	13465	15986	18827	8435	4858	4628	4075	3685	2702	1297	682	27	0	0	0	0	94,0
přímá spotřeba	0	0	0	0	200	200	3600	9317	13465	15986	18827	8435	4858	4628	4075	3685	2702	1297	200	27	0	0	0	0	91,5
do sítě	0	0	0	0	36	1093	870	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	482	0	0	0	0	0	2,5
ze sítě	200	200	200	200	0	0	0	8733	0	0	0	12665	14142	14222	14675	14015	14548	2303	0	173	200	200	200	200	97,1

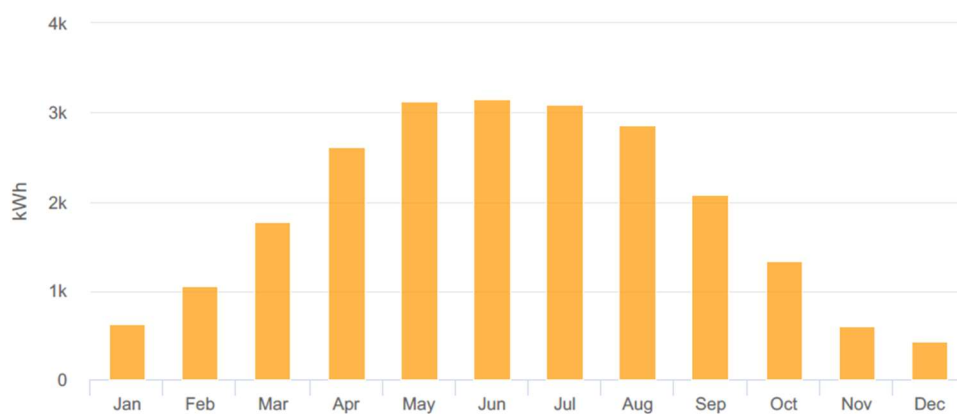


Graf 2: Balance všední den v lednu – FVE



Graf 3: Balance všední den v květnu – FVE

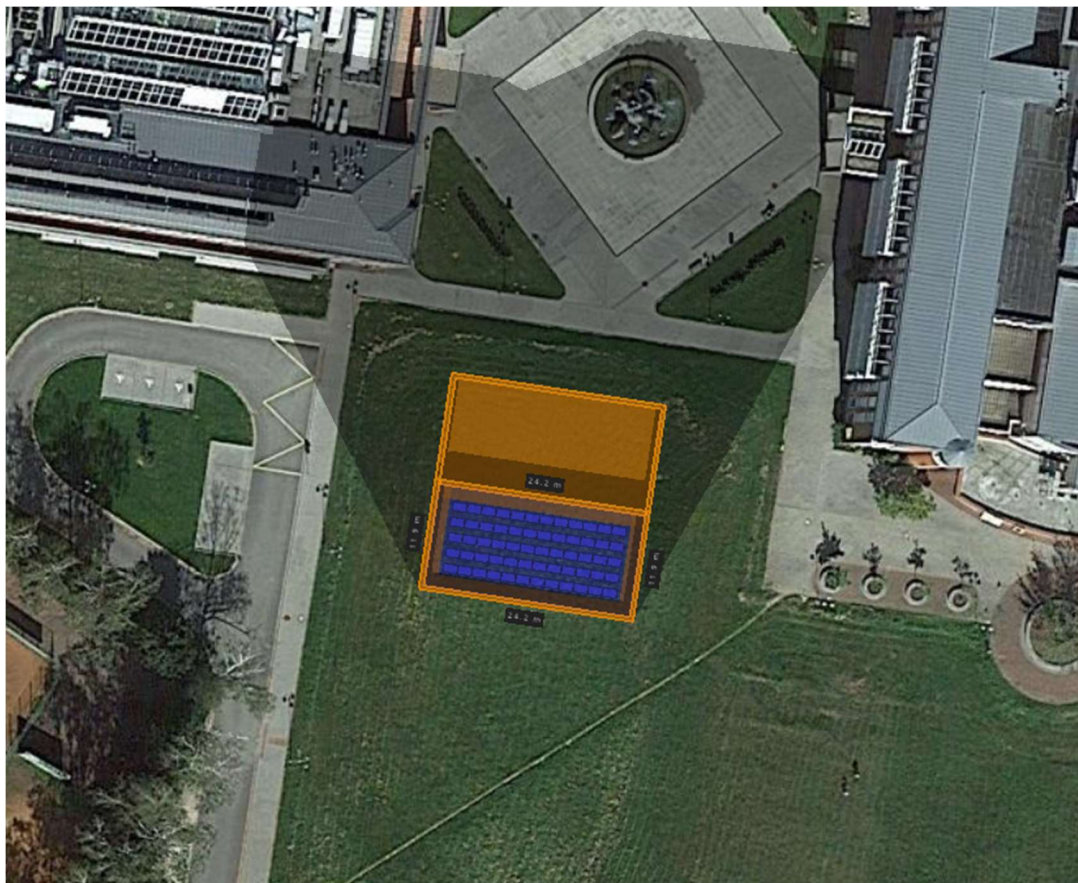
E.4.3. Měsíční balance FVE



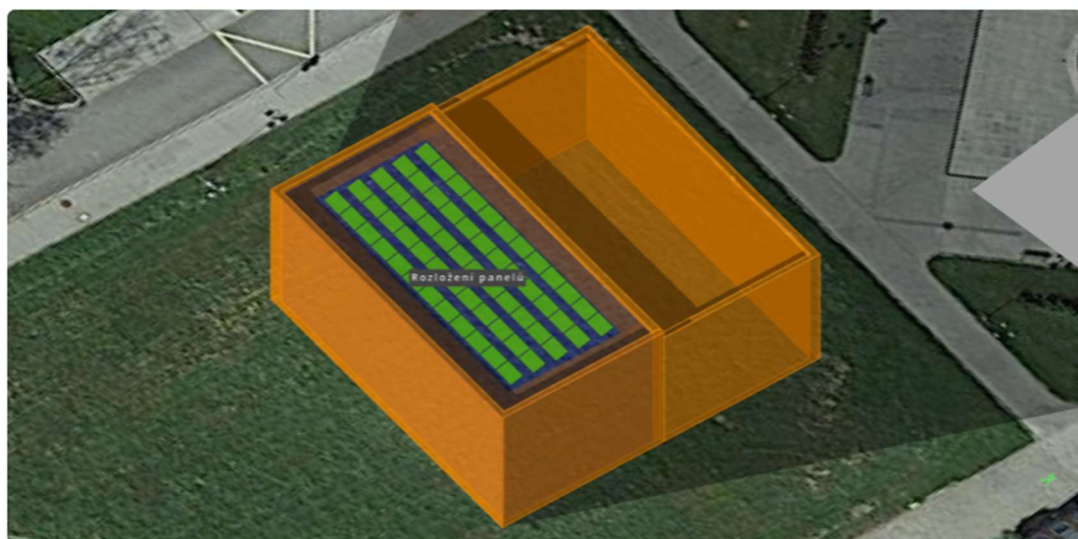
Graf 4: Měsíční výroba – FVE

Tabulka 42: Měsíční výrova – FVE

Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Produkce [kWh]	629	1054	1785	2612	3129	3143	3092	2869	2080	1333	605	420



Obrázek 13: Model FVE – ptačí perspektiva



Obrázek 14: Model FVE – jihovýchodní pohled

E.5 NÁVRH DEŠŤOVÁ VODA

E.5.1. Technický popis zařízení

Navržena byl jedna nádrž na dešťovou vodu o objemu 30 m³. Nádrž je navrhována tak, aby pokryla potřeby nepitné vody na 3 týdny. Nádrž bude možné doplnit pitnou vodou ze sítě.

E.5.2. Potřeba pitné vody

Všechny výpočty viz poslední strana

Tabulka 43: Potřeba pitné vody

Druh budovy	Specifická roční potřeba vody	Specifická denní potřeba vody
Administrativa	18 m ³ /zaměstnanec	60 l/zaměstnanec
Škola	5 m ³ /osoba	25 l/osoba

Průměrná denní potřeba vody

Stanovuje se na základě specifické denní potřeby vody na měrnou jednotku

$$Q_{dp} = q_s \cdot n$$

q_s ...specifická denní potřeba vody na měrnou jednotku

n ...počet měrných jednotek

Maximální denní potřeba vody

$$Q_{dmax} = Q_{dp} \cdot k_d$$

k_d ...součinitel denní nerovnoměrnosti $k_d = 1,5$

Maximální hodinová potřeba vody

$$Q_{hmax} = \left(\frac{Q_{dmax}}{t} \right) \cdot k_h$$

t ...doba provozu budovy během dne [h], $t = 9$ h

k_h ...součinitel hodinové nerovnoměrnosti = 1,8

Roční potřeba vody

Stanovuje se na základě specifické roční potřeby vody na měrnou jednotku

$$Q_{dp} = q_s \cdot n$$

E.5.3. Potřeba nepitné vody

Všechny výpočty viz poslední strana

Denní potřeba nepitné vody

Stanovuje se na základě specifické roční potřeby nepitné vody související s osobami + maximální denní potřeby nepitné vody nesouvisející s osobami.

$$Q_{N,d} = D_{p,d} \cdot n + D_{f,d}$$

$D_{p,d}$...denní potřeba nepitné vody související s osobami

n ...počet osob v budově

$D_{f,d}$...max. denní potřeba nepitné vody nesouvisející s osobami

$$Q_{f,d} = q_{zal} \cdot S$$

q_{zal} ...potřeba nepitné vody

S ...plocha

Roční potřeba nepitné vody

$$D_{t,a} = D_{p,d} \cdot n \cdot d_a + D_{f,d} \cdot S$$

d_a ...počet dnů v roce, kdy se nepitná voda využívá

$D_{f,a}$...roční potřeba nepitné vody pro kropení zeleně

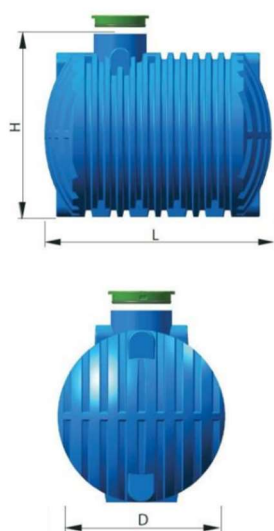
E.5.4. Roční nárok srážkové vody

$$Y_R = \Sigma A \cdot h \cdot e \cdot \eta$$

- A ...půdorysný průměr odvodněné plochy střechy
h ...dlouhodobý srážkový normál, pro královehradecký kraj
h = 760 mm
e ...součinitel výtěžnosti odvodněné plochy střechy, pro ploché střechy e = 0,5
η ...hydraulická účinnost mechanického čištění srážkové vody,
η = 0,9

E.5.5. Návrh

Na základě výpočtů (viz poslední strana) je navržena nádrž na dešťovou vodu o objemu 30 m³.



Typ nádrže (objem)		Výška (H)	Průměr (D)	Délka (L)	Hmotnost
	typ	m	m	m	kg
2 000	L	1,7	1,4	1,45	104
2 500	L	1,7	1,4	1,75	120
3 000	L	1,7	1,4	2,35	132
3 500	XL	2,0	1,7	1,8	158
5 000	XL	2,0	1,7	2,45	216
6 000	XL	2,0	1,7	2,9	258
7 000	XL	2,0	1,7	3,35	298
8 000	XXL	2,6	2,3	2,6	262
10 000	XXL	2,6	2,3	3,1	308
12 000	XXL	2,6	2,3	3,65	352
16 000	XXL	2,6	2,3	4,8	516
18 000	XXL	2,6	2,3	5,3	556
20 000	XXL	2,6	2,3	5,8	596
30 000	XXL	2,6	2,3	8,5	856
40 000	XXL	2,6	2,3	11,2	1116
50 000	XXL	2,6	2,3	13,4	1376

Obrázek 25: Akumulační nádrž na dešťovou vodu [7]

E.5.6 Výpočet

Tabulka 44: Pitná voda

Pitná voda							
Provoz	Specifická potřeba vody		Počet zaměstnanců/ osob	Průměrná denní potřeba [l/den]	Maximální denní spotřeba [l _{max} /den]	Maximální hodinová spotřeba [l _{max} /h]	Roční spotřeba [m ³ /rok]
	Denní [l]	Roční [m ³]					
	Administrativa	60	18	I/zaměstnanec	24	1440	2160
Škola	25	5	I/osoba	266	6650	9975	1330
						Celkem	1762

Tabulka 45: Nepitná voda

Nepitná voda								
Provoz	Splachování WC [l/den]		Krojení zeleně [l/den]	Úklid [l/den]		Celkem [l/den]	Pracovní dny	Roční spotřeba [m ³]
	l/osobu	Počet osob		Spotřeba	Odhad dle provozu			
Administrativa	13	24	0,5 l/m ²	130	5	447	251	112,2
Škola	6	266	-	10	10	1606	251	403,1
						Celkem	2053	515,3

Tabulka 46: Srážková voda

Srážková voda						
Provoz		Spotřeba za týden			Velikost nádrže na 3 týdny [m ³]	
				Σ		
Administrativa	5	Dní v týdnu	2,2	9,9	29,7	
Škola	5	Dní v týdnu	7,8			
Srážková voda						
Plocha střechy [m ²]	Dlouhodobý srážkový normál	Součinitel výtěžnosti sběrné plochy střechy			Hydraulická účinnost mechanického čištění	Úhrn srážek [m ³ /rok]
635	760	0,5			0,9	217,17

E.6 NÁVRH DEŠŤOVÁ VODA

Návrh umělého osvětlení byl proveden pro 3 různé provozní části – kancelář, WC a přednášková místnost.

E.6.1 Požadovaná úroveň osvětlení

Tabulka 47: Požadavky na osvětlení

Místnost/část	Požadavek osvětlení [lux]	Plocha S [m ²]	Barva místnosti
Kancelář	500	50,16	Bílí strop, světlé stěny, dřevěné stoly
WC	100	17,1	Bílí strop, světlé stěny
Přednášková místnost	500	142,8	Bílí strop, světlé stěny, dřevěné stoly

E.6.1 Výběr svítidel

Kancelář

SVETELNE PARAMETRY

Distribuce světla	nepřímá				
Optický systém	difuzor – čirý				
Index podání barev - CRI	> 95				
Teplota chromatičnosti - CCT	4 400 - 4 800 K				
Životnost	50 000 h				
UGR	0				
Délka svítidla	1 m	1,5 m	2 m	3 m	4 m
Světelný tok	5 000 lm	7 500 lm	10 000 lm	15 000 lm	20 000 lm

ELEKTRONICKÉ PARAMETRY

Světelný zdroj	LED				
Napájecí napětí	AC 230V / 50Hz				
Předřadná část	elektronický předřadník - interní				
Možnosti regulace	bez regulace / DALI, DSI, SwitchDIMM				
Délka svítidla	1 m	1,5 m	2 m	3 m	4 m
Příkon LED	50 W	75 W	100 W	150 W	200 W

PARAMETRY PRODUKTU

Délka závěsného lanka	80 cm				
Materiál	hliníkový profil, PMMA				
Barva	eloxovaný hliník, odstíny RAL				
Délka svítidla	1 m	1,5 m	2 m	3 m	4 m
Rozměry	100x5x6 cm	150x5x6 cm	200x5x6 cm	300x5x6 cm	400x5x6 cm



Obrázek 16: Kancelářské osvětlení [8]

WC

Materiál	①	kov
Barva	①	bílá
Patice	①	Integrovaný LED modul
Počet žárovek	①	1
Žárovky součástí balení		ANO (LED)
Barva světla	①	Denní bílá
Teplota chromatičnosti	①	4000 K
Příkon zdroje	①	12 W
Ekvivalent klasické žárovky		65 W
Max. příkon zdroje	①	12 W
Celkový příkon svítidla		12 W
Světelný tok celkový	①	960 lm
Funkce		LED technologie; Trafo součástí balení
Průměrná životnost zdroje		30000 h



Obrázek 17: WC osvětlení [9]

Přednášková místnost

SVĚTELNÉ PARAMETRY

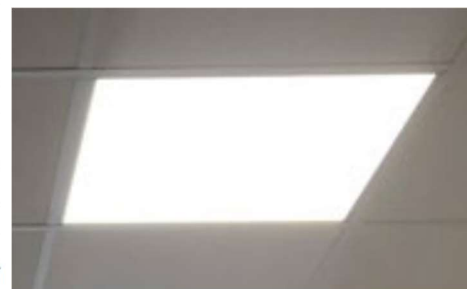
Distribuce světla	přímá
Optický systém	difuzor - opál
Index podání barev - CRI	> 95
Teplota chromatičnosti - CCT	4 400 - 4 800 K
Světelný tok	4270 lm
Životnost	50 000 h
UGR	<19

ELEKTRONICKÉ PARAMETRY

Světelný zdroj	LED
Napájecí napětí	AC 230V / 50Hz
Předřadná část	elektronický předřadník - externí
Možnosti regulace	bez regulace, DALI, DSI, 1-10 V

PARAMETRY PRODUKTU

Rozměr	595 x 595 x 80 mm
Materiál	ocelový plech, PMMA
Barva	bílá matná



Obrázek 18: WC osvětlení [10]

E.6.2 Výpočet světelného výkonu tokovou metodou

$$\Phi = \frac{E \cdot A}{\eta \cdot z}$$

Φ	 světelný tok [lm]
E	 udržovaná osvětlenost [lux]
A	 osvětlená plocha [m ²]
η	 účinnost
z	 udržovací činitel

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

k činitel prostoru

a,b rozměry místnosti

h výška svítidla nad srovnávací rovinou (nad stolem 0,85m)

Tabulka 48: Činitele odrazivosti

	Odrazivost (činitel odrazu)			
Strop	0,8			
Stěny	0,5		0,3	
Srovnávací rovina	0,3	0,1	0,3	0,1
Činitel místnosti k	Reflexní účinnost prostoru			
0,6	52	49	43	42
1,0	73	67	64	60
1,5	89	81	81	75
2,0	97	86	89	81
3,0	107	94	101	90

Tabulka 49: Vlastnosti místností

Místnost/část	Činitel místnosti k	Reflexní účinnost prostoru	Udržovací činitel	Optická účinnost	Účinnost
Kancelář	1,08	0,67	0,6	0,7	0,281
WC	0,62	0,49	0,5	0,95	0,233
Přednášková místnost	1,88	0,86	0,7	0,95	0,572

$$\Phi = \frac{E \cdot A}{\eta \cdot z} = \frac{500 \cdot 50,16}{0,281} = 89,253 \text{ lm}$$

Počet svítidel v kanceláři = 89 253/15 000 = 6 ks

$$\Phi = \frac{E \cdot A}{\eta \cdot z} = \frac{100 \cdot 17,1}{0,233} = 7\,339 \text{ lm}$$

Počet svítidel na WC = 7 339/960 = 8 Ks

$$\Phi = \frac{E \cdot A}{\eta \cdot z} = \frac{500 \cdot 142,8}{0,572} = 124\,825 \text{ lm}$$

Počet svítidel v přednáškové místnosti = 124 825/4 270 = 30 ks

Regulace

V kanceláři a přednáškové místnosti bude spínání ruční s automatickým udržováním konstantní osvětlenosti se stmíváním podle dostupnosti denního světla. Na WC bude instalováno pasivní infračervené čidlo, které bude řídit osvětlení podle pohybu.



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 PRO
VZDĚLÁVÁNÍ V HRADCI KRÁLOVÉ**

LOW-ENERGY BUILDING FOR EDUCATION IN HRADEC KRÁLOVÉ

F. PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Martin Mužík

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARCELA POČINKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2022

Průkaz energetické náročnosti budovy

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií
vyhlášky č. 264/2020 Sb. o energetické náročnosti budov ve znění
pozdějších předpisů

Energeticky úsporná budova pro
vzdělávání
Náměstí Václava Havla
500 03, Hradec Králové
katastrální území Hradec Králové
[646873]
parc. č. 191/56



Energetický specialista

Bc. Martin Mužík
Číslo oprávnění:

Evidenční číslo

Datum vydání

7.1.2022

Verze dokumentu

Tento dokument nesmí být bez písemného souhlasu zhotovitele kopírován jinak než celý.

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: Náměstí Václava Havla, parc. 191/56
 PSČ, místo: 500 03, Hradec Králové
 K.ú., parcelní č.: Hradec Králové (646873), 191/56
 Typ budovy: Budova pro vzdělávání
 Celková energeticky vztažná plocha: 1392 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

účinná SZTE – OZE≤80%: 124.2
 Energie okolního prostředí: 14.5
 elektřina: 4.6



UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI

	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	0.25 W/(m ² ·K)	B
	Měrná potřeba tepla na vytápění	55.7 kWh/(m ² ·rok)	
	Celková dodaná energie	103 kWh/(m²·rok)	A
	Vytápění	71.0 kWh/(m²·rok)	A
	Chlazení	0.14 kWh/(m²·rok)	E
	Nucené větrání	6.08 kWh/(m²·rok)	B
	Úprava vlhkosti	-	
	Příprava teplé vody	18.3 kWh/(m²·rok)	C
	Osvětlení	7.50 kWh/(m²·rok)	C

Energetický specialista: Bc. Martin Mužík

Osvědčení č.:

Kontakt:

Ev. č. průkazu:

Vyhotoveno dne: 7.1.2022

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:	Hradec Králové	Část obce:	
Ulice:	Náměstí Václava Havla	Č.p / č. or. (č.ev.)	
Katastrální území:	Hradec Králové (646873)	Převládající typ využití:	Budova pro vzdělávání
Parcelní číslo pozemku:	191/56	Památková ochrana budovy:	Bez památkové ochrany
Orientační období výstavby:	2024	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:

Navrhovaný objekt na parc. č. 191/56 v k.ú. Hradec Králové [646873] bude ležet na rovinatém pozemku bez vzrostlé zeleně ve tvaru písmene L, který svou kratší stranou přiléhá k ploše náměstí Václava Havla a k místní komunikaci kampusu Univerzity Hradec Králové. Celá parcela je obehnaná místní komunikací, která odděluje parkoviště, tenisové kurty a zatravněné plochy kampusu. Rozsah parcely je 11 657 m². Pozemek nemá doposud žádné využití a není zastavěn. Budova pro vzdělávání byla navržena tak, aby vyhověla požadavkům na novou výstavbu pro dané území. Stavba je umístěna tak, aby nenarušovala ráz okolní zástavby.

GEOMETRICKÉ CHARAKTERISTIKY

Parametr	Jednotky	Hodnota
Objem budovy s upravovaným vnitřním prostředím	m ³	5 501,7
Celková plocha hodnocené obálky budovy	m ²	2 244,5
Objemový faktor tvaru budovy	m ² /m ³	0,41
Celková energeticky vztažná plocha budovy	m ²	1 391,6
Podíl průsvitných konstrukcí v ploše svislých konstrukcí	%	51,3

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	Hala	Budovy pro vzdělávání -chodby, komunikace	☒	☒	20	688,2
Z2	Přednáškové místnosti	Budovy pro vzdělávání -posluchárny, přednáškové prostory	☒	☒	20	312,5
Z3	Kanceláře	Budovy pro vzdělávání -učebny, kabinety	☒	☒	20	162,5
Z4	Technické prostory	Budovy pro obchodní účely -sklady bez trvalého pobytu osob	☒	☐	15	84,4
Z5	Zázemí	Budovy pro obchodní účely -šatny, sociální zařízení	☒	☒	20	144,1

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).

elektrina	---	---	1,3%	---	---	1,9%	---	3,2%
	---	---	1.82	---	---	2.74	---	4.57
účinná SZTE - OZE≤80%	69,0%	---	---	---	17,7%	---	---	86,7%
	98.8	---	---	---	25.4	---	---	124

ENERGIE OKOLNÍHO PROSTŘEDÍ

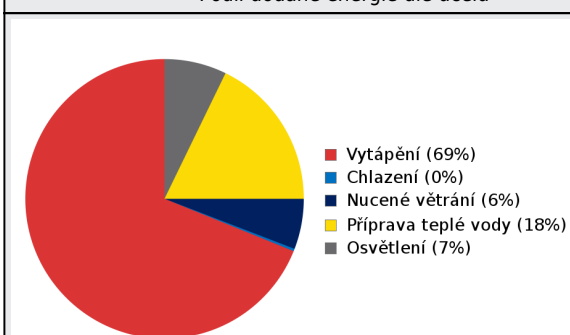
Za energii okolního prostředí je pro účely průkazu považována energie získaná ze Slunce, Země, vody, vzduchu nebo větru dodaná pomocí technického zařízení (solární kolektory, tepelné čerpadlo apod.). Dále je sem zařazeno využití odpadního tepla z technologie.

Energie okolního prostředí	---	0,1%	4,6%	---	---	5,4%	---	10,1%
	---	0.20	6.63	---	---	7.69	---	14.5

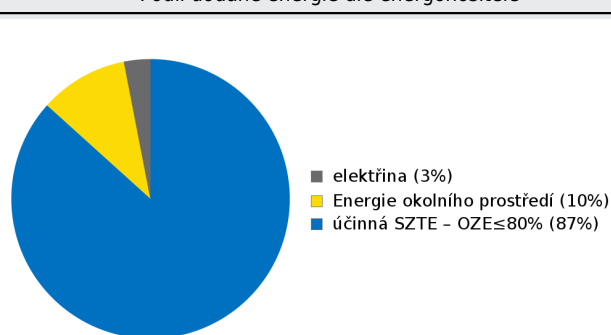
CELKOVÁ DODANÁ ENERGIE

procentuální podíl	69,0%	0,1%	5,9%	---	17,7%	7,3%	---	100,0%
kWh/m²rok	71,0	0,1	6,1	---	18,3	7,5	---	103,0
MWh/rok	98.8	0.20	8.45	---	25.4	10.4	---	143

Podíl dodané energie dle účelu



Podíl dodané energie dle energonositele

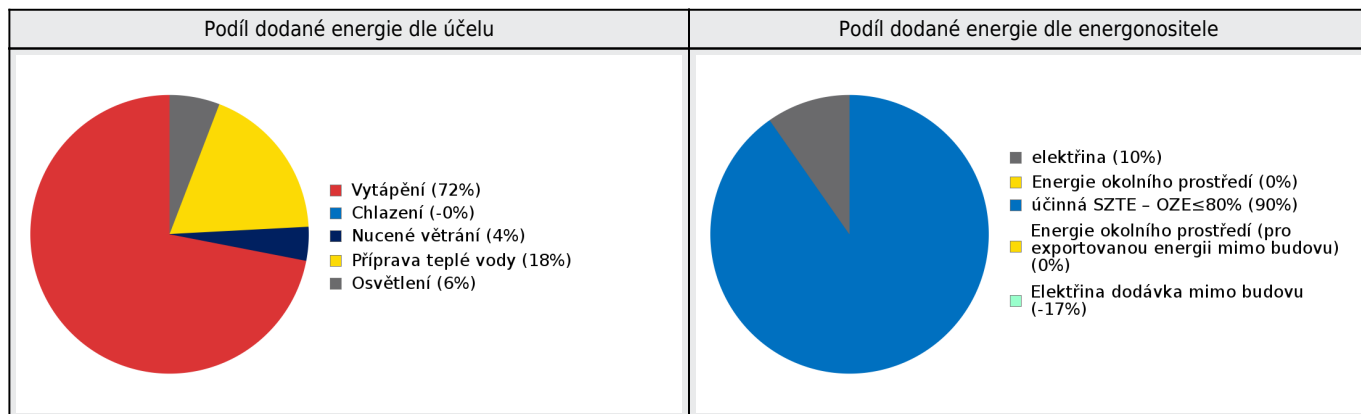


C PRIMÁRNÍ ENERGIE Z NEOBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE

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.

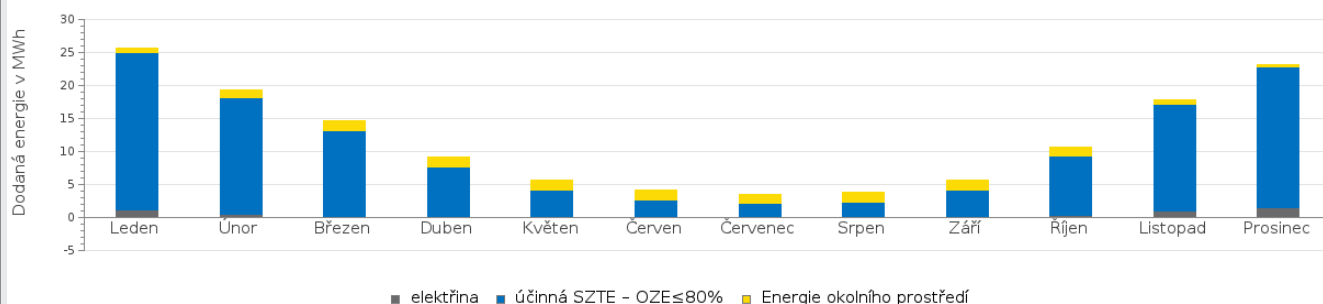
Energonositel	Faktor primární energie z neobnovitelných zdrojů energie	Vytápění	Chlazení	Nucené větrání	Úprava vlhkosti	Příprava teplé vody	Osvětlení vnitřního prostoru budovy	Ostatní	Celkem
		% pokrytí							
		Dodaná energie v MWh/rok							

ENERGONOSITELE									
elektrina	2,6	---	-0,0%	3,8%	---	---	5,8%	---	9,6%
		---	0	4.74	---	---	7.13	---	11.9
Energie okolního prostředí	0,0	---	0,0%	0,0%	---	---	0,0%	---	0,0%
		---	0.00	0.00	---	---	0.00	---	0.00
účinná SZTE - OZE≤80%	0,9	71,9%	---	---	---	18,5%	---	---	90,4%
		88.9	---	---	---	22.9	---	---	112
Energie okolního prostředí (pro exportovanou energii mimo budovu)	0,0	---	---	---	---	---	---	0,0%	0,0%
		---	---	---	---	---	---	0.00	0.00
Elektrina dodávka mimo budovu	-2,6	---	---	---	---	---	---	-17,3%	-17,3%
		---	---	---	---	---	---	-21.4	-21.4
PRIMÁRNÍ ENERGIE Z NEOBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE									
procentuální podíl		71,9%	-0,0%	3,8%	---	18,5%	5,8%	-17,3%	82,7%
kWh/m²rok		63,9	-0,0	3,4	---	16,4	5,1	-15,4	73,5
MWh/rok		88.9	0	4.74	---	22.9	7.13	-21.4	102

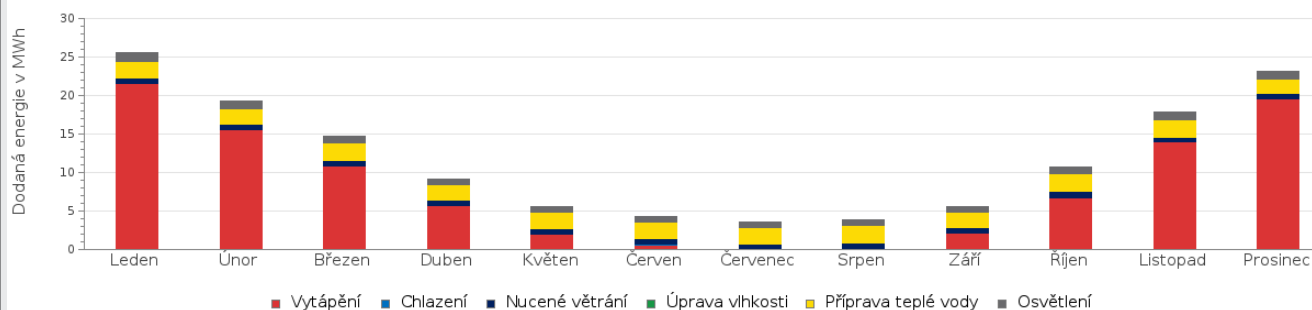


D ROČNÍ PRŮBĚH DODANÉ ENERGIE**BILANCE PODLE ENERGOSONITELŮ**

	Dodaná energie v MWh/rok											
	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Celkem	25.6	19.3	14.7	9.19	5.59	4.23	3.52	3.82	5.59	10.7	17.8	23.2
elektřina	1.22	0.58	0	0	0.00	0	0	0	0	0.27	1.08	1.42
účinná SZTE – OZE≤80%	23.7	17.6	13.1	7.71	4.11	2.69	2.10	2.38	4.09	9.09	16.2	21.4
Energie okolního prostředí	0.63	1.05	1.61	1.49	1.49	1.54	1.41	1.44	1.50	1.33	0.61	0.42

Roční průběh dodané energie podle energosonitelů**BILANCE PODLE ÚČELŮ SPOTŘEBY**

	Dodaná energie v MWh/rok											
	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Celkem	25.6	19.3	14.7	9.19	5.59	4.23	3.52	3.82	5.59	10.7	17.8	23.2
Vytápění	21.5	15.6	10.9	5.67	1.98	0.57	0.06	0.07	2.15	6.78	13.9	19.5
Chlazení	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nucené větrání	0.72	0.65	0.72	0.69	0.72	0.69	0.72	0.72	0.69	0.72	0.69	0.72
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	2.22	2.02	2.22	2.03	2.13	2.12	2.04	2.31	1.94	2.31	2.21	1.86
Osvětlení	1.13	0.99	0.89	0.79	0.72	0.69	0.70	0.72	0.80	0.89	0.99	1.12

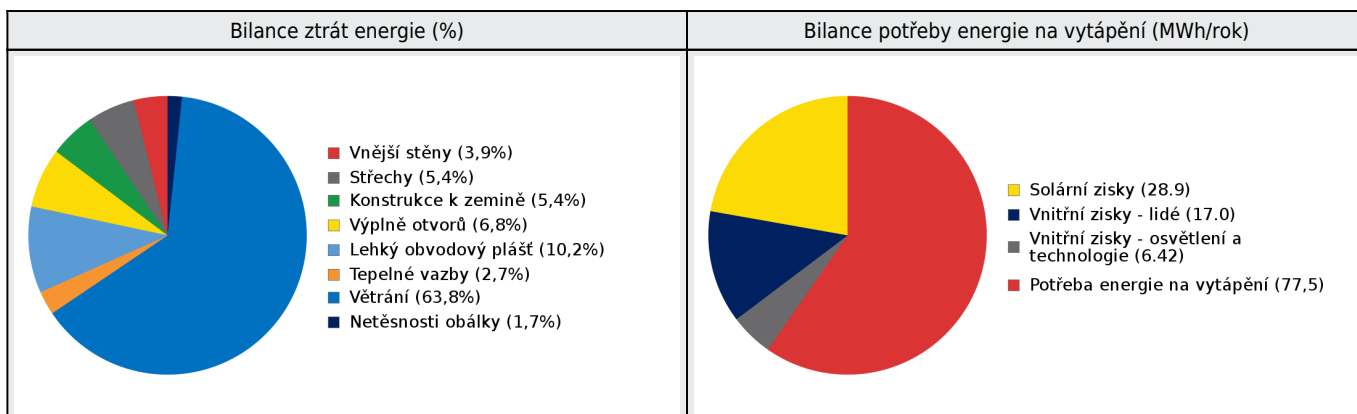
Roční průběh dodané energie dle účelů spotřeby

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	44.7	Solární zisky	MWh/rok	28.9
Větrání		82.8	Vnitřní zisky - lidé		17.0
Netěsnosti obálky - infiltrace		2.23	Vnitřní zisky - osvětlení a technologie a z přilehlých nevytápěných prostor		6.42
Celkem		130	Celkem		52.3

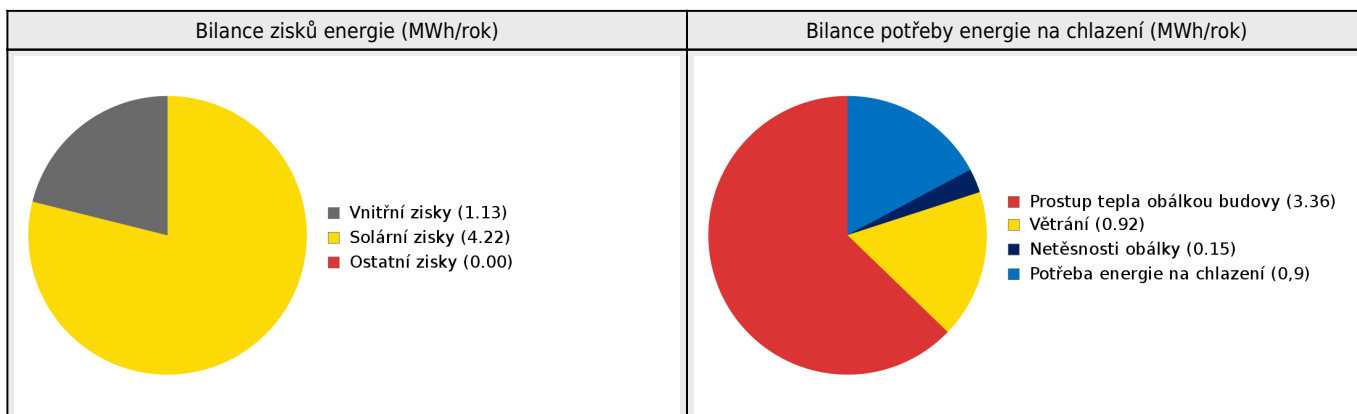
POTŘEBA ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ	MWh/rok	77,5	kWh/m ² .rok	55,7
-----------------------------	---------	------	-------------------------	------

**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	1.13	Prostup tepla obálkou budovy	MWh/rok	3.36
Solární zisky průsvitnými konstrukcemi		4.22	Cílené větrání		0.92
Ostatní zisky (prostupem, větráním, infiltrací)		0.00	Netěsnosti obálky - infiltrace		0.15
Celkem		5.35	Celkem		4.43

POTŘEBA ENERGIE NA CHLAZENÍ	MWh/rok	0,9 ¹⁾	kWh/m ² .rok	0,7
-----------------------------	---------	-------------------	-------------------------	-----



F		OBÁLKA BUDOVY						
<i>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.</i>								
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
					U _j	U _{N,j}	U _{R,j}	
Ozn.	Název	°C	---	m²	W/m².K			
VNĚJŠÍ STĚNY				414,5				
STN-2	Stěna k venkovnímu prostoru (Z1)	20	EXT	75,8	0,153	0,30	0,21	73%
STN-2	Stěna k venkovnímu prostoru (Z2)	20	EXT	217,8	0,153	0,30	0,21	73%
STN-2	Stěna k venkovnímu prostoru (Z3)	20	EXT	120,9	0,153	0,30	0,21	73%
STŘECHY				635,1				
STR-1	Plochá střecha (Z1)	20	EXT	151,9	0,137	0,24	0,17	82%
STR-1	Plochá střecha (Z2)	20	EXT	317,6	0,137	0,24	0,17	82%
STR-1	Plochá střecha (Z3)	20	EXT	165,6	0,137	0,24	0,17	82%
KONSTRUKCE K ZEMINĚ				759,1				
PDL(z)-4	Podlaha na terénu (Z1)	20	ZEM	386,8	0,220	0,45	0,32	70%
PDL(z)-4	Podlaha na terénu (Z5)	20	ZEM	111,6	0,220	0,45	0,32	70%
PDL(z)-5	Podlaha suterénu - temperovaný prostor (Z4)	15	ZEM	83,0	0,274	0,85	0,60	46%
PDL(z)-6	Podlaha suterénu - vytápěný prostor (Z1)	20	ZEM	43,6	0,274	0,45	0,32	87%
STN(z)-8	Stěna přilehlá k zemině - z vytápěného prostoru (Z1)	20	ZEM	40,5	0,249	0,45	0,32	79%
STN(z)-9	Stěna přilehlá k zemině - z temperovaného prostoru (Z4)	15	ZEM	57,8	0,249	0,85	0,60	42%
STN(z)-10	Stěna přilehlá k zemině 2- z tepmerovaného prostoru (Z4)	15	ZEM	35,8	0,255	0,85	0,60	43%
VÝPLNĚ OTVORŮ				133,3				
VYP-14	Výplně otvorů - S - 3000x1500 (Z3)	20	EXT	18,0	0,762	1,50	0,97	78%
VYP-15	Výplně otvorů - S - 1250x1500 (Z3)	20	EXT	3,8	0,801	1,50	0,97	82%
VYP-16	Výplně otvorů - S - 2000x650 (Z1)	20	EXT	2,6	0,825	1,50	0,97	85%
VYP-17	Výplně otvorů - V - 3000x1500 (Z3)	20	EXT	4,5	0,762	1,50	0,97	78%
VYP-18	Výplně otvorů - V - 1000x1500 (Z1)	20	EXT	1,5	0,838	1,50	0,97	86%
VYP-19	Výplně otvorů - V - 4000x3000 (Z2)	20	EXT	15,0	0,718	1,50	0,97	74%

VYP-20	Výplně otvorů - V - 4000x2250 (Z2)	20	EXT	9,0	0,757	1,50	0,97	78%
VYP-21	Výplně otvorů - V - 2000x650 (Z1)	20	EXT	3,9	0,825	1,50	0,97	85%
VYP-22	Výplně otvorů - Z - 3000x1500 (Z3)	20	EXT	4,5	0,762	1,50	0,97	78%
VYP-23	Výplně otvorů - Z - 1000x1500 (Z1)	20	EXT	1,5	0,838	1,50	0,97	86%
VYP-24	Výplně otvorů - Z - 4000x3000 (Z2)	20	EXT	15,0	0,718	1,50	0,97	74%
VYP-25	Výplně otvorů - Z - 4000x2250 (Z2)	20	EXT	9,0	0,757	1,50	0,97	78%
VYP-26	Výplně otvorů - Z - 2000x650 (Z1)	20	EXT	3,9	0,825	1,50	0,97	85%
VYP-27	Výplně otvorů - J - 2000x650 (Z1)	20	EXT	2,6	0,825	1,50	0,97	85%
VYP-36	Dveřní výplň D1 - S (Z1)	20	EXT	11,3	1,009	1,70	0,97	104%
VYP-37	Dveřní výplň D1 - V (Z1)	20	EXT	5,6	1,009	1,70	0,97	104%
VYP-38	Dveřní výplň D1 - Z (Z1)	20	EXT	5,5	1,009	1,70	0,97	104%
VYP-39	Dveřní výplň D1 - J (Z2)	20	EXT	4,8	0,660	1,70	0,97	68%
VYP-40	Dveřní výplň D1 - S (Z1)	20	EXT	11,3	1,009	1,70	0,97	104%

LEHKÝ OBVODOVÝ PLÁŠŤ				302,6				
VYP-28	Lehký obvodový plášť J 5,68 (Z1)	20	EXT	67,7	0,532	1,30	0,97	55%
VYP-29	Lehký obvodový plášť J 1,4 (Z1)	20	EXT	14,4	0,543	1,30	0,97	56%
VYP-30	Lehký obvodový plášť S 5,68 (Z1)	20	EXT	56,4	0,532	1,30	0,97	55%
VYP-31	Lehký obvodový plášť S 1,4 (Z1)	20	EXT	14,4	0,543	1,30	0,97	56%
VYP-32	Lehký obvodový plášť V 5,68 (Z1)	20	EXT	62,0	0,532	1,30	0,97	55%
VYP-33	Lehký obvodový plášť V 1,4 (Z1)	20	EXT	12,9	0,543	1,30	0,97	56%
VYP-34	Lehký obvodový plášť Z 5,68 (Z1)	20	EXT	62,0	0,532	1,30	0,97	55%
VYP-35	Lehký obvodový plášť Z 1,4 (Z1)	20	EXT	12,9	0,543	1,30	0,97	56%

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	
CZT-1	Výměníková stanice	150	účinná SZTE – OZE≤80%	98.8	98	---	Z1: 92% (89%) Z2: 92% (85%) Z3: 92% (89%) Z4: 92% Z5: 92% (89%)	Z1: 88% (82%) Z2: 88% (85%) Z3: 88% (82%) Z4: 88% Z5: 88% (82%)	100% 77.5

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}	η _{C,dis,int}	η _{C,em}	% pokrytí			
MWh/rok								
CHL-1	VRV daikin RXYQ20U	---	---	---	---	Z1: 95% (90%) Z2: 90% Z3: 90% (90%) Z5: % (90%)	Z1: 100% (86%) Z2: 81% Z3: 81% (86%) Z5: % (86%)	100% 0.92

Ozn.	Zdroj chladu	Systém chlazení mimo budovu - bilance dodávky energie pro hodnocenou budovu					
		Zdroj chladu mimo budovu			Vnější rozvody		
		Celkový jmenovitý chladicí výkon	Palivo	Spotřeba energie na chlazení v palivu	Sezónní chladicí faktor zdroje chladu	Sezónní účinnost distribuce a akumulace chladu	Ztráty ve vnějších rozvodech
		kW		MWh	SEER	%	MWh
CHL-1	VRV daikin RXYQ20U	52	elektřina	0.20	5,00	100	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	Váhový činitel regulace systému nuceného větrání
		m³/hod	m³/hod	MWh/rok	%	%	W.s/m³	%
VZT-1	VZT 1	3 400	2 805,21	6.27	70	90	1 895	69,3
VZT-2	VZT2	8 400	2 500,00	2.18	50	69	3 771	19,0

PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY									
V případě, že je zdrojem tepla zařízení pro kombinovanou výrobu tepla a elektřiny nebo solární systém jsou bilance uvedeny v samostatné tabulce.									
Ozn.	Zdroj pro přípravu teplé vody	Systém přípravy teplé vody uvnitř budovy							
		Celkový jmenovitý tepelný výkon	Palivo	Spotřeba energie na přípravu teplé vody v palivu	Sezónní účinnost výroby tepla		Sezónní účinnost distribuce teplé vody	Sezónní potřeba teplé vody	Potřeba energie ohřev teplé vody
		kW		MWh	%	---	%	m³/rok	% pokrytí MWh/rok
CZT-1	Výměňiková stanice	150	účinná SZTE - OZE≤80%	25.4	98	---	TVsys 1: 88,4	379,01	100,0 24.9

OSVĚTLENÍ								
Ozn.	Osvětlovací soustava / zóna	Převažující typ světelných zdrojů	Odpovídající energeticky vztahná plocha	Průměrná požadovaná osvětlenost	Průměrné korekční činitele soustavy			
		---	m²	lux	Typ světelných zdrojů	Řízení soustavy	Konstantní osvětlenost	Závislost na denním světle
Z1 (L1)	LED	referenční	550,54	100	1,10	0,80	1,00	1,00
Z2 (L1)	LED	referenční	250,00	300	1,10	0,80	1,00	1,00
Z3 (L1)	LED	referenční	130,00	300	1,10	0,80	1,00	1,00
Z4 (L1)	LED	referenční	67,50	150	1,10	0,80	1,00	1,00
Z5 (L1)	LED	referenční	115,24	100	1,10	0,80	1,00	1,00

FOTOVOLTAICKÝ SYSTÉM								
V průkazu je prováděn pouze bilanční výpočet výroby tepla a elektřiny v souladu s vyhláškou pro účely stanovení neobnovitelné primární energie. Výpočet využití energie pro vlastní spotřebu není relevantní (nejsou obsaženy spotřebiče a technologie).								
Ozn.	Fotovoltaická soustava	Využití solární soustavy	Výroba		Akumulace		Celková roční výroba soustavy	Využito pro výpočet neobn. primární energie
			Celková účinná plocha / počet ks panelů	Instalovaný špičkový výkon / účinnost panelu	Objem zásobníku vody	Typ akumulátorů / kapacita		
			m²	kWp	litry	typ		
			ks	%		kWh	MWh/rok	MWh/rok
FVE 1	FVE	napojeno na elektrizační soustavu (export pouze přebytku)	133,240	26,65	-	-	22,751	22,751
			60	20		-		

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.		
Úsporné 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	Alternativní systém v podobě FVE je již na objektu instalován.
	Kombinovaná výroba elektřiny a tepla	NE	NE	NE	Pro tento objekt není vhodná instalace kogenerační jednotky
	Soustava zásobování tepelnou energií	ANO	ANO	ANO	Objekt je opatřen soustavou zásobování teplem.
	Tepelná čerpadla	NE	NE	NE	Vzhledem k využití tepla ze SZTE, není pro tento objekt vhodná instalace tepelného čerpadla.

NAVRŽENÝ SOUBOR OPATŘENÍ				
Popis souboru opatření		Potřeba energie na vytápění, chlazení a přípravu teplé vody	Celková dodaná energie	Neobnovitelná primární energie
		kWh/m².rok	kWh/m².rok	kWh/m².rok
		MWh/rok	MWh/rok	MWh/rok
Hodnocení budova		70,57	102,96	73,47
		98.2	143	102
Soubor navržených opatření		70,57	102,96	73,47
		0.00	0.00	0.00
Dosažená úspora energie		0,00	0,00	0,00
		98.2	143	102
				Klasifikační třída neobnovitelné primární energie
				
				
				-

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 vztažná plocha		Měrná potřeba na vytápění referenční budovy		Míra snížení		
			m ²		kWh/m ² .rok		%		
	Z1 - Hala (ostatní zóna)		688,2		94,5		40		
	Z2 - Přednáškové místnosti (ostatní zóna)		312,5				40		
	Z3 - Kanceláře (ostatní zóna)		162,5				40		
	Z4 - Technické prostory (ostatní zóna)		84,4				40		
	Z5 - Zázemí (ostatní zóna)		144,1				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	Přiléhající 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				0,25	0,35	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				102,96	171,97	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				73,47	123,66	ANO	

J	OSTATNÍ ÚDAJE
----------	----------------------

METODA VÝPOČTU			
Použitý software:	 DEKSOFT® - ENERGETIKA	Verze software:	6.0.6
Klimatická data:	ČSN 73 0331-1 (s doplněnou průměrnou rychlostí větru dle ČHMÚ - průměr ČR)	Metoda výpočtu:	Měsíční krok

ÚDAJE O PROJEKTOVÉ DOKUMENTACI STAVBY
Průkaz není součástí projektové dokumentace stavebního záměru.

DALŠÍ ZDROJE INFORMACÍ	
Bezplatná poradenská služba:	https://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis
Katalog úspor energie:	https://www.kataloguspor.cz

K	ENERGETICKÝ SPECIALISTA
----------	--------------------------------

ENERGETICKÝ SPECIALISTA			
Jméno / obchodní firma:	Bc. Martin Mužík	Číslo oprávnění:	
Telefon:		E-mail:	

URČENÁ OSOBA			
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.			
Jméno a příjmení:	-	Číslo oprávnění:	-

PLATNOST PRŮKAZU			
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.			
Evidenční číslo průkazu:		Podpis energetického specialisty:	
Datum vyhotovení průkazu:	7.1.2022		
Platnost průkazu do:	7.1.2032		

¹⁾ V případě přerušovaného chlazení dle ČSN EN ISO 52 016-1 čl. 6.6.11.4 se uplatňuje redukce $a_{C,red}$ až na výslednou potřebu chladu na chlazení stanovenou pro nepřerušované chlazení, kterému odpovídá uvedená bilance. V případě přerušovaného chlazení v objektu bude rozdíl v uvedených bilancích zisků a ztrát energie o tuto redukci vyšší než vykazovaná potřeba chladu na chlazení.



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 PRO VZDĚLÁVÁNÍ V HRADCI KRÁLOVÉ

LOW-ENERGY BUILDING FOR EDUCATION IN HRADEC KRÁLOVÉ

G. POSUDEK VÝROBY ELEKTRICKÉ ENERGIE Z FVE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Martin Mužík

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARCELA POČINKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2022

G.1 Účel zpracování energetického posudku

Energetický posudek fotovoltaické elektrárny je hodnocen za účelem zjištění energetické a finanční úspory pro uvažovanou budovu. Spotřeba byla určena dle průkazu energetické náročnosti budovy bez posuzované FVE.

G.2 Identifikační údaje

Tabulka 50: Vlastník

Název:	Statutární město Hradec Králové
Adresa:	Československé armády 408, 500 03 Hradec Králové
IČ:	002 68 810

Tabulka 51: Zadavatel

Název:	Vysoké učení technické v Brně
Adresa:	Veveří 95, 602 00 Brno
IČ:	002 16 305

Tabulka 52: Předmět posudku

Název :	Posouzení výroby elektrické energie z FVE
Adresa:	Náměstí Václava Havla, 500 03 Hradec Králové
Katastrální území:	Hradec Králové [646873]
Parcelní číslo:	191/56
Typ objektu:	Budova pro vzdělání

G.2.4 Stanovení okrajových podmínek

(§ 5 odst. 2d vyhlášky 480/2012 Sb. O energetickém auditu a energetickém posudku)

Posudek je zpracován na základě dokumentace pro stavební povolení. Součástí dokumentace je koncepční návrh technického zařízení budovy a stavebních konstrukcí, které jsou pro tento projekt klíčové.

Kraj:	Královéhradecký
Okres:	Hradec Králové
Klimatická oblast:	I.
Otopného období:	242 dnů
Venkovní výpočtová teplota:	-12 °C

G.3 Popis stávajícího stavu předmětu energetického posudku

Všechny údaje uvedené v tomto energetickém posudku byly získány z následujících podkladů:

- 1) Projektová dokumentace stavební části ve stupni DSP.
- 2) Koncepční návrh technického zařízení budovy.
- 3) Teoretické spotřeby, které byly převzaty z průkazu energetické náročnosti budovy.

G.3.1 Údaje o předmětu energetického posudku

Tato část posudku je zaměřena na popis objektu před realizací navrhovaných opatření především pak fotovoltaické elektrárny. Jsou zde stručně popsány technické zařízení budovy a stavební konstrukce.

Aktuální energetické hospodaření budovy je zde zhodnoceno a následně jsou navrženy opatření vedoucí k energetické a tím i finanční úspoře.

Základní údaje a popis objektu

Základní údaje o výchozím stavu předmětu energetického posudku, stavu energetického hospodářství z hlediska jeho účelu a technických vlastností, jsou uvedeny v následujících odstavcích této kapitoly.

Charakteristika hlavních činností předmětu energetického posudku

Tabulka 53: Údaje žadatele

Činnost žadatele:	V objektu pro vzdělávání bude výroba elektřiny z FVE využita pro VZT, chlazení, osvětlení a technologie budovy.
Předpokládaný záměr:	Úspora energií - Instalace fotovoltaické elektrárny

Objekt slouží ke vzdělávání.



Obrázek 19: Situační schéma objektu



Obrázek 20: Vizualizace řešeného objektu

Popis technického zařízení a systémů, které jsou předmětem energetického posudku

Technická zařízení budov

Tato část obsahuje popis technického provozu budovy, umožňující zohlednit energetické vstupy a tím i stanovit energetickou náročnost výchozího stavu. Uvedený souhrn vede k navržení energeticky úsporných opatření, eliminaci nevýhodných částí výchozího stavu a využití potenciálu možných energetických úspor.

Energetická náročnost stávajícího stavu analyzovaného energetického hospodářství z hlediska TZB a technologie je definována parametry spotřeby energie, danými technickým stavem zařízení pro vzduchotechniku, chlazení, osvětlení a malých spotřebičů.

Vytápění budovy

Zdrojem vytápění v řešeném objektu je předávací stanice, která poskytuje teplou vodu do otopné soustavy. Zhodnocení stávajícího zdroje vytápění není předmětem tohoto posudku, a proto není jeho stav popisován.

Ohřev teplé vody pro budovu

Příprava teplé vody v řešeném objektu je zajištěna předávací stanicí, která poskytuje teplou vodu do akumulárního zásobníku na teplou vodu o objemu 750 l. Zhodnocení stávajícího zdroje pro přípravu TV není předmětem tohoto posudku, a proto není jejího stav popisován.

Vzduchotechnika pro budovu

Větrání v řešeném objektu je nucené a je zajištěno dvěma vzduchotechnickými jednotkami. Zhodnocení stávajících zařízení pro nucené větrání není předmětem tohoto posudku, a proto není jejich stav popisován.

Chlazení budovy

Objekt je chlazen pomocí jedné venkovní chladicí jednotky, ke které jsou napojeny vnitřní distribuční jednotky. Zhodnocení stávajících zdrojů chladu není předmětem tohoto posudku, a proto není jejich stav detailněji popisován.

Osvětlení budovy

Umělé osvětlení je v řešeném objektu zajištěno LED svítidly. Provozní doba většiny svítidel je 10 hodin denně. Zhodnocení stávajících zdrojů osvětlení není předmětem tohoto posudku, a proto není jejich stav detailněji popisován.

Shrnutí:

V budově je využívána elektrická energie na chlazení, větrání, osvětlení a provoz malých spotřebičů. Návrhovaná fotovoltaické elektrárna je řešen na základě teoretických spotřeb z PENB. Elektrická energie, která bude vyrobena pomocí fotovoltaické elektrárny, bude využita v hodnoceném objektu.

G.3.2 Základní údaje o energetických vstupech

Tato část obsahuje měsíční energetické vstupy před realizací energetických úspor, které jsou dána množstvím teoretických spotřeb elektrické energie. Energetické vstupy uvedené níže v tabulkách byly získány z teoretických spotřeb z PENB.

Energetické vstupy

Energetická bilance v budově zahrnuje elektrickou energii. Přičemž spotřeba dalších energonositelů je pro hodnocení tohoto energetického posudku bezpředmětná, a proto není v žádné z následujících částí EP řešena.

Elektrická energie

Ceny elektrické energie byly uvažovány podle ceníku ČEZ Prodej, a.s. pro rok 2022 a to ve výši 7,2 Kč/kWh. Tato cena může být skrlesnena aktuální situací na trhu s energiemi.

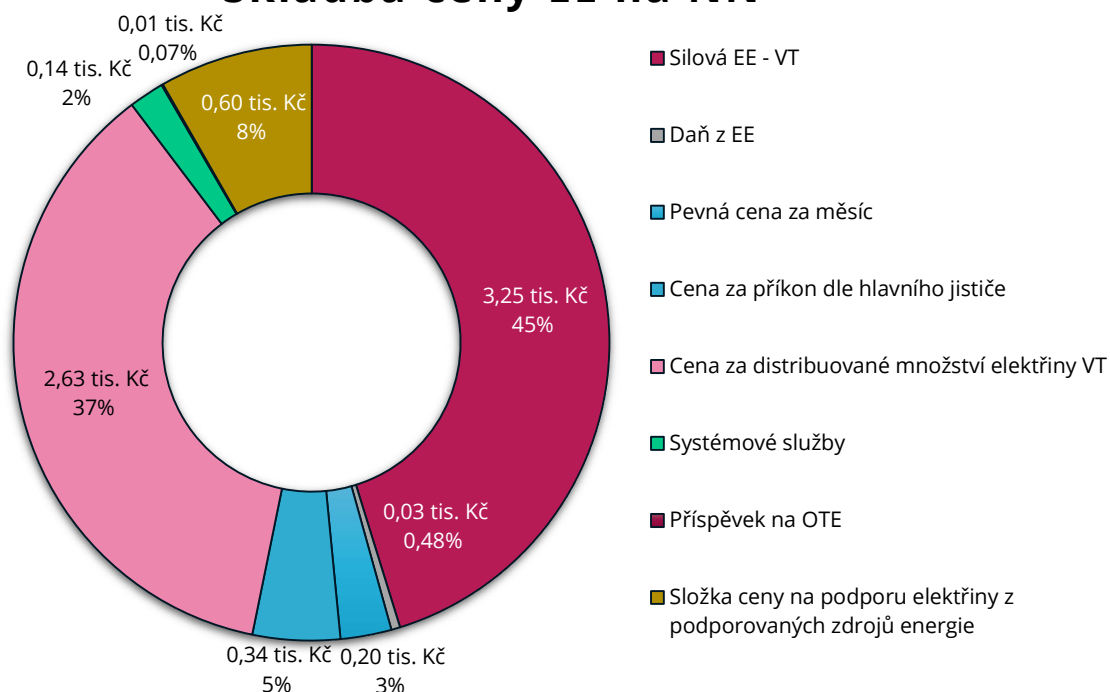
Specifikace:

Dodavatel:	ČEZ Prodej, a.s.
Adresa dodavatele:	Duhová 425/1, 140 53 Praha
Adresa odběrného místa:	Náměstí Václava Havla, 500 03 Hradec Králové
Velikost hlavního jističe:	3 × 40 A
Distribuční sazba:	C02d

Tabulka 54: Skladba ceny EE pro rok 2022

Silová elektřina				
Složka ceny	Jedn.	Jednotková cena (Kč/Jedn.)	Množství (Jedn.)	Celková cena (Kč)
Silová elektřina - VT	MWh	3 254,90	1,0	3 254,90
Daň z elektřiny	MWh	34,24	1,0	34,24
Pevná cena za měsíc	měs.	199,65	1,0	199,65
Distribuce				
Složka ceny	Jedn.	Jednotková cena (Kč/Jedn.)	Množství (Jedn.)	Celková cena (Kč)
Cena za příkon dle hlavního jističe	měs.	341,22	1,0	341,22
Cena za distribuované množství elektřiny VT	MWh	2 628,66	1,0	2 628,66
Systémové služby	MWh	137,37	1,0	137,37
Příspěvek na OTE	měs.	5,08	1,0	5,08
Složka ceny na podporu elektřiny z POZE - dle	MWh	598,95	1,0	598,95
Složka ceny na podporu elektřiny z POZE - dle	A	14,33	120,0	1 719,60
Složka ceny na podporu elektřiny z POZE	MWh	598,95	1,0	598,95
Celkem bez stálých platů - VT	MWh	6 654,12	1,0	6 654,12
Stálé platy	měs.	545,95	1,0	545,95
Celkem včetně stálých platů	MWh	7 200,07	1,0	7 200,07

Skladba ceny EE na NN



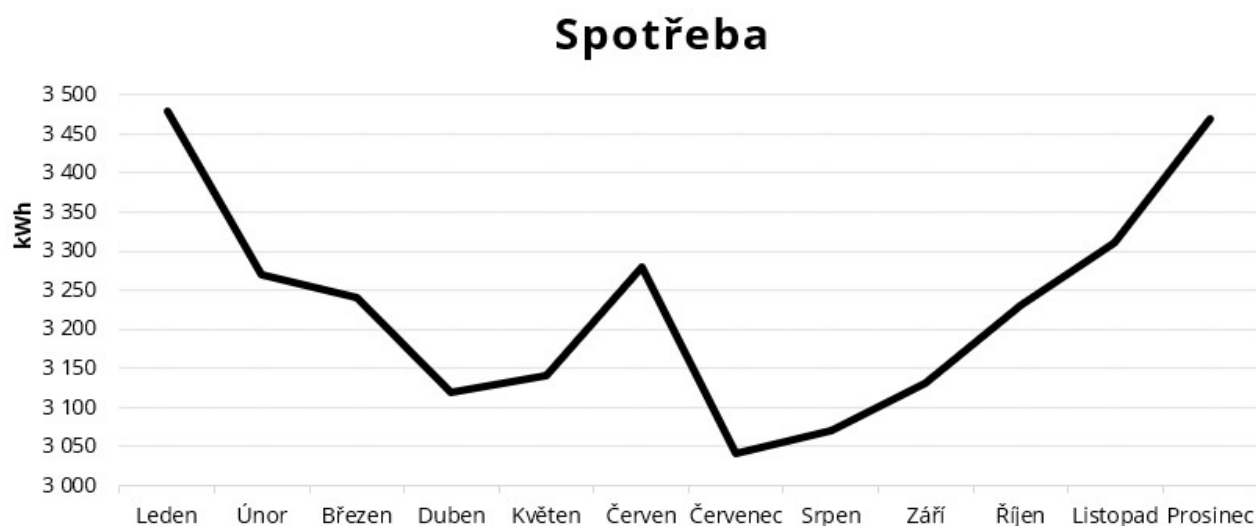
Graf 5: Skladba ceny EE z NN

Na výše uvedeném grafu je popsáno rozdělení skladby ceny elektrické energie vycházející z ceníku ČEZ Prodej, a.s. za rok 2022.

Z grafu je patrné, že převažuje cena silové EE a cena za distribuované množství elektřiny.

Tabulka 55: Spotřeba EE

Měsíc	Spotřeba [kWh]	Náklady [Kč]	Kč/kWh
Leden	3 480	25 056	7,20
Únor	3 270	23 544	7,20
Březen	3 240	23 328	7,20
Duben	3 120	22 464	7,20
Květen	3 140	22 608	7,20
Červen	3 280	23 616	7,20
Červenec	3 040	21 888	7,20
Srpen	3 070	22 104	7,20
Září	3 130	22 536	7,20
Říjen	3 230	23 256	7,20
Listopad	3 310	23 832	7,20
Prosinec	3 470	24 984	7,20
Celkem	38 780	279 216	7,20



Graf 6: Spotřeba EE

Zjištění:

Spotřeba elektrické energie v zimních měsících roste z důvodu potřeby EE na osvětlení, v letních měsících je i přes potřebu chlazení spotřeba EE nižší z důvodu omezení provozu budovy během letních prázdnin.

Shrnutí základních údajů o energetických vstupech

Tabulka 56: Spotřeba a ceny energií

Energonositel		
Elektřina	Spotřeba [MWh]	38,78
	Spotřeba [GJ]	139,61
	Náklady [Kč]	279 216

Zjištění:

Spotřeba energie dalších případných energonositelů není řešena. V rámci tohoto energetického posudku je jejich hodnocení irelevantní.

Tabulka 57: Údaje o energetických vstupech

Před realizací						
Vstupy paliv a energie		Jednotka	Množství	Výhřevnost (GJ.jedn ⁻¹)	Přepočet na (MWh.rok ⁻¹)	Roční náklady (Kč.rok)
1	Elektřina	GJ	139,61	1,0	38,78	279 216
2	Teplo	GJ	-	-	-	-
3	Zemní plyn	GJ	-	-	-	-
4	Jiné plyny	MWh	-	-	-	-
5	Hnědé uhlí	t	-	-	-	-
6	Černé uhlí	t	-	-	-	-
7	Koks	t	-	-	-	-
8	Jiná pevná paliva	t	-	-	-	-
9	TO	t	-	-	-	-
10	TOEL	t	-	-	-	-
11	Druhotné zdroje ¹	GJ	-	-	-	-
12	Obnovitelné zdroje ²	GJ/MWh	-	-	-	-
13	Jiná paliva	GJ	-	-	-	-
14	Celkem vstupy paliv a energie				38,78	279 216
15	Změna stavu zásob paliv (inventarizace)				-	-
16	Celkem spotřeba paliv a energie				38,78	279 216

Pozn.: Tabulka 4.2.4. obsahuje teoretickou spotřebu, z které vycházejí přenásobením cenami za energie z jednotkové ceny za uvažovaný rok uvedené roční náklady.

1 Druhotné zdroje a jejich podíl na užití energie budou uvedeny samostatně

2 Obnovitelné zdroje a jejich podíl na užití energie budou uvedeny samostatně.

G.3.3 Technické ukazatele a bilance vlastních energetických zdrojů

Tabulky, kde jsou uvedeny účinnosti zdrojů dané výrobcí, hodnoty spotřeby paliva a výroba vycházející ze spotřeb energií a účinností zdrojů, nejsou v tomto energetickém posudku uvedeny. Tyto informace nemají dopad do výsledného hodnocení energetického posudku a jsou pro tento typ posouzení irelevantní. Výchozí stav hodnoceného energetického hospodářství je pro účely tohoto energetického posudku uvažován dle provedeného průkazu energetické náročnosti budovy.

G.3.4 Technické informace vlastních energetických rozvodů

Druh, délka, kapacita, průměr, provedení, stáří a technický stav, tloušťka a stav tepelné izolace energetických rozvodů nejsou v tomto energetickém posudku uvedeny. Tyto informace nemají dopad do výsledného hodnocení energetického posudku a jsou pro tento typ posouzení irelevantní. Výchozí stav hodnoceného energetického hospodářství je pro účely tohoto energetického posudku uvažován dle provedeného průkazu energetické náročnosti budovy.

G.3.5 Základní údaje o významných spotřebičích energie

Významné energetické spotřebiče výchozího stavu analyzovaného energetického hospodářství, jejich druh, energetický příkon, roční provozní hodiny a způsobu regulace nejsou v tomto energetickém posudku uvedeny. Tyto informace nemají dopad do výsledného hodnocení energetického posudku a jsou pro tento typ posouzení irelevantní. Výchozí stav hodnoceného energetického hospodářství je pro účely tohoto energetického posudku uvažován dle provedeného průkazu energetické náročnosti budovy.

G.3.6 Tepelně technické vlastnosti budov

(§ 4, odst. 3f vyhlášky 480/2012 Sb. O energetickém auditu a energetickém posudku)

Tato část obsahuje popis vlastností stavební části předmětu posudku, které jsou jedněmi z ukazatelů energetické náročnosti výchozího stavu budovy.

G.3.6.1 Popis stavební části předmětu posudku

Budova pro vzdělávání

Navrhovaný objekt na parc. č. 191/56 v k.ú. Hradec Králové [646873] bude ležet na rovinatém pozemku bez vzrostlé zeleně ve tvaru písmene L, který svou kratší stranou přiléhá k ploše náměstí Václava Havla a k místní komunikaci kampusu Univerzity Hradec Králové. Celá parcela je obehnaná místní komunikací, která odděluje parkoviště, tenisové kurty a zatravněné plochy kampusu. Rozsah parcely je 11 657 m². Pozemek nemá doposud žádné využití a není zastavěn. Budova pro vzdělávání byla navržena tak, aby vyhověla požadavkům na novou výstavbu pro dané území. Stavba je umístěna tak, aby nenarušovala ráz okolní zástavby.

G.3.7 Systém managementu hospodaření s energií

(podle ČSN EN ISO 50001 - Systém managementu hospodaření s energií)

V systému managementu hospodaření s energií se jedná o aktivity a činnosti, které napomáhají k zlepšování energetické situace hodnoceného energetického hospodářství.

Norma ČSN EN ISO 50001 je založena na zlepšování skrze pravidlo „Plánuj – Dělej – Kontroluj – Jednej“ (Plan - Do - Check - Act, PDCA) a začleňuje management hospodaření s energií do každodenních postupů, graficky znázorněno na obr. č. 4.7.1.

P - (Plan) Plánuj

Jde především získání informací, které jsou přípravou k stanovení plánu a cílů. Plán by měl obsahovat konkrétní úkoly, které povedou k vyřešení problému.

D - (Do) Dělej

Zavedení popsaných činností uvedených v plánu.

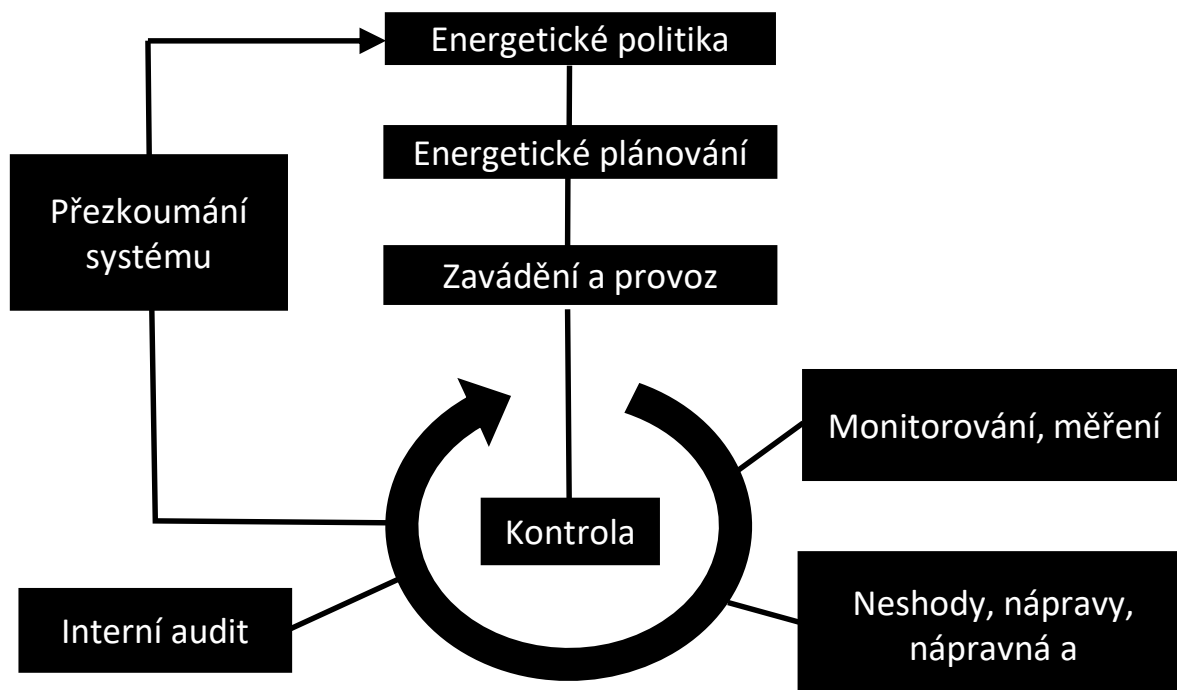
C - (Control) Kontroluj

Sledování již provedených úkolů podle plánu. Kontrola zda vypracování těchto úkolů vede k řešení problému.

A - (Act) Jednej

Pokud plněním plánu nedojde k řešení problému je potřeba připravit nový plán a zaměřit se na odstranění příčin špatného plánu. Následně je potřeba tyto procesy zavést do každodenních činností.

Využitím této normy dochází k vyšší účinnosti využívání zdrojů energie, snižování emisí skleníkových plynů a souvisejících dopadů na životní prostředí.



Graf 7 : Znárodnění PDCA

G.4 Vyhodnocení stávajícího stavu předmětu energetického posudku

(§ 4, odst. 4 vyhlášky 480/2012 Sb. O energetickém auditu a energetickém posudku)

Tato část obsahuje vyhodnocení energetické náročnosti výchozího stavu energetického hospodářství z hlediska účinnosti užití energie ve zdrojích energie, rozvodech tepla a chladu a ve významných spotřebičích energie.

Analýza jednotlivých částí energetického hospodářství v jeho výchozím stavu slouží ke zhodnocení hospodárnosti nakládání s energiemi, určení potenciálních zdrojů úspor energie a následně k návrhu energeticky úsporných opatření, a to jak po stránce stavební, tak i technologické, vedoucí k efektivnímu snížení spotřeby energie energetického hospodářství budovy. Stanovení výsledků základní energetické bilance výchozího stavu je provedeno podle přílohy č. 4 Vyhlášky: Celková energetická bilance.

Cílem optimalizace energetického hospodářství, prostřednictvím vhodných energeticky úsporných opatření, je:

- snížit energetickou náročnost a zvýšit ekonomickou efektivitu energetického hospodářství,
- prodloužit životnost modernizací jeho částí (stavební, technologická zařízení),
- snížit emisí, vzniklých spalováním paliva.

G.4.1 Vyhodnocení účinnosti užití energie

(§ 4, odst. 4a vyhlášky 480/2012 Sb. O energetickém auditu a energetickém posudku)

Za účelem vyhodnocení tohoto energetického posudku je hodnocení účinnosti užití energie bezpředmětné.

G.4.2 Vyhodnocení tepelně-technických vlastností stavebních konstrukcí

(§ 4, odst. 4b vyhlášky 480/2012 Sb. O energetickém auditu a energetickém posudku)

Za účelem vyhodnocení tohoto energetického posudku je hodnocení tepelně-technických vlastností stavebních konstrukcí bezpředmětné.

G.4.3 Vyhodnocení úrovně managementu hospodaření s energií

(§ 4, odst. 4c vyhlášky 480/2012 Sb. O energetickém auditu a energetickém posudku)

Zjištění:

Systém managementu hospodaření energií není v předmětu EP zaveden. Spotřeby energií budou pravidelně zaznamenávány pouze ve formě faktur, přičemž neprobíhá jejich vyhodnocování.

G.4.4 Celková energetická bilance

(§ 4, odst. 4d vyhlášky 480/2012 Sb. O energetickém auditu a energetickém posudku)

Za účelem vyhodnocení tohoto energetického posudku jsou zpracovávány pouze teoretické spotřeby elektrické energie. Jiné energetické vstupy nejsou v rámci posudku zohledněny. Energetické posouzení je zpracováno s ohledem na celkovou úsporu spotřeby elektrické energie vlivem instalace FV elektrárny. Bilance využité energie po jednotlivých ukazatelích tedy nemá pro toto hodnocení význam a není zpracována.

Tabulka 58: Roční energetická bilance

Před realizací projektu (roční hodnoty) - Výchozí stav				
Ukazatel		Spotřeba energie		Provozní náklady
		GJ.rok ⁻¹	MWh.rok ⁻¹	tis. Kč.rok ⁻¹
1	Vstupy paliv a energie	139,50	38,75	279
2	Změna zásob paliv	0,00	0,00	0
3	Spotřeba paliv a energie	139,50	38,75	279
4	Prodej energie cizím	0,00	0,00	0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	139,50	38,75	279

5 NÁVRH OPATŘENÍ KE ZVÝŠENÍ ÚČINNOSTI UŽITÍ ENERGIE

Tato část obsahuje navrhovaná energeticky úsporná opatření, která budou zahrnuta do souboru energeticky úsporných opatření v návaznosti na zjištěnou výši dosažitelných energetických úspor.

Zjištěný potenciál energetických úspor může být využit některými z následujících opatření:

- **neinvestiční opatření** – opatření pro která nejsou potřebné finanční prostředky a tím nezvyšují náklady spojené s užíváním stavby.
- **nízkoinvestiční opatření** – opatření vyžadující finanční částku na pokrytí nákladů realizace z částky spojené s údržbou budovy, obecně jsou brána jako opatření nezasahující velkou měrou do stavebních konstrukcí nebo technického prostředí stavby
- **investiční opatření** – opatření vyžadující finanční podporu převyšující částku spojenou s údržbou budovy, opatření ve formě např. tepelně technické zlepšení stavebních konstrukcí, nahrazení zdrojů technického zázemí stavby za efektivnější variantu nebo využití obnovitelných zdrojů energie.

Vyhodnocením navrženého souboru energeticky úsporných opatření jsou stanoveny jím dosažené úspory jak ve spotřebě energií, tak ročních provozních nákladech na jejich nákup. Znalost energetické náročnosti výchozího stavu i nového stavu analyzovaného energetického hospodářství umožní provést upravenou energetickou bilanci, která dokumentuje míru využití potenciálu energetických úspor.

Ve výpočtech finančních úspor jednotlivých opatření bylo uvažováno s jednotkovou cenou za elektrickou energii 7,2 Kč/kWh.

Veškeré ceny v dokumentu jsou uvedeny bez DPH.

G.5.1 Neinvestiční opatření

G.5.1.1 Obecné zásady šetrného chování

Zajištění informovanosti uživatelů, jak se energeticky šetrně chovat.

V oblasti úspory EE:

- Při nákupu spotřebiče se zaměřovat na to, jaký má daný spotřebič příkon.
- Umělé osvětlení používat jen po čas potřeby. Při odchodu z místnosti (především v hygienických místnostech a na konci pracovní doby) zhasínat.

G.5.1.2 Energetický management prostřednictvím pověřené osoby

Profesionálně se provádí energetický management prostřednictvím pověřené osoby s potřebnými znalostmi, která se trvale zaměřuje na systematickosti provádění jednotlivých dále uvedených opatření a na jejich pružnou inovaci podle situace v budově.

Mezi základní úkony energetického managementu patří:

V oblasti úspory EE:

- kontrola společných elektrických spotřebičů, případná výměna spotřebičů s vysokou spotřebou
- kontrola vypínání svítidel v celém objektu po skončení pracovní doby
- čištění svítidel, které by mělo být zajištěno 2 x ročně

V oblasti správy energií:

- minimálně měsíční registrace odečtů spotřeby všech energií
- sledování průběžného vývoje spotřeby energií

G.5.2 Nízkoinvestiční opatření

G.5.2.1 Ovládání osvětlovací soustavy

Zhodnocení možnosti využití automatického spínání osvětlení pomocí čidel (v závislosti na hladině denního osvětlení) a pomocí pohybových čidel (podle pohybu osob v osvětlovaném prostoru). Podle některých údajů specialistů je možné využitím pohybových čidel snížit energetickou náročnost osvětlovacích soustav o 40 až 60 %. Další možností je spojení uvedeného automatického spínání osvětlení se stmíváním. Tímto způsobem je pak možno náklady na elektrickou energii snížit až o 70 %.

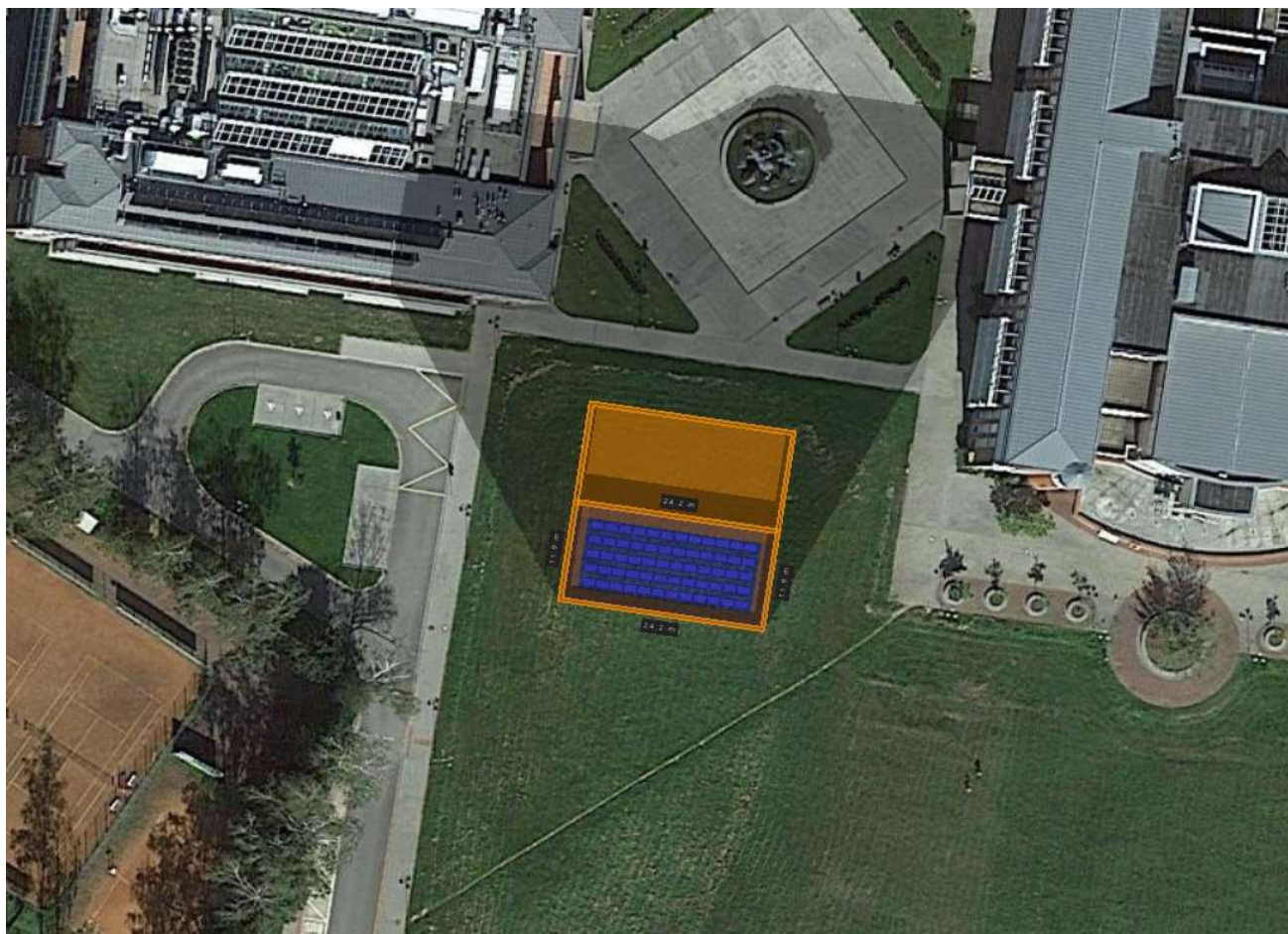
G.5.3 Investiční opatření

Kapitola obsahuje specifikaci energeticky úsporných opatření části technického zařízení předmětu analýzy, jejichž realizace si vyžaduje určité investiční náklady.

Fotovoltaická elektrárna (FVE)

Za účelem úspory elektrické energie v posuzovaném objektu je navrhována fotovoltaická elektrárna skládající se z monokrystalických křemíkových panelů o výkonu panelu 360 W.

Návrh fotovoltaické elektrárny byl proveden v programu Helioscope a následný výsledek ve formě měsíčních výrob elektrické energie byl porovnán s teoretickou spotřebou převzaté z průkazu energetické náročnosti budovy. Výsledkem je teoretické stanovení vlastní bilance elektrické energie a výše úspor spojené s instalací navrhované fotovoltaické elektrárny.

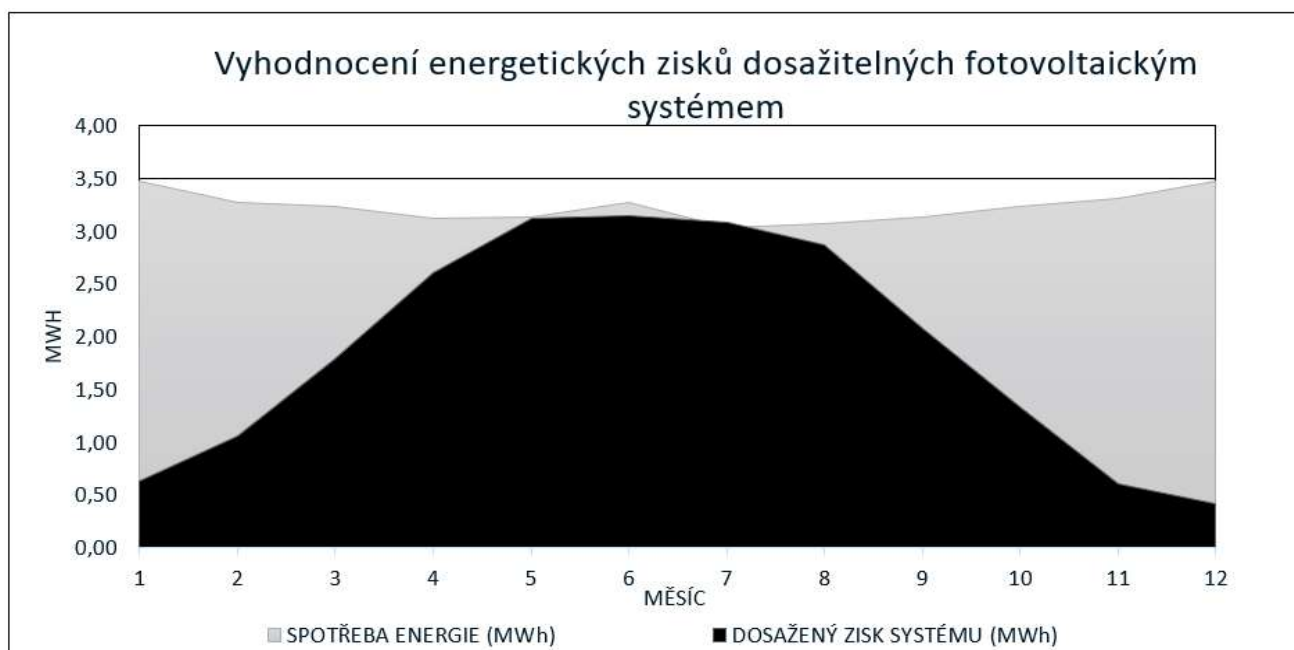


Obrázek 21: Umístění FVE

Tabulka 59: Investiční náklady a vlastnosti

Fotovoltaická elektrárna (FVE)	
Parametry navržené FVE	
Technologie fotovoltaických panelů	Monokrystalický křemík
Výkon 1 ks panelu (Wp)	360
Referenční účinnost (%)	20,4
Celkem panelů pro 1 kWp (ks)	2,78
Odhadovaná cena za 1 kWp (Kč.kWp ⁻¹)	25 000
FVE	
Azimutový úhel osluněné plochy γ (vůči jihu)	0°
Úhel sklonu plochy β	15°
Plocha pro instalaci fotovoltaiky (m ²)	106
Špičkový výkon instalovaných modulů (kWp)	21,60
Celkový špičkový výkon FVE (kWp)	21,60
Celkový roční zisk FVE pro vlastní spotřebu (MWh/rok)	22,75
Celkový roční zisk FVE pro vlastní spotřebu (Kč/rok)	163 814

Pozn.: Uvedené ceny jsou bez DPH.



Graf 8: Vyhodnocení energetických zisků dosažitelných fotovoltaickou elektrárnou

Tabulka 60: Investiční výdaje

Investice fotovoltaická elektrárna (FVE)	
Fotovoltaická elektrárna	540 000 Kč

Tabulka 61: Hodnocení opatření

Fotovoltaická elektrárna (FVE)				
Pořizovací výdaje (Kč)	Roční úspory			Prostá doba návratnosti T_p (roky)
	Úspora elektrické energie			
	(MWh.rok ⁻¹)	(%)	(Kč.rok ⁻¹)	
540 000	22,75	59	160 089	3,4

Zjištění:

Realizací navržené fotovoltaické elektrárny bude ušetřena EE ve výši 22,75 MWh za jeden rok. Výrobna elektrické energie bude připojena do distribuční soustavy. Přebytky vyrobené energie do distribuční soustavy nebudou tvořit více jak 1 % množství elektřiny vyrobené v této FV elektrárně.

Prostá doba návratnosti tohoto opatření je nízká z důvodu aktuální ceny elektrické energie na trhu. I přes možný budoucí pokles ceny EE tuto realizaci doporučuji.

G.5.4 Soubor energeticky úsporných opatření

V posuzovaném návrhu jsou zahrnuta následující energeticky úsporná opatření:

Fotovoltaická elektrárna (FVE)

Tabulka 62: Upravená energetická bilance

Porovnání (roční hodnoty)	Před realizací projektu			Po realizaci projektu		
	Spotřeba energie		Provozní náklady	Spotřeba energie		Provozní náklady
	GJ.rok ⁻¹	MWh.rok ⁻¹		GJ.rok ⁻¹	MWh.rok ⁻¹	
1 Vstupy paliv a energie	139,50	38,75	279 000	57,59	16,00	115 186
2 Změna zásob paliv	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0
3 Spotřeba paliv a energie	139,50	38,75	279 000	57,59	16,00	115 186
4 Prodej energie cizím	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0
5 Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	139,50	38,75	279 000	57,59	16,00	115 186

Tabulka 63: Hodnoty úspor souboru opatření

Porovnání (roční hodnoty)	Úspora po realizaci projektu			
	Úspora (potenciál)			
	GJ.rok ⁻¹	MWh.rok ⁻¹	%	Kč.rok ⁻¹
1 Vstupy paliv a energie	81,91	22,75	59	163 814
2 Změna zásob paliv	0,00	0,00	0	0
3 Spotřeba paliv a energie	81,91	22,75	59	163 814
4 Prodej energie cizím	0,00	0,00	0	0
5 Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	81,91	22,75	59	163 814

Tabulka 64: Využitý potenciál energetických úspor

Po realizaci projektu (roční hodnoty) - Soubor opatření				
Investiční výdaje	Úspory provozních nákladů			Prostá doba návratnosti (roky)
Pořizovací výdaje (Kč)	Úspora energie			
	(MWh.rok ⁻¹)	(%)	(Kč.rok ⁻¹)	
540 000	22,75	59	163 814	3,3

G.6 Ekonomické vyhodnocení

Ekonomické vyhodnocení je zhotoveno bez uvažování s externími zdroji financování (např. dotačních programů), tedy s vlastními investičními prostředky. Cílem ekonomické analýzy je zjistit vhodnost realizace opatření z ekonomického hlediska. Ekonomická analýza byla provedena na základě několika kritérií.

Hodnocené ekonomické veličiny

Ekonomické vyhodnocení se provádí podle níže uvedených kritérií s tím, že hlavním rozhodovacím kritériem pro výběr optimální varianty je kritérium čistá současná hodnota (NPV), doplňujícími kritérii jsou kritérium vnitřní výnosové procento (IRR) a kritérium reálná doba návratnosti (Tsd).

Diskontní sazba:

Výnosy a náklady projektu probíhají v hodnoceném období. Ukazatele ekonomické efektivnosti jsou založeny na časové hodnotě peněz, která je ve výpočtech zastoupena diskontní sazbou. Pro hodnocení projektu je vhodné rozlišit sociální diskontní sazbu a finanční diskontní sazbu. Finanční diskontní sazba bývá obvykle rovna nákladům příležitosti na pořízení kapitálu. Pokud použijeme určitý obnos finančních prostředků na realizaci určitého projektu, nelze tuto částku využít na realizaci jiného projektu. Tento druhý, nerealizovaný projekt potom vykáže právě náklady obětované příležitosti neboli ztrátu.

Čistá současná hodnota (NPV):

Čistá současná hodnota (Net Present Value, NPV) investice vychází z fundamentálního předpokladu, že peněžní prostředky jsou efektivně investovány pouze v případě, jestliže výnos z investice je roven nebo vyšší než počáteční investiční náklad.

NPV umožňuje hodnocení ekonomické efektivnosti projektu v delším časovém období. Vzhledem k tomu, že se hodnota peněžních prostředků v čase mění, není možné toky budoucích výnosů v jednotlivých letech prostě sčítat. Proto je nutné stanovit takový mechanismus, který dokáže převést všechny předpokládané budoucí výnosy na jejich současnou hodnotu. Tyto přesuny v čase umožňuje mechanismus, který je založen na matematické metodě diskontování a v ekonomických propočtech jej nazýváme současnou hodnotu (Present Value, PV). Pro tento převod lze použít následující vztah:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} - IC$$

n - životnost projektu

t - požadovaný rok v rámci života projektu

CF_t - peněžní toky dané v roce t

IC - investiční náklady

r - diskontní sazba (časová hodnota peněz)

Vnitřní výnosové procento (IRR):

Vnitřní výnosové procento (IRR - Internal Rate of Return) nám říká, kolik procent na hodnoceném projektu vyděláme, pokud zvažíme časovou hodnotu peněz. IRR je zároveň takovým diskontem, u kterého vyjde při dosazení do vzorce pro čistou současnou hodnotu $NPV = 0$.

IRR lze použít pouze u investic s konvenčními peněžními toky, kdy znaménko u finančních toků v jednotlivých obdobích se změní pouze jednou. U nekonvenčních peněžních toků, kdy dochází ke změně znaménka u finančních toků v jednotlivých obdobích několikrát, může nabývat IRR více hodnot. V případě, že máme samá kladná cash flow (např. získáme dotaci na počáteční investici), nemusí IRR vůbec existovat.

$$0 = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+IRR)^t}$$

Reálná doba návratnosti

Reálná doba návratnosti zohledňuje vliv času na investiční projekt. Pracuje totiž s další proměnnou - diskontní sazbou.

$$\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} - IN = 0$$

Výsledky ekonomického vyhodnocení jsou uvedeny v následující tabulce:

Tabulka 65: Ekonomické vyhodnocení navrhovaného projektu

Parametr	Jednotka	Výchozí stav	Navrhovaný stav
Přínosy projektu celkem	Kč	-	160 089
z toho tržby za teplo a elektřinu	Kč	-	160 089
Investiční výdaje projektu celkem	Kč	-	595 350
z toho:		-	-
náklady na projektovou dokumentaci	Kč	-	28 350
náklady na technologická zařízení a stavbu	Kč	-	540 000
vedlejší rozpočtové náklady	Kč	-	27 000
náklady na přípojky	Kč	-	0
Nezpůsobilé výdaje projektu	Kč	-	201 643
Způsobilé výdaje	Kč	-	393 707
Provozní náklady celkem	Kč/rok	279 000	118 911
z toho:		-	-
náklady na energii	Kč/rok	279 000	115 186
náklady na opravu a údržbu ¹⁾	Kč/rok	-	3 725
osobní náklady (mzdy, pojistné)	Kč/rok	-	0
ostatní provozní náklady ²⁾	Kč/rok	-	0
náklady na emise a odpady	Kč/rok	-	0
Doba hodnocení (dle vyhl. 480/2012 Sb., ve znění pozdějších předpisů)	roky	-	20
Diskont	%	-	4
NPV	tis. Kč	-	1 636
Prostá doba návratnosti	roky	-	3
Reálná doba návratnosti	roky	-	4
IRR	%	-	29

Vysvětlivky:

- (1) Náklady obsahují zejména náklady na materiál, opravy zařízení, plánovanou a preventivní údržbu včetně případné reinvestice, pokud je životnost některého opatření (zařízení) kratší než doba hodnocení projektu.
- (2) Náklady obsahují zejména náklady na obsluhu, servis a revize zařízení.
- (3) Pro energetické posudky pro posouzení proveditelnosti projektů týkajících se snižování energetické náročnosti budov, zvyšování účinnosti energie, snižování emisí ze spalovacích zdrojů znečištění nebo využití obnovitelných nebo druhotných zdrojů nebo kombinované výroby elektřiny a tepla financovaných z programů podpory ze státních, evropských finančních prostředků nebo prostředků nebo finančních prostředků pocházejících z prodeje povolenek na emise skleníkových plynů se stanovuje hodnota diskontního činitele ve výši 1,04.

G.7 Ekologické vyhodnocení

Ekologické vyhodnocení je provedeno v souladu s vyhláškou 309/2016 Sb., kterou se mění vyhláška č. 480/2012 o energetickém auditu a energetickém posudku.

Tabulka 66: Energetické bilance dle uvažovaného paliva

Typ paliva/energie	Výchozí stav	Posuzovaný návrh
	(MWh/rok)	(MWh/rok)
Elektřina	38,75	16,00

Tabulka 67: Emisní faktory dle typu uvažovaného paliva/energie

Typ paliva/energie	Znečišťující látka					
	TZL	SO ₂	NO _x	NH ₃	VOC	CO ₂
	(kg/GJ)					
Elektřina	0,01022	0,23368	0,15768	0,00000	0,00069	281,000

G.7.1 Výpočet emisí CO₂

Tabulka 68: Globální hodnocení CO₂ pro zjištění indikátoru "Snížení emisí skleníkových plynů"

Znečišťující látka	Výchozí stav	Posuzovaný návrh	Rozdíl	
	t/rok	t/rok	t/rok	%
CO ₂	39,20	16,18	23,02	58,7

G.7.2 Výpočet emisí znečišťujících látek

Tabulka 69: Globální hodnocení dalších znečišťujících látek pro zjištění indikátoru "Snížení emisí skleníkových plynů"

Znečišťující látka	Výchozí stav	Posuzovaný návrh	Rozdíl	
	t/rok	t/rok	t/rok	%
Tuhé znečišťující látky (TZL)	0,00143	0,00059	0,00084	58,71
PM ₁₀	0,00057	0,00024	0,00033	58,71
PM _{2,5}	0,00086	0,00035	0,00050	58,71
SO ₂	0,03260	0,01346	0,01914	58,71
NO _x	0,02200	0,00908	0,01291	58,71
NH ₃	0,00000	0,00000	0,00000	0,00
VOC	0,00010	0,00004	0,00006	58,71

G.8 Závěr

Navrhovaná fotovoltaická elektrárna přinese navrhovanému objektu teoretickou úsporu elektrické energie ve výši 22,75 MWh za rok, což při cenách z ceníku dodavatele ČEZ prodej činí 160 tis. Kč za rok. Ze všech hodnocených ekonomické veličiny vyplývá, že projekt se vyplatí i bez nutnosti podpory projektu z extrních finančních zdrojů v krátkém časovém intervalu kolem 4 let. Znečišťující látky a skleníkové plyny budou produkovány spotřebou EE v objektu budou redukováno teoreticky až o 59 %.

Příloha č.1 - Evidenční list energetického posudku

Vzor dle vyhlášky 309/2016 Sb., kterou se mění vyhláška č. 480/2012 o energetickém auditu a energetickém posudku, které stanovuje podobu Evidenčního listu energetického posudku podle § 9a odst. 1 písm. e zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů.

Evidenční číslo

-

1. Část - Identifikační údaje

1. Jméno (jména), příjmení/název nebo obchodní firma vlastníka předmětu EP

Statutární město Hradec Králové

2. Adresa trvalého bydliště / sídlo, případně adresa pro doručování

a) ulice

Údolní

b) č.p. / č.o.

404/44

c) část obce

d) obec

Brno

e) PSČ

602 00

f) email

-

g) telefon

-

3. Identifikační číslo osoby, pokud bylo přiděleno

-

4. Údaje o statutárním orgánu

a) jméno

-

b) kontakt

-

5. Předmět energetického posudku

a) název

Posouzení výroby elektrické energie z FVE

b) adresa nebo umístění

Náměstí Václava Havla, 500 03 Hradec Králové

c) popis předmětu EP

Navrhovaný objekt na parc. č. 191/56 v k.ú. Hradec Králové [646873] bude ležet na rovinatém pozemku bez vzrostlé zeleně ve tvaru písmene L, který svou kratší stranou přiléhá k ploše náměstí Václava Havla a k místní komunikaci kampusu Univerzity Hradec Králové. Celá parcela je obehnaná místní komunikací, která odděluje parkoviště, tenisové kurty a zatravněné plochy kampusu. Rozsah parcely je 11 657 m². Pozemek nemá doposud žádné využití a není zastavěn. Budova pro vzdělávání byla navržena tak, aby vyhověla požadavkům na novou výstavbu pro dané území. Stavba je umístěna tak, aby nenarušovala ráz okolní zástavby.

2. Část - Seznam stanovených kritérií

1. Energetická kritéria

Realizací projektu bude dosaženo roční úspory energie 22,752 MWh.

2. Ekologická kritéria

Nejsou stanovena žádná ekologická kritéria.

3. Ekonomická kritéria

Měrné investiční náklady na instalaci FVE činí 25 tis. Kč/kWp.

4. Technická a ostatní kritéria

Nejsou stanovena žádná technická kritéria.

3. Část - Popis stávajícího stavu předmětu EP

1. Charakteristika hlavních činností

Objekt slouží ke vzdělávání.

2. Vlastní zdroje energie

a) zdroj tepla

počet	1	ks
instalovaný výkon	-	MW
roční výroba	124,00	MWh
roční spotřeba paliva	-	GJ/r

b) zdroj elektřiny

počet	-	ks
instalovaný výkon	-	MW
roční výroba	-	MWh
roční spotřeba paliva	-	GJ/r

c) kombinovaná výroba elektřiny a tepla

počet	-	ks
instal. výkon elektrický	-	MW
instal. výkon tepelný	-	MW
roční výroba elektřiny	-	MWh
roční výroba tepla	-	MWh
roční spotřeba paliva	-	GJ/r

d) druhy primárního zdroje energie

druh OZE	-
druh DEZ	-
fosilní zdroje	-

3. Spotřeba energie

Druh spotřeby	Příkon		Spotřeba energie		Energonositel
Ztráty ve vlastních zdrojích a rozvodech	-	MW	-	MWh/r	-
Vytápění	-	MW	98,30	MWh/r	CZT
Chlazení	-	MW	0,34	MWh/r	EE
Větrání	-	MW	8,45	MWh/r	EE
Úprava vlhkosti	-	MW	-	MWh/r	-
Příprava TV	-	MW	25,41	MWh/r	CZT
Osvětlení		MW	10,43	MWh/r	EE
Technologie	-	MW	19,53	MWh/r	EE
Celkem	-	MW	162,46	MWh/r	-

4. Část - Doporučená varianta navrhovaných opatření

Popis doporučených opatření energetického specialisty oprávněného zpracovat energetický posudek

Fotovoltaická elektrárna (FVE)

2. Úspory energie a nákladů

Spotřeba a náklady na energii - celkem

	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory	
Energie	162,46	MWh/r	139,71	MWh/r	22,75	MWh/r
Náklady	279	tis. Kč/r	115	tis. Kč/r	164	tis. Kč/r

Spotřeba energie

	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory	
Ztráty ve vlastních zdrojích a rozvodech	-	MWh/r	-	MWh/r	-	MWh/r
Vytápění	-	MWh/r	-	MWh/r	-	MWh/r
Chlazení	-	MWh/r	-	MWh/r	-	MWh/r

Větrání	-	MWh/r	-	MWh/r	-	MWh/r
Úprava vlhkosti	-	MWh/r	-	MWh/r	-	MWh/r
Příprava TV	-	MWh/r	-	MWh/r	-	MWh/r
Osvětlení	-	MWh/r	-	MWh/r	-	MWh/r
Technologie	-	MWh/r	-	MWh/r	-	MWh/r

3. Dosažená úspora energie podle jednotlivých energonositelů

	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory	
Elektřina	162,46	MWh/r	139,71	MWh/r	22,75	MWh/r
SZTE	-	MWh/r	-	MWh/r	-	MWh/r
ZP	-	MWh/r	-	MWh/r	-	MWh/r
TO	-	MWh/r	-	MWh/r	-	MWh/r
Uhlí	-	MWh/r	-	MWh/r	-	MWh/r
OZE	-	MWh/r	-	MWh/r	-	MWh/r
DZE	-	MWh/r	-	MWh/r	-	MWh/r
PHM	-	MWh/r	-	MWh/r	-	MWh/r
Ostatní	-	MWh/r	-	MWh/r	-	MWh/r

4. Podíl z celkových investičních nákladů (%)

Náklady při výrobě energie			Náklady při distribuci energie		
OZE	100,00		Rozvody tepla	0	
KVET	0,00		Ostatní	100	
Ostatní	0,00				

Náklady při spotřebě energie

Budovy - úprava obálky	0	Technologie	0
Budovy - technické systémy	100	Ostatní	0

5. Ekonomické hodnocení

doba hodnocení	20	roků	diskontní míra	4%	
NPV	1 636	tis. Kč	investiční náklady	621	tis. Kč
reálná doba návratnosti	3,7	roků	cash flow	160	tis. Kč/r
IRR	29,48	%			
Rok realizace	2022				

6. Ekologické hodnocení

Parametr	Výchozí stav	Varianta I	Rozdíl	Varianta II	Rozdíl
	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok
Tuhé znečišťující látky (TZL)	0,0014	0,0006	0,0008	0,0000	0,0000
PM ₁₀	0,0006	0,0002	0,0003	0,0000	0,0000
PM _{2,5}	0,0009	0,0004	0,0005	0,0000	0,0000
SO ₂	0,0326	0,0135	0,0191	0,0000	0,0000
NO _x	0,0220	0,0091	0,0129	0,0000	0,0000
NH ₃	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
VOC	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000
CO ₂	39,1995	16,1836	23,0159	0,0000	0,0000

5. Část - Výsledky posouzení proveditelnosti návrhu podle stanovených kritérií

1. Proveditelnost podle energetických kritérií

Projekt přinese trvalou úsporu spotřeby energie. Úspora spotřeby energie z energetické bilance týkající se pouze příslušných opatření činí 58,71 %.

2. Proveditelnost podle ekologických kritérií

Projekt je v souladu s ekologickými kritérii.

3. Proveditelnost podle ekonomických kritérií

Cena realizovaných opatření je v souladu s technickými kritérii.

4. Proveditelnost podle technických a ostatních kritérií

Projekt je v souladu s technickými kritérii.

6. Část - Údaje o energetickém specialistovi

1. Jméno (jména) a příjmení

Martin Mužík

2. Číslo oprávnění v seznamu energ. specialistů

-

4. Podpis

Titul

Bc.

3. Datum vydání oprávnění

-

5. Datum

10.01.2022



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 PRO VZDĚLÁVÁNÍ V HRADCI KRÁLOVÉ

LOW-ENERGY BUILDING FOR EDUCATION IN HRADEC KRÁLOVÉ

POSOUZENÍ VZDUCHOVÉ A KROČEJOVÉ NEPRŮZVUČNOSTI

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Martin Mužík

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARCELA POČINKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2022

POSOUZENÍ VZDUCHOVÉ A KROČEJOVÉ NEPRŮZVUČNOSTI MEZI MÍSTNOSTMI

ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Identifikační údaje o budově

Název budovy:	Energeticky úsporná budova pro vzdělávání
Ulice:	Náměstí Václava Havla
PSČ:	500 03
Město:	Hradec Králové

Stručný popis budovy

--

Seznam podkladů použitých pro hodnocení budovy

Výkresová dokumentace pro stavební povolení
Koncepční návrhy technického zařízení budovy
Klimatické a okrajové podmínky
Koordinační situace

Identifikační údaje o zpracovateli

Název zpracovatele:	Martin Mužík
Ulice:	T. G. Masaryka 957
PSČ:	517 21
Město zpracovatele:	Týniště nad Orlicí

Datum zpracování:	7.1.2022
-------------------	----------

Informace o použitém výpočetním nástroji

Výpočetní nástroj:	DEKSOFT Akustika
Verze:	1.1.0
Bližší informace na:	www.deksoft.eu

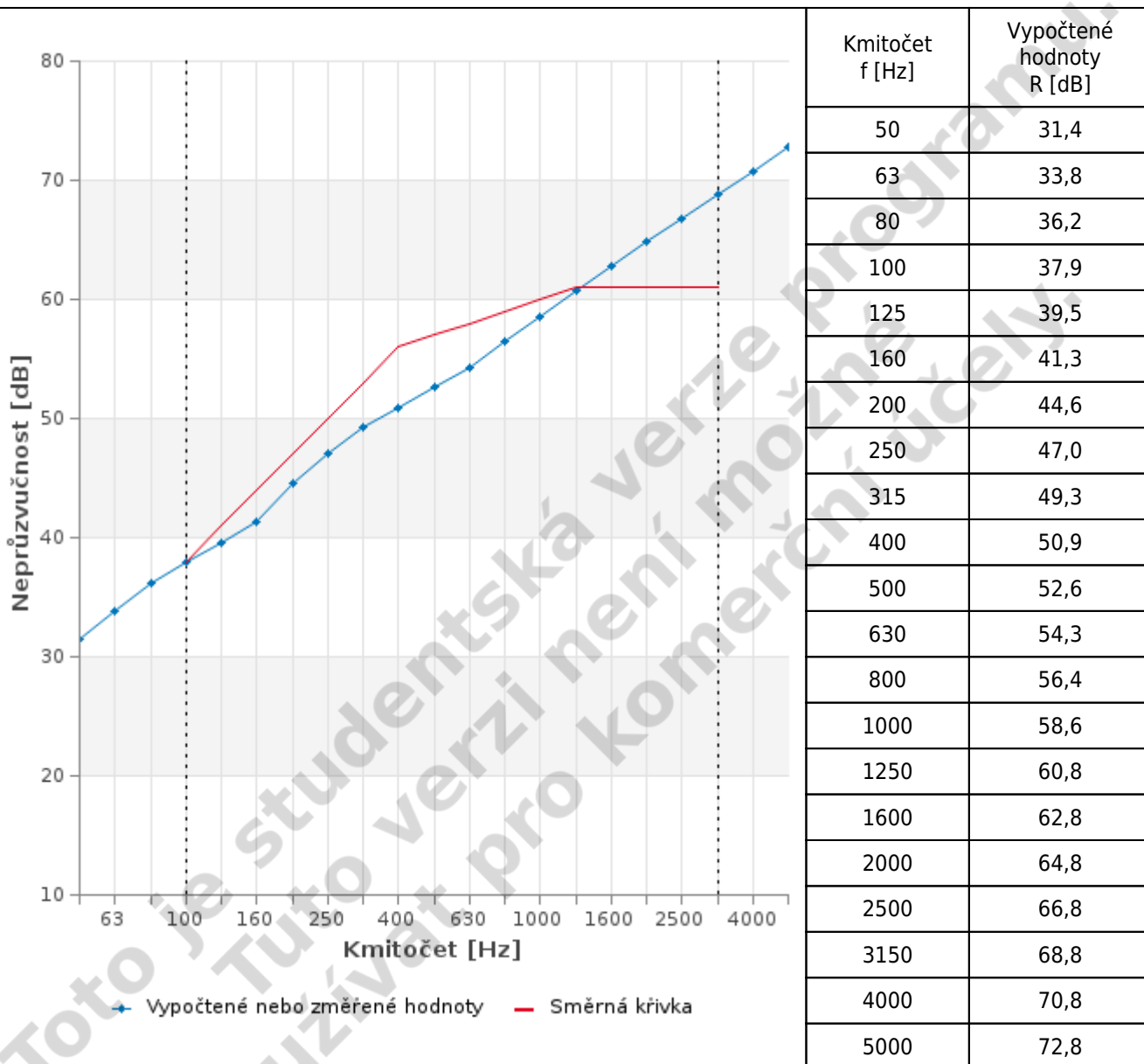
SKL-1: Přednášková místnost - přednášková místnost		Vzduchová neprůzvučnost	
Popis a identifikace konstrukce:			
Výsledky jsou stanoveny dle údajů výrobce. Zdroj: http://www.ytong.cz/			
Skladba			
Plošná hmotnost	m´	4,5	kg/m²
Tloušťka konstrukce	d	0,3	m
Vážené hodnoty			
Vážená neprůzvučnost	R _w (C;C _{tr}) ₁₀₀₋₃₁₅₀	56 (-;-)	dB
Korekce na vedlejší cesty šíření zvuku		2	dB
Vážená stavební neprůzvučnost	R´ _w (C;C _{tr}) ₁₀₀₋₃₁₅₀	54 (-;-)	dB
Požadavky dle ČSN 73 0532			
Požadavek	Na zvukovou izolaci mezi místnostmi v budovách		
Druh konstrukce	Stěna		
Chráněný prostor (místnost příjmu zvuku)	Školy a vzdělávací instituce – učebny, výukové prostory, kabinety učitelů		
Hlučný prostor (místnost zdroje zvuku)	1 – Učebny, výukové prostory, kabinety		
Požadavek vážené stavební neprůzvučnosti	R´ _{w, pož}	47	dB
Hodnocení			
Vážená stavební neprůzvučnost 54 dB vycházející z výrobcem udávané hodnoty vážené neprůzvučnosti 56 dB s uvažováním korekce na vedlejší cesty šíření zvuku 2 dB není nižší než požadovaná hodnota 47 dB pro danou konstrukci. Skladba je výpočtově vyhovující, což je jeden z předpokladů pro kladné hodnocení při měření. Splnění normových požadavků na zvukovou izolaci se dle ČSN 73 0532 prokazuje měřením.			

SKL-2: Přednášková místnost - chodba		Vzduchová neprůzvučnost	
Popis a identifikace konstrukce:			
Výsledky jsou stanoveny dle údajů výrobce. Zdroj: http://www.ytong.cz/			
Skladba			
Plošná hmotnost	m´	4,5	kg/m²
Tloušťka konstrukce	d	0,3	m
Vážené hodnoty			
Vážená neprůzvučnost	$R_w (C;C_{tr})_{100-3150}$	56 (-;-)	dB
Korekce na vedlejší cesty šíření zvuku		2	dB
Vážená stavební neprůzvučnost	$R'_w (C;C_{tr})_{100-3150}$	54 (-;-)	dB
Požadavky dle ČSN 73 0532			
Požadavek	Na zvukovou izolaci mezi místnostmi v budovách		
Druh konstrukce	Stěna		
Chráněný prostor (místnost příjmu zvuku)	Školy a vzdělávací instituce - učebny, výukové prostory, kabinety učitelů		
Hlučný prostor (místnost zdroje zvuku)	2 - Společné prostory, chodby, schodiště		
Požadavek vážené stavební neprůzvučnosti	$R'_{w, pož}$	47	dB
Hodnocení			
Vážená stavební neprůzvučnost 54 dB vycházející z výrobcem udávané hodnoty vážené neprůzvučnosti 56 dB s uvažováním korekce na vedlejší cesty šíření zvuku 2 dB není nižší než požadovaná hodnota 47 dB pro danou konstrukci. Skladba je výpočtově vyhovující, což je jeden z předpokladů pro kladné hodnocení při měření. Splnění normových požadavků na zvukovou izolaci se dle ČSN 73 0532 prokazuje měřením.			

SKL-3: Přednášková místnost - hala **Vzduchová neprůzvučnost**

Popis a identifikace konstrukce:

Kmitočtový průběh vypočtených hodnot



Vyhodnocení podle ČSN EN ISO 717-1

$R_w (C; C_{tr}) = 57 (-2; -6) \text{ dB}$

Výsledky jsou stanoveny dle výpočtu metodikou: ČECHURA, Jiří. Stavební fyzika 10: akustika stavebních konstrukcí. Vyd. 1. Praha: ČVUT, 1997, 173 s. ISBN 80-010-1593-9.

SKL-3: Přednášková místnost - hala					Vzduchová neprůzvučnost	
Skladba konstrukce						
PRVEK 1						
Číslo	Název vrstvy	d [m]	ρ [kg/m³]	c _L [m/s]	η [-]	Spojení
1	Podlaha dubová	0,0100	500	5000	0,01	ANO
2	Cementový potěr	0,0500	2300	3162	0,005	-
SEPARAČNÍ VRSTVA						
Číslo	Název vrstvy	d [m]	ρ [kg/m³]	E _d [MPa]	α ₅₀₀ [-]	x [m]
1	Čedičová vlna	0,0400	110	0,372	0,95	-
PRVEK 2						
Číslo	Název vrstvy	d [m]	ρ [kg/m³]	c _L [m/s]	η [-]	Spojení
1	Spiroll	0,2500	2400	3228	0,005	-
Legenda: d = tloušťka vrstvy; ρ = objemová hmotnost; c_L = rychlost podélného vlnění; η = ztrátový činitel; Spojení = Celoplošné spojení s následující vrstvou; E_d = dynamický modul pružnosti; α₅₀₀ = činitel pohltivosti porézního pohlcovače; x = vzdálenost sloupků						
Vážené hodnoty						
Vážená neprůzvučnost			R _w (C;C _{tr}) ₁₀₀₋₃₁₅₀		57 (-2;-6)	dB
Korekce na vedlejší cesty šíření zvuku					2	dB
Vážená stavební neprůzvučnost			R' _w (C;C _{tr}) ₁₀₀₋₃₁₅₀		55 (-2;-6)	dB
Požadavky dle ČSN 73 0532						
Požadavek			Na zvukovou izolaci mezi místnostmi v budovách			
Druh konstrukce			Strop			
Chráněný prostor (místnost příjmu zvuku)			Školy a vzdělávací instituce - učebny, výukové prostory, kabinety učitelů			
Hlučný prostor (místnost zdroje zvuku)			2 - Společné prostory, chodby, schodiště			
Požadavek vážené stavební neprůzvučnosti			R' _{w, pož}		53	dB
Hodnocení						
Výpočtová hodnota stavební neprůzvučnosti 55 dB není nižší než požadovaná hodnota 53 dB pro danou konstrukci. Skladba je výpočtově vyhovující, což je jeden z předpokladů pro kladné hodnocení při měření. Splnění normových požadavků na zvukovou izolaci se dle ČSN 73 0532 prokazuje měřením.						

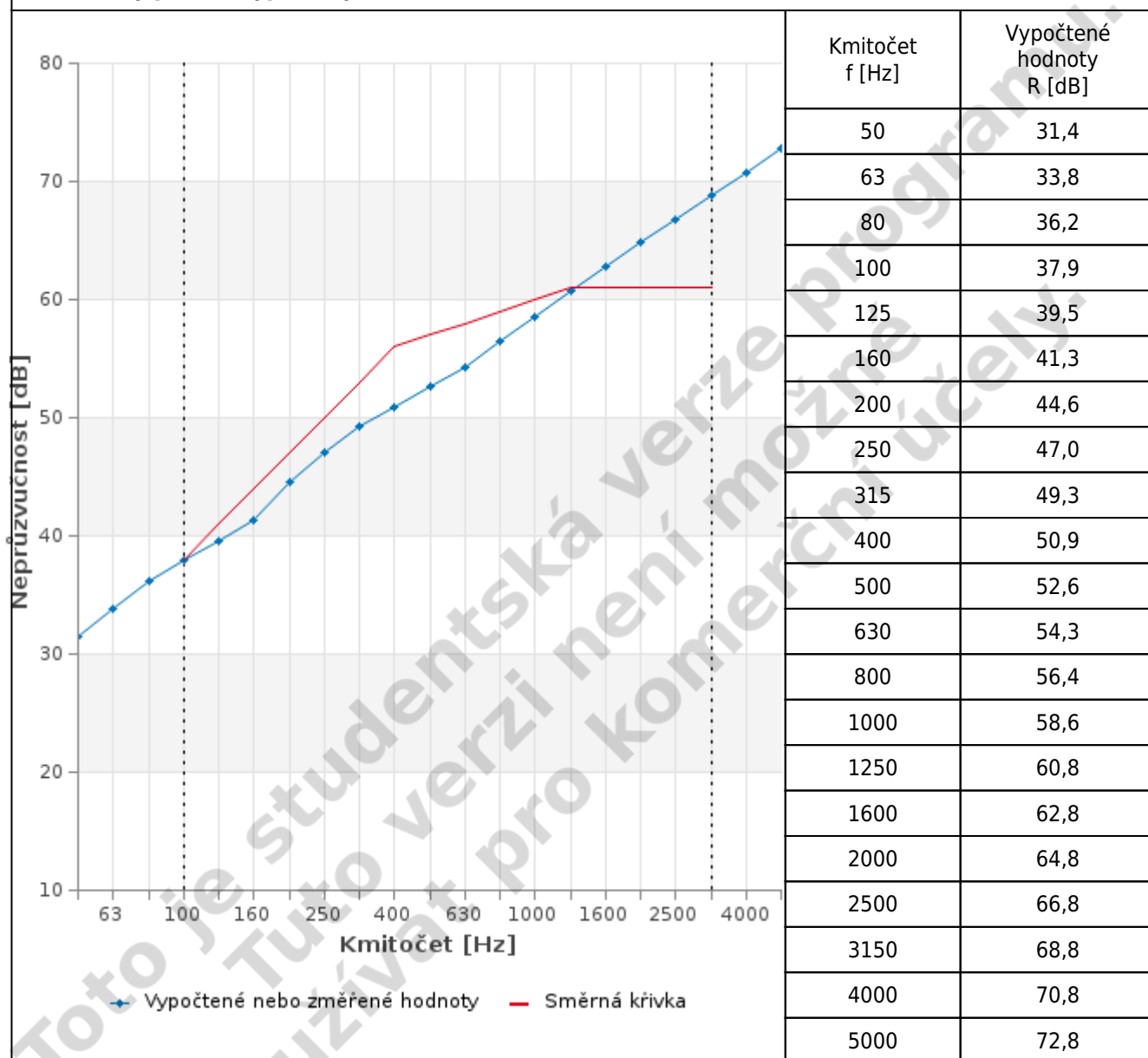
SKL-4: Kancelář - kancelář		Vzduchová neprůzvučnost	
Popis a identifikace konstrukce:			
Výsledky jsou stanoveny dle údajů výrobce. Zdroj: http://www.ytong.cz/			
Skladba			
Plošná hmotnost	m´	4,5	kg/m²
Tloušťka konstrukce	d	0,3	m
Vážené hodnoty			
Vážená neprůzvučnost	R _w (C;C _{tr}) ₁₀₀₋₃₁₅₀	56 (-;-)	dB
Korekce na vedlejší cesty šíření zvuku		2	dB
Vážená stavební neprůzvučnost	R´ _w (C;C _{tr}) ₁₀₀₋₃₁₅₀	54 (-;-)	dB
Požadavky dle ČSN 73 0532			
Požadavek	Na zvukovou izolaci mezi místnostmi v budovách		
Druh konstrukce	Stěna		
Chráněný prostor (místnost příjmu zvuku)	Školy a vzdělávací instituce - učebny, výukové prostory, kabinety učitelů		
Hlučný prostor (místnost zdroje zvuku)	1 - Učebny, výukové prostory, kabinety		
Požadavek vážené stavební neprůzvučnosti	R´ _{w, pož}	47	dB
Hodnocení			
Vážená stavební neprůzvučnost 54 dB vycházející z výrobcem udávané hodnoty vážené neprůzvučnosti 56 dB s uvažováním korekce na vedlejší cesty šíření zvuku 2 dB není nižší než požadovaná hodnota 47 dB pro danou konstrukci. Skladba je výpočtově vyhovující, což je jeden z předpokladů pro kladné hodnocení při měření. Splnění normových požadavků na zvukovou izolaci se dle ČSN 73 0532 prokazuje měřením.			

SKL-5: Kancelář - chodba		Vzduchová neprůzvučnost	
Popis a identifikace konstrukce:			
Výsledky jsou stanoveny dle údajů výrobce. Zdroj: http://www.ytong.cz/			
Skladba			
Plošná hmotnost	m´	4,5	kg/m²
Tloušťka konstrukce	d	0,15	m
Vážené hodnoty			
Vážená neprůzvučnost	R _w (C;C _{tr}) ₁₀₀₋₃₁₅₀	50 (-;-)	dB
Korekce na vedlejší cesty šíření zvuku		2	dB
Vážená stavební neprůzvučnost	R´ _w (C;C _{tr}) ₁₀₀₋₃₁₅₀	48 (-;-)	dB
Požadavky dle ČSN 73 0532			
Požadavek	Na zvukovou izolaci mezi místnostmi v budovách		
Druh konstrukce	Stěna		
Chráněný prostor (místnost příjmu zvuku)	Školy a vzdělávací instituce - učebny, výukové prostory, kabinety učitelů		
Hlučný prostor (místnost zdroje zvuku)	2 - Společné prostory, chodby, schodiště		
Požadavek vážené stavební neprůzvučnosti	R´ _{w, pož}	47	dB
Hodnocení			
Vážená stavební neprůzvučnost 48 dB vycházející z výrobcem udávané hodnoty vážené neprůzvučnosti 50 dB s uvažováním korekce na vedlejší cesty šíření zvuku 2 dB není nižší než požadovaná hodnota 47 dB pro danou konstrukci. Skladba je výpočtově vyhovující, což je jeden z předpokladů pro kladné hodnocení při měření. Splnění normových požadavků na zvukovou izolaci se dle ČSN 73 0532 prokazuje měřením.			

SKL-6: Kancelář - hala **Vzduchová neprůzvučnost**

Popis a identifikace konstrukce:

Kmitočtový průběh vypočtených hodnot



Vyhodnocení podle ČSN EN ISO 717-1

$R_w (C; C_{tr}) = 57 (-2; -6) \text{ dB}$

Výsledky jsou stanoveny dle výpočtu metodikou: ČECHURA, Jiří. Stavební fyzika 10: akustika stavebních konstrukcí. Vyd. 1. Praha: ČVUT, 1997, 173 s. ISBN 80-010-1593-9.

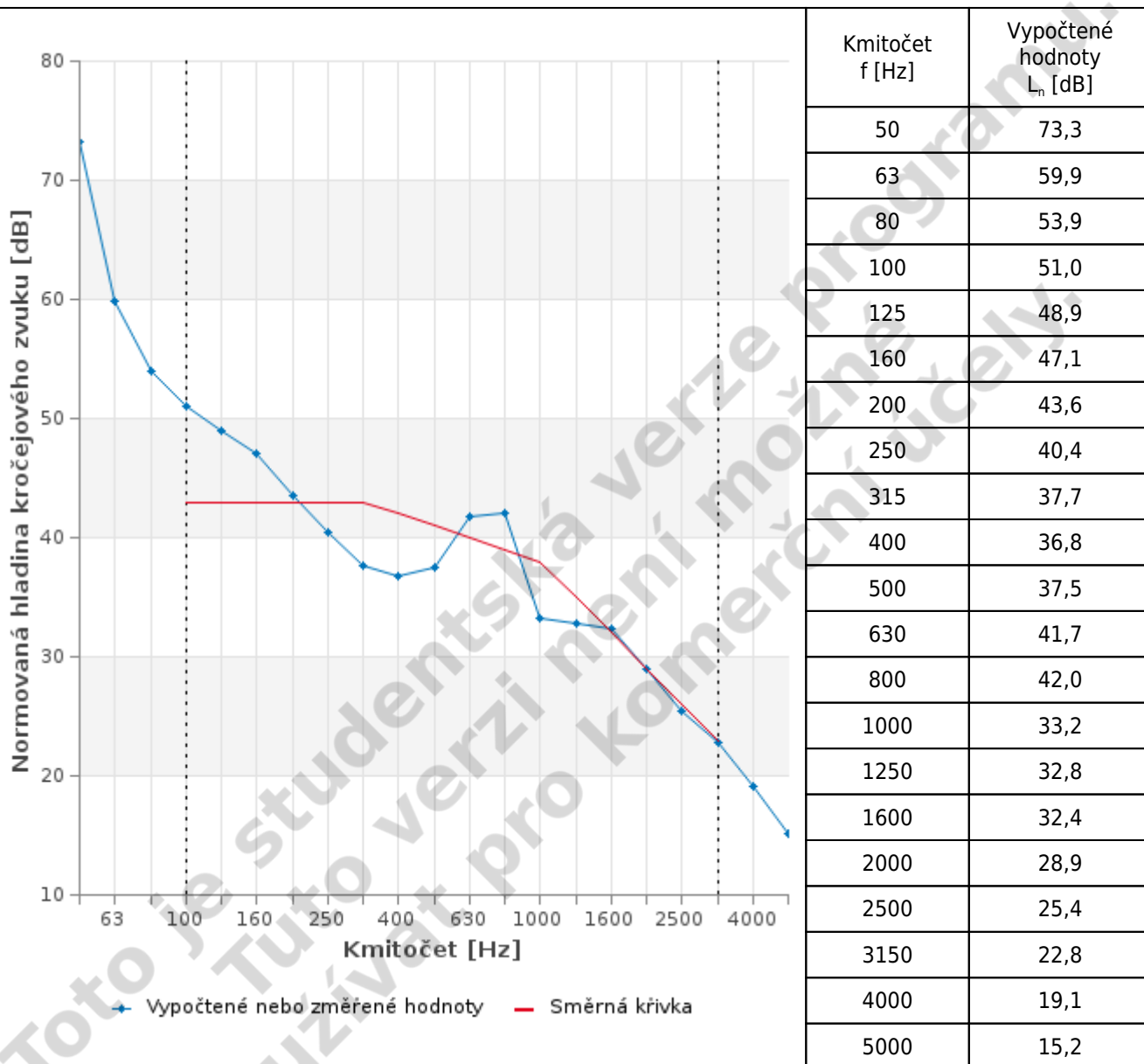
SKL-6: Kancelář - hala					Vzduchová neprůzvučnost	
Skladba konstrukce						
PRVEK 1						
Číslo	Název vrstvy	d [m]	ρ [kg/m³]	c _L [m/s]	η [-]	Spojení
1	Podlaha dubová	0,0100	500	5000	0,01	ANO
2	Cementový potěr	0,0500	2300	3162	0,005	-
SEPARAČNÍ VRSTVA						
Číslo	Název vrstvy	d [m]	ρ [kg/m³]	E _d [MPa]	α ₅₀₀ [-]	x [m]
1	Čedičová vlna	0,0400	110	0,372	0,95	-
PRVEK 2						
Číslo	Název vrstvy	d [m]	ρ [kg/m³]	c _L [m/s]	η [-]	Spojení
1	Spiroll	0,2500	2400	3228	0,005	-
Legenda: d = tloušťka vrstvy; ρ = objemová hmotnost; c_L = rychlost podélného vlnění; η = ztrátový činitel; Spojení = Celoplošné spojení s následující vrstvou; E_d = dynamický modul pružnosti; α₅₀₀ = činitel pohltivosti porézního pohlcovače; x = vzdálenost sloupků						
Vážené hodnoty						
Vážená neprůzvučnost			R _w (C;C _{tr}) ₁₀₀₋₃₁₅₀		57 (-2;-6)	dB
Korekce na vedlejší cesty šíření zvuku					2	dB
Vážená stavební neprůzvučnost			R' _w (C;C _{tr}) ₁₀₀₋₃₁₅₀		55 (-2;-6)	dB
Požadavky dle ČSN 73 0532						
Požadavek			Na zvukovou izolaci mezi místnostmi v budovách			
Druh konstrukce			Strop			
Chráněný prostor (místnost příjmu zvuku)			Školy a vzdělávací instituce - učebny, výukové prostory, kabinety učitelů			
Hlučný prostor (místnost zdroje zvuku)			2 - Společné prostory, chodby, schodiště			
Požadavek vážené stavební neprůzvučnosti			R' _{w, pož}		53	dB
Hodnocení						
Výpočtová hodnota stavební neprůzvučnosti 55 dB není nižší než požadovaná hodnota 53 dB pro danou konstrukci. Skladba je výpočtově vyhovující, což je jeden z předpokladů pro kladné hodnocení při měření. Splnění normových požadavků na zvukovou izolaci se dle ČSN 73 0532 prokazuje měřením.						

SKL-7: Přednášková místnost - hala

Kročejová neprůzvučnost

Popis a identifikace konstrukce:

Kmitočtový průběh vypočtených hodnot



Vyhodnocení podle ČSN EN ISO 717-2

$$L_{n,w}(C_1) = 41 (-1) \text{ dB}$$

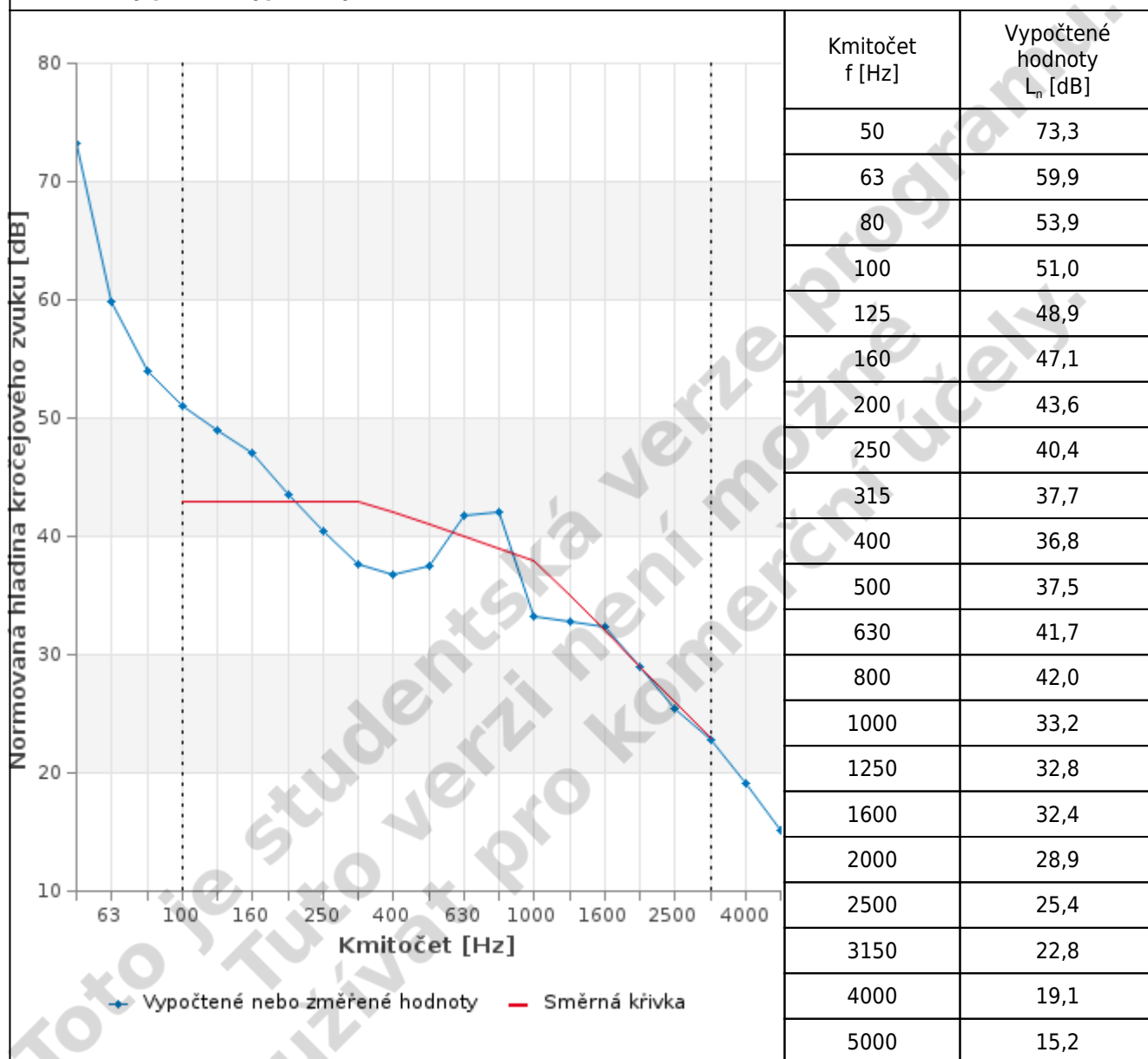
Výsledky jsou stanoveny dle výpočtu metodikou: ČECHURA, Jiří. Stavební fyzika 10: akustika stavebních konstrukcí. Vyd. 1. Praha: ČVUT, 1997, 173 s. ISBN 80-010-1593-9.

SKL-7: Přednášková místnost - hala					Kročejová neprůzvučnost	
Skladba konstrukce						
PRVEK 1						
Číslo	Název vrstvy	d [m]	ρ [kg/m³]	c _L [m/s]	η [-]	Spojení
1	Podlaha dubová	0,0100	500	5000	0,01	ANO
2	Cementový potěr	0,0500	2300	3162	0,005	-
SEPARAČNÍ VRSTVA						
Číslo	Název vrstvy	d [m]	ρ [kg/m³]	E _d [MPa]	η [-]	
1	Čedičová vlna	0,0400	110	0,372	0,09	
PRVEK 2						
Číslo	Název vrstvy	d [m]	ρ [kg/m³]	c _L [m/s]	η [-]	Spojení
1	Spiroll	0,2500	2400	3228	0,005	-
Legenda: d = tloušťka vrstvy; ρ = objemová hmotnost; c_L = rychlost podélného vlnění; η = ztrátový činitel; Spojení = Celoplošné spojení s následující vrstvou; E_d = dynamický modul pružnosti; α₅₀₀ = činitel pohltivosti porézního pohlcovače; x = vzdálenost sloupků						
Vážené hodnoty						
Vážená normovaná hladina kročejového zvuku			L _{n,w} (C _I) ₁₀₀₋₂₅₀₀		41 (-1)	dB
Korekce na vedlejší cesty šíření zvuku					2	dB
Vážená normovaná hladina kročejového zvuku			L' _{n,w} (C _I) ₁₀₀₋₂₅₀₀		43 (-1)	dB
Požadavky dle ČSN 73 0532						
Požadavek			Na zvukovou izolaci mezi místnostmi v budovách			
Chráněný prostor (místnost příjmu zvuku)			Školy a vzdělávací instituce - učebny, výukové prostory, kabinety učitelů			
Hlučný prostor (místnost zdroje zvuku)			2 - Společné prostory, chodby, schodiště			
Požadavek vážené normované hladiny kročejového zvuku			L' _{n,w, pož}		58	dB
Hodnocení						
Výpočtová hodnota normované hladiny kročejového zvuku nepřekračuje požadovanou hodnotu 58 dB pro danou konstrukci. Skladba je výpočtově vyhovující, což je jeden z předpokladů pro kladné hodnocení při měření. Splnění normových požadavků na zvukovou izolaci se dle ČSN 73 0532 prokazuje měřením.						

SKL-8: Kancelář - hala **Kročejová neprůzvučnost**

Popis a identifikace konstrukce:

Kmitočtový průběh vypočtených hodnot



Vyhodnocení podle ČSN EN ISO 717-2

$$L_{n,w}(C_1) = 41 (-1) \text{ dB}$$

Výsledky jsou stanoveny dle výpočtu metodikou: ČECHURA, Jiří. Stavební fyzika 10: akustika stavebních konstrukcí. Vyd. 1. Praha: ČVUT, 1997, 173 s. ISBN 80-010-1593-9.

SKL-8: Kancelář - hala					Kročejová neprůzvučnost	
Skladba konstrukce						
PRVEK 1						
Číslo	Název vrstvy	d [m]	ρ [kg/m³]	c _L [m/s]	η [-]	Spojení
1	Podlaha dubová	0,0100	500	5000	0,01	ANO
2	Cementový potěr	0,0500	2300	3162	0,005	-
SEPARAČNÍ VRSTVA						
Číslo	Název vrstvy	d [m]	ρ [kg/m³]	E _d [MPa]	η [-]	
1	Čedičová vlna	0,0400	110	0,372	0,09	
PRVEK 2						
Číslo	Název vrstvy	d [m]	ρ [kg/m³]	c _L [m/s]	η [-]	Spojení
1	Spiroll	0,2500	2400	3228	0,005	-
Legenda: d = tloušťka vrstvy; ρ = objemová hmotnost; c_L = rychlost podélného vlnění; η = ztrátový činitel; Spojení = Celoplošné spojení s následující vrstvou; E_d = dynamický modul pružnosti; α₅₀₀ = činitel pohltivosti porézního pohlcovače; x = vzdálenost sloupků						
Vážené hodnoty						
Vážená normovaná hladina kročejového zvuku			L _{n,w} (C _i) ₁₀₀₋₂₅₀₀		41 (-1)	dB
Korekce na vedlejší cesty šíření zvuku					2	dB
Vážená normovaná hladina kročejového zvuku			L' _{n,w} (C _i) ₁₀₀₋₂₅₀₀		43 (-1)	dB
Požadavky dle ČSN 73 0532						
Požadavek			Na zvukovou izolaci mezi místnostmi v budovách			
Chráněný prostor (místnost příjmu zvuku)			Školy a vzdělávací instituce - učebny, výukové prostory, kabinety učitelů			
Hlučný prostor (místnost zdroje zvuku)			2 - Společné prostory, chodby, schodiště			
Požadavek vážené normované hladiny kročejového zvuku			L' _{n,w, pož}		58	dB
Hodnocení						
Výpočtová hodnota normované hladiny kročejového zvuku nepřekračuje požadovanou hodnotu 58 dB pro danou konstrukci. Skladba je výpočtově vyhovující, což je jeden z předpokladů pro kladné hodnocení při měření. Splnění normových požadavků na zvukovou izolaci se dle ČSN 73 0532 prokazuje měřením.						



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 PRO
VZDĚLÁVÁNÍ V HRADCI KRÁLOVÉ**

LOW-ENERGY BUILDING FOR EDUCATION IN HRADEC KRÁLOVÉ

VÝPOČET TEPELNÝCH VAZEB

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Martin Mužík

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARCELA POČINKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2022

TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ KONSTRUKCE - Dle českých technických norem

ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Identifikační údaje o budově

Název budovy:	Energeticky úsporná budova pro vzdělávání
Ulice:	Náměstí Václava Havla
PSČ:	500 03
Město:	Hradec Králové

Stručný popis budovy

--

Seznam podkladů použitých pro hodnocení budovy

Výkresová dokumentace pro stavební povolení Koncepční návrhy technického zařízení budovy Klimatické a okrajové podmínky Koordinační situace

Identifikační údaje o zpracovateli

Název zpracovatele:	Martin Mužík
Ulice:	T. G. Masaryka 957
PSČ:	517 21
Město zpracovatele:	Týniště nad Orlicí

Datum zpracování:	7.1.2022
-------------------	----------

Informace o použitém výpočetním nástroji

Výpočetní nástroj:	DEKSOFT Tepelná technika 1D
Verze:	3.1.9
Bližší informace na:	www.deksoft.eu

STR-1: Plochá střecha								
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			
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/m³]	[-]	
1	Železobetonová monolitická stropní deska	0,2000	2,500	-	1 000	2 400	32,0	
2	Asfaltový nátěr	0,0010	0,210	-	1 470	1 200	1 200,0	
3	SBS modifikovaný asfaltový pás	0,0040	0,210	-	1 470	1 200	30 000,0	
4	Expandovaný polystyren - spádové klíny	0,0470	0,036	-	1 270	25	60,0	
5	Expandovaný polystyren	0,2500	0,036	-	1 270	25	60,0	
6	SBS modifikovaný asfaltový pás	0,0030	0,210	-	1 470	1 200	30 000,0	
7	SBS modifikovaný asfaltový pás	0,0040	0,210	-	1 470	1 200	30 000,0	
8	Netkaná geotextilie	0,0020	0,200	-	2 000	150	6,0	
9	HDPE nopová fólie - s mechanickou perforací	0,0300	0,350	-	1 470	1 200	35 000,0	
10	Netkaná geotextilie	0,0020	0,200	-	2 000	150	6,0	
11	Hlína suchá	0,1500	0,700	-	750	1 600	1,5	
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	0,10	m².K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)					R _{se}	0,04	0,04	m².K/W
Okrajové podmínky:								
Návrhová vnitřní teplota					θ _i	20,0	°C	
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:					θ _{ai}	20,0	°C	
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:					φ _i	50	%	
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:					Δφ _i	5	%	
Návrhová teplota venkovního vzduchu:					θ _e	-15,0	°C	
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:					φ _e	84	%	
Nadmořská výška budovy (terénu):					h	244	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	0,020	W/(m².K)
Odpor při prostupu tepla:		R_T	7,285	m².K/W
Součinitel prostupu tepla:		U	0,137	W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:		U_N	0,24	W/(m².K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:		U_{rec}	0,16	W/(m².K)
Hodno- ní:	Konstrukce STR-1: Plochá střecha 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-2: Stěna k venkovnímu prostoru								
Vnitřní konstrukce:					NE			
Charakter konstrukce:					Stěna (vodorovný tepelný tok)			
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:					ANO			
Konstrukce ve styku se zeminou:					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	
-	-	d	λ	λ _{ekv}	c	ρ	μ	
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m³]	[-]	
1	Omítka vápenocementová	0,0150	0,420	-	790	1 500	19,0	
2	Penetrace	0,0010	0,210	-	1 470	1 200	1 200,0	
3	Pórobetonová tvárnice	0,2500	0,137	-	1 000	500	7,5	
4	Minerální izolace	0,2000	0,037	-	800	40	1,0	
5	Fasádní větrová fólie	0,0004	0,350	-	1 470	400	375,0	
6	Vzduchová mezera	0,0250	0,313	-	1 003	1	0,4	
7	Vláknocementová deska	0,0080	0,400	-	800	1 550	127,0	
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	0,13	m² .K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)					R _{se}	0,04	0,13	m² .K/W
Okrajové podmínky:								
Návrhová vnitřní teplota					θ _i	20,0	°C	
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:					θ _{ai}	20,0	°C	
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:					φ _i	50	%	
Bezpečnostní vlhkostní přirážka:					Δφ _i	5	%	
Návrhová teplota venkovního vzduchu:					θ _e	-15,0	°C	
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:					φ _e	84	%	
Nadmořská výška budovy (terénu):					h	244	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	0,020	W/(m².K)
Odpor při prostupu tepla:		R_T	6,542	m².K/W
Součinitel prostupu tepla:		U	0,153	W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:		U_N	0,30	W/(m².K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:		U_{rec}	0,20	W/(m².K)
Hodno- ní:	Konstrukce STN-2: Stěna k venkovnímu prostoru 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.

PDL(z)-4: Podlaha na terénu									
Vnitřní konstrukce:						NE			
Charakter konstrukce:						Podlaha (tepelný tok dolů)			
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:						NE			
Konstrukce ve styku se zeminou:						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		
-	-	d	λ	λ_{ekv}	c	ρ	μ		
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m³]	[-]		
1	Keramická dlažba	0,0150	1,010	-	840	2 000	200,0		
2	Cementový potěr	0,0450	1,160	-	840	2 000	19,0		
3	Expandovaný polystyren	0,0600	0,038	-	1 270	19	30,0		
4	Expandovaný polystyren	0,1200	0,038	-	1 270	19	30,0		
5	SBS modifikovaný asfaltovaný pás	0,0100	0,210	-	1 470	1 200	30 000,0		
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	20,0	°C	
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:						θ_{ai}	20,0	°C	
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:						φ_i	50	%	
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:						$\Delta\varphi_i$	5	%	
Návrhová teplota venkovního vzduchu:						θ_e	-15,0	°C	
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:						φ_e	84	%	
Nadmořská výška budovy (terénu):						h	244	m.n.m.	
Návrhová teplota zeminy v zimním období						θ_{gr}	5	°C	
Návrhová relativní vlhkost zeminy						φ_{gr}	100	%	

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:				
Korekce součinitele prostupu tepla:		ΔU	0,020	W/(m².K)
Odpor při prostupu tepla:		R_T	4,552	m².K/W
Součinitel prostupu tepla:		U	0,220	W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:		U_N	0,45	W/(m².K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:		U_{rec}	0,30	W/(m².K)
Hodnota:	Konstrukce PDL(z)-4: Podlaha na terénu 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.

PDL(z)-5: Podlaha suterénu - temperovaný prostor									
Vnitřní konstrukce:						NE			
Charakter konstrukce:						Podlaha (tepelný tok dolů)			
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:						NE			
Konstrukce ve styku se zeminou:						ANO (podlaha suterénu)			
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/m³]	[-]		
1	Keramická dlažba	0,0090	1,010	-	840	2 000	200,0		
2	Cementový potěr	0,0350	1,160	-	840	2 000	19,0		
3	Expandovaný polystyren	0,0600	0,038	-	1 270	19	30,0		
4	Expandovaný polystyren	0,0800	0,038	-	1 270	19	30,0		
5	SBS modifikovaný asfaltovaný pás	0,0080	0,210	-	1 470	1 200	30 000,0		
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	20,0	°C	
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:						θ_{ai}	20,0	°C	
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:						φ_i	50	%	
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:						$\Delta\varphi_i$	5	%	
Návrhová teplota venkovního vzduchu:						θ_e	-15,0	°C	
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:						φ_e	84	%	
Nadmořská výška budovy (terénu):						h	244	m.n.m.	
Návrhová teplota zeminy v zimním období						θ_{gr}	5	°C	
Návrhová relativní vlhkost zeminy						φ_{gr}	100	%	

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:				
Korekce součinitele prostupu tepla:		ΔU	0,020	W/(m².K)
Odpor při prostupu tepla:		R_T	3,645	m².K/W
Součinitel prostupu tepla:		U	0,274	W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:		U_N	0,85	W/(m².K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:		U_{rec}	0,60	W/(m².K)
Hodno- ní:	Konstrukce PDL(z)-5: Podlaha suterénu - temperovaný prostor splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.			
Poznámka ke konstrukci:				
-				

PDL(z)-6: Podlaha suterénu - vytápěný prostor									
Vnitřní konstrukce:						NE			
Charakter konstrukce:						Podlaha (tepelný tok dolů)			
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:						NE			
Konstrukce ve styku se zeminou:						ANO (podlaha suterénu)			
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/m³]	[-]		
1	Keramická dlažba	0,0150	1,010	-	840	2 000	200,0		
2	Cementový potěr	0,0350	1,160	-	840	2 000	19,0		
3	Expandovaný polystyren	0,0600	0,038	-	1 270	19	30,0		
4	Expandovaný polystyren	0,0800	0,038	-	1 270	19	30,0		
5	SBS modifikovaný asfaltovaný pás	0,0080	0,210	-	1 470	1 200	30 000,0		
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	20,0	°C	
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:						θ_{ai}	20,0	°C	
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:						φ_i	50	%	
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:						$\Delta\varphi_i$	5	%	
Návrhová teplota venkovního vzduchu:						θ_e	-15,0	°C	
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:						φ_e	84	%	
Nadmořská výška budovy (terénu):						h	244	m.n.m.	
Návrhová teplota zeminy v zimním období						θ_{gr}	5	°C	
Návrhová relativní vlhkost zeminy						φ_{gr}	100	%	

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:				
Korekce součinitele prostupu tepla:		ΔU	0,020	W/(m².K)
Odpor při prostupu tepla:		R_T	3,650	m².K/W
Součinitel prostupu tepla:		U	0,274	W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:		U_N	0,45	W/(m².K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:		U_{rec}	0,30	W/(m².K)
Hodnota:	Konstrukce PDL(z)-6: Podlaha suterénu - vytápěný prostor splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.			
Poznámka ke konstrukci:				
-				

STR-7: Strop nad temperovaným prostorem							
Vnitřní konstrukce:					ANO		
Charakter konstrukce:					Strop nebo střecha (tepelný tok nahoru)		
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/m³]	[-]
1	Keramická dlažba	0,0150	1,010	-	840	2 000	200,0
2	Cementový potěr	0,0650	1,160	-	840	2 000	19,0
3	Akustická čedičová vlna	0,0400	0,040	-	840	25	1,0
4	Expandovaný polystyren	0,0800	0,038	-	1 270	19	30,0
5	Železobeton	0,2000	1,430	-	1 020	2 300	23,0
6	Omítka vápenocementová	0,0150	0,990	-	790	2 000	19,0
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)					R_{si}	0,25	0,10 m².K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)					R_{se}	0,10	0,10 m².K/W
Okrajové podmínky:							
Návrhová vnitřní teplota					θ_i	20,0	°C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:					θ_{ai}	20,0	°C
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:					ϕ_i	50	%
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:					$\Delta\phi_i$	5	%
Návrhová teplota vzduchu za konstrukcí:					$\theta_{i,e}$	20	°C
Návrhová relativní vlhkost vzduchu za konstrukcí:					$\phi_{i,e}$	55	%
Návrhová teplota venkovního vzduchu:					θ_e	-15,0	°C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:					ϕ_e	84	%
Nadmořská výška budovy (terénu):					h	244	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	0,020	W/(m².K)
Odpor při prostupu tepla:					R_T	3,298	m².K/W
Součinitel prostupu tepla:					U	0,303	W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:					U_N	0,75	W/(m².K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:					U_{rec}	0,50	W/(m².K)
Hodnota:	Konstrukce STR-7: Strop nad temperovaným prostorem splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.						

Poznámka ke konstrukci:

-

STN(z)-8: Stěna přilehlá k zemině - z vytápěného prostoru

Vnitřní konstrukce:	NE
Charakter konstrukce:	Stěna (vodorovný tepelný tok)
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:	NE
Konstrukce ve styku se zeminou:	ANO (stěna suterénu)
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/m³]	[-]
1	Omítka vápenocementová	0,0150	0,990	-	790	2 000	19,0
2	Železobeton	0,3000	1,430	-	1 020	2 300	23,0
3	SBS modifikovaný asfaltový pás	0,0080	0,210	-	1 470	1 200	30 000,0
4	Extrudovaný polystyren	0,1500	0,039	-	2 060	45	220,0
5	Železobeton	0,1500	1,430	-	1 020	2 300	23,0
6	Lepidlo	0,0100	0,660	-	900	1 500	5,0

Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)	R_{si}	0,25	0,13	$\frac{m^2}{K/W}$
--	----------	------	------	-------------------

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	20,0	°C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:	θ_{ai}	20,0	°C
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:	φ_i	50	%
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:	$\Delta\varphi_i$	5	%
Návrhová teplota venkovního vzduchu:	θ_e	-15,0	°C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:	φ_e	84	%
Nadmořská výška budovy (terénu):	h	244	m.n.m.
Návrhová teplota zeminy v zimním období	θ_{gr}	5	°C
Návrhová relativní vlhkost zeminy	φ_{gr}	100	%

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:				
Korekce součinitele prostupu tepla:		ΔU	0,020	W/(m².K)
Odpor při prostupu tepla:		R_T	4,010	m².K/W
Součinitel prostupu tepla:		U	0,249	W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:		U_N	0,45	W/(m².K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:		U_{rec}	0,30	W/(m².K)
Hodnota:	Konstrukce STN(z)-8: Stěna přilehlá k zemině - z vytápěného prostoru splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.			
Poznámka ke konstrukci:				
-				

STN(z)-9: Stěna přilehlá k zemině - z temperovaného prostoru									
Vnitřní konstrukce:						NE			
Charakter konstrukce:						Stěna (vodorovný tepelný tok)			
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:						NE			
Konstrukce ve styku se zeminou:						ANO (stěna suterénu)			
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/m³]	[-]		
1	Omítka vápenocementová	0,0150	0,990	-	790	2 000	19,0		
2	Železobeton	0,3000	1,430	-	1 020	2 300	23,0		
3	SBS modifikovaný asfaltový pás	0,0080	0,210	-	1 470	1 200	30 000,0		
4	Extrudovaný polystyren	0,1500	0,039	-	2 060	45	220,0		
5	Železobeton	0,1500	1,430	-	1 020	2 300	23,0		
6	Lepidlo	0,0100	0,660	-	900	1 500	5,0		
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{si}	0,25	0,13	$m^2 \cdot K/W$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{se}	0,00	0,00	$m^2 \cdot K/W$
Okrajové podmínky:									
Návrhová vnitřní teplota						θ_i	20,0	°C	
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:						θ_{ai}	20,0	°C	
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:						φ_i	50	%	
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:						$\Delta\varphi_i$	5	%	
Návrhová teplota venkovního vzduchu:						θ_e	-15,0	°C	
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:						φ_e	84	%	
Nadmořská výška budovy (terénu):						h	244	m.n.m.	
Návrhová teplota zeminy v zimním období						θ_{gr}	5	°C	
Návrhová relativní vlhkost zeminy						φ_{gr}	100	%	

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:				
Korekce součinitele prostupu tepla:		ΔU	0,020	W/(m².K)
Odpor při prostupu tepla:		R_T	4,010	m².K/W
Součinitel prostupu tepla:		U	0,249	W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:		U_N	0,85	W/(m².K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:		U_{rec}	0,60	W/(m².K)
Hodnota:	Konstrukce STN(z)-9: Stěna přilehlá k zemině - z temperovaného prostoru 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(z)-10: Stěna přilehlá k zemině 2- z tepmerovaného prostoru									
Vnitřní konstrukce:						NE			
Charakter konstrukce:						Stěna (vodorovný tepelný tok)			
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:						NE			
Konstrukce ve styku se zeminou:						ANO (stěna suterénu)			
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/m³]	[-]		
1	Omítka vápenocementová	0,0150	0,990	-	790	2 000	19,0		
2	Železobeton	0,3000	1,430	-	1 020	2 300	23,0		
3	SBS modifikovaný asfaltový pás	0,0080	0,210	-	1 470	1 200	30 000,0		
4	Lepidlo	0,0100	0,660	-	900	1 500	5,0		
5	Extrudovaný polystyren	0,1500	0,039	-	2 060	45	220,0		
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{si}	0,25	0,13	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{se}	0,00	0,00	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
Okrajové podmínky:									
Návrhová vnitřní teplota						θ_i	20,0	°C	
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:						θ_{ai}	20,0	°C	
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:						ϕ_i	50	%	
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:						$\Delta\phi_i$	5	%	
Návrhová teplota venkovního vzduchu:						θ_e	-15,0	°C	
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:						ϕ_e	84	%	
Nadmořská výška budovy (terénu):						h	244	m.n.m.	
Návrhová teplota zeminy v zimním období						θ_{gr}	5	°C	
Návrhová relativní vlhkost zeminy						ϕ_{gr}	100	%	
Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:									
Korekce součinitele prostupu tepla:						ΔU	0,020	W/(m².K)	
Odpor při prostupu tepla:						R_T	3,921	m².K/W	
Součinitel prostupu tepla:						U	0,255	W/(m².K)	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:						U_N	0,85	W/(m².K)	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:						U_{rec}	0,60	W/(m².K)	
Hodnoce ní:	Konstrukce STN(z)-10: Stěna přilehlá k zemině 2- z tepmerovaného prostoru splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.								

Poznámka ke konstrukci:

-

STN-11: Stěna k temperovanému prostoru 300

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/m³]	[-]		
1	Omítka vápenocementová	0,0100	0,420	-	790	1 500	19,0		
2	Železobeton (2400)	0,3000	1,740	-	1 020	2 500	29,0		
3	Omítka vápenocementová	0,0100	0,420	-	790	1 500	19,0		
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R _{si}	0,25	0,13	m².K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R _{se}	0,13	0,13	m².K/W

Okrajové podmínky:

Návrhová vnitřní teplota	θ_i	20,0	°C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:	θ_{ai}	20,0	°C
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:	ϕ_i	50	%
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:	$\Delta\phi_i$	5	%
Návrhová teplota vzduchu za konstrukcí:	$\theta_{\text{i,e}}$	20	°C
Návrhová relativní vlhkost vzduchu za konstrukcí:	$\phi_{\text{i,e}}$	55	%
Návrhová teplota venkovního vzduchu:	θ_e	-15,0	°C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:	ϕ_e	84	%
Nadmořská výška budovy (terénu):	h	244	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	0,020	W/(m².K)
Odpor při prostupu tepla:	R_T	0,475	m².K/W
Součinitel prostupu tepla:	U	2,103	W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U_N	2,70	W/(m².K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U_{rec}	1,80	W/(m².K)

Hodnocení:	Konstrukce STN-11: Stěna k temperovanému prostoru 300 splňuje požadavek ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.
-------------------	--

Poznámka ke konstrukci:

-

STN-12: Stěna k temperovanému prostoru 150

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/m³]	[-]		
1	Omítka vápenocementová	0,0100	0,420	-	790	1 500	19,0		
2	Pórobetonová tvárnice	0,1500	0,137	-	1 000	500	7,5		
3	Omítka vápenocementová	0,0100	0,420	-	790	1 500	19,0		
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{si}	0,25	0,13	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{se}	0,13	0,13	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$

Okrajové podmínky:

Návrhová vnitřní teplota	θ_i	20,0	°C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:	θ_{ai}	20,0	°C
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:	ϕ_i	50	%
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:	$\Delta\phi_i$	5	%
Návrhová teplota vzduchu za konstrukcí:	$\theta_{\text{i,e}}$	20	°C
Návrhová relativní vlhkost vzduchu za konstrukcí:	$\phi_{\text{i,e}}$	55	%
Návrhová teplota venkovního vzduchu:	θ_e	-15,0	°C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:	ϕ_e	84	%
Nadmořská výška budovy (terénu):	h	244	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	0,020	W/(m².K)
Odpor při prostupu tepla:	R_T	1,364	m².K/W
Součinitel prostupu tepla:	U	0,733	W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U_N	2,70	W/(m².K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U_{rec}	1,80	W/(m².K)

Hodnota:	Konstrukce STN-12: Stěna k temperovanému prostoru 150 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 ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

**ENERGETICKY ÚSPORNÁ BUDOVA PRO
VZDĚLÁVÁNÍ V HRADCI KRÁLOVÉ**

LOW-ENERGY BUILDING FOR EDUCATION IN HRADEC KRÁLOVÉ

VÝPOČTY POŽÁRNÍHO RIZIKA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Martin Mužík

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARCELA POČINKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2022

Zakázka : Energeticky úsporná budova pro vzdělání

Zpracovatel : Martin Mužík

Stavební objekt : Objekt - Pavilon univerzity

Požární výška h [m] = 3,80

Konstrukční systém : Nehořlavý (DP1, čl. 7.2.8.a)

Dispoziční uspořádání objektu

1. podzemní podlaží

Číslo	Účel místnosti	S, pno [m ²]	S [m ²]
0.01	Technická místnost	0,0	46,7
0.02	Sklad	0,0	25,4
0.03	Chodba	0,0	9,1

1. nadzemní podlaží

Číslo	Účel místnosti	S, pno [m ²]	S [m ²]
1.01	Hala	0,0	471,2
1.02	Kuchyňka	0,0	18,7
1.03	Úklidová místnost	0,0	7,3
1.04	WC umývárna ženy	0,0	3,7
1.05	WC ženy	0,0	14,8
1.06	Bezbariérové WC ženy	0,0	4,7
1.07	Šatna ženy	0,0	22,3
1.08	Šatna muži	0,0	22,3
1.09	WC umývárna muži	0,0	3,7
1.10	WC muži	0,0	14,8

1.11	Bezbariérové WC muži	0,0	4,7
------	----------------------	-----	-----

2. nadzemní podlaží

Číslo	Účel místnosti	S _{pno} [m ²]	S [m ²]
2.01	Chodba	0,0	82,6
2.02	Kancelář	0,0	48,7
2.03	Kancelář	0,0	12,4
2.04	Kuchyňka	0,0	12,7
2.05	Kancelář	0,0	12,4
2.06	Kancelář	0,0	48,7
2.07	úklidová místnost	0,0	6,9
2.08	WC umývárna muži	0,0	4,5
2.09	WC muži	0,0	11,8
2.10	WC umývárna ženy	0,0	4,5
2.11	WC ženy	0,0	11,8
2.12	Přednášková místnost	0,0	140,4
2.13	přednášková místnost	0,0	140,4

Řešení požární bezpečnosti podle ČSN 73 0802 , květen 2009

n_{pn} = 2

n_{pp} = 1

n_p = 3

POŽÁRNÍ ÚSEK: N02.04 - Přednášková místnost 1

Požární výška h [m] = 3,80

Výšková poloha h_p [m] = 3,80

Konstrukční systém : Nehořlavý (DP1, čl. 7.2.8.a)

Umístění požárního úseku: nadzemní podlaží

Počet podlaží úseku z = 1

Nejnižší umístěné podlaží = 2

Nejvýše umístěné podlaží = 2

Počet užitných podlaží = 1

Parametry místností v požárním úseku:

č.m.	č.p.	Účel	S [m ²]	p_n [kg.m ⁻²]	a_n	p_s [kg.m ⁻²]
------	------	------	--------------------------	--------------------------------	-------	--------------------------------

2.12	2	Přednášková místnost	140,4	25,0	0,80	0,0
------	---	----------------------	-------	------	------	-----

Parametry stavebních otvorů v obvodových a střešních konstrukcích:

S_o [m ²]	h_o [m]	Počet	Umístění
----------------------------	--------------	-------	----------

12,0	3,0	1	Východní fasáda
------	-----	---	-----------------

8,6	2,1	1	Východní fasáda
-----	-----	---	-----------------

POŽÁRNÍ RIZIKO

$$S \text{ [m}^2\text{]} = 140,42$$

$$S_o \text{ [m}^2\text{]} = 20,60$$

$$h_o \text{ [m]} = 2,65$$

$$h_s \text{ [m]} = 3,13$$

$$S_m \text{ [m}^2\text{]} = 140,42$$

$$p \text{ [kg.m}^{-2}\text{]} = 25,00$$

$$a_n = 0,800$$

$$a = 0,800$$

$$b = 0,873$$

$$c = 1,000$$

$$p_v \text{ [kg.m}^{-2}\text{]} = p \cdot a \cdot b \cdot c = 17,46$$

Stupeň požární bezpečnosti (čl. 7.2) = II.

Velikost požárního úseku (čl. 7.3)

$$\text{Největší dovolená délka požárního úseku [m]} = 77,50$$

$$\text{Největší dovolená šířka požárního úseku [m]} = 48,00$$

$$\text{Mezní půdorysná plocha požárního úseku [m}^2\text{]} = 3720,00$$

$$\text{Největší počet užitných podlaží} \quad z = 10$$

Obsazení požárního úseku osobami podle ČSN 73 0818, červenec 1997

Údaje z projektu				Údaje z tabulky 1			
Místn. číslo	Druh místnosti	Plocha v m ²	Počet osob proj.	Položka	Plocha na os. v m ²	Sou- čet nitel	Počet čl. osob 6.2
2.12	Přednášková mís	140,4	118	2.3.1	0,0	0,00	118 Ne

Únikové cesty

Součinitel $a = 0,800$

Započitatelný počet osob podle ČSN 73 0818 = 118

Půdorysná plocha připadající na 1 osobu [m²] = 1,2

Snížení K o 25 % podle čl. 9.11.5 a)

Ohrožení osob (čl.9.1.2) t_e [min] = 2,8

e.	č.p.	Typ	t_u	$l, \max$	l	$u, \min$	u	E.s	K	Ev.	Únik
Vyhovuje											

	[min]	[m]	[1=0.55 m]	[osob]
--	-------	-----	------------	--------

1	2	NÚC	---	50,0	40,5	1,0	1,5	59	75	S	dolů	Ano
1	2	NÚC	---	50,0	29,0	1,0	1,5	59	75	S	dolů	Ano

Poznámky k únikovým cestám

1 - Budovou

1 - Požární schodiště

Odstupy

$$p_v \text{ [kg.m}^{-2}\text{]} = 17,5$$

č.	l	h _u	S _p	S _{po}	p _o	p _o *	p _v	k ₂	k ₃	I	d	d*	Pozn.
	[m]	[m]	[m ²]	[m ²]	[%]	[%]	[kg.m ⁻²]			[kW.m ⁻²]	[m]	[m]	
1	10,6	3,0	32	21	65	65	17	0,93	1,34	64,84	2,85	2,85	10.4.4a

Hodnoty označené * pro p_o < 40 % neextrapolované na 40%

1 - Východní fasáda

Zásobování vodou pro hašení podle ČSN 73 0873, červen 2003

$$S \text{ [m}^2\text{]} = 140,4$$

$$p \text{ [kg.m}^{-2}\text{]} = 25,0$$

$$\text{Součin } p.S = 3510,5$$

$$\text{Výška objektu } h \text{ [m]} = 3,8$$

1. Vnitřní odběrní místa (čl.6 ČSN 73 0873)

(p.S < 9000 kg podle čl. 4.4 b)1) lze od vnitřních odběrních míst upustit)

Dimenzování vnitřního rozvodu vody (čl.6.8)

Přetlak (hydrodynamický) = min. 0,2 MPa

Průtok vody z uzavíratelné proudnice = min. 0,3 l.s⁻¹

Přenosné hasicí přístroje (čl. 12.8)

Počet přenosných hasicích přístrojů nr = 1,6

je určen pro přístroje s náplní hasební látky

- 9 kg u vodních nebo pěnových přístrojů
- 6 kg u práškových nebo sněhových přístrojů
- 2 kg u halonových přístrojů

případně s ekvivalentní náplní hasební látky určené příslušnou zkušebnou

POŽÁRNÍ ÚSEK: N02.05 - Přednášková místnost 2

Požární výška h [m] = 3,80

Výšková poloha h_p [m] = 3,80

Konstrukční systém : Nechořlavý (DP1, čl. 7.2.8.a)

Umístění požárního úseku: nadzemní podlaží

Počet podlaží úseku z = 1

Nejnižší umístěné podlaží = 2

Nejvýše umístěné podlaží = 2

Počet užitných podlaží = 1

Parametry místností v požárním úseku:

č.m.	č.p.	Účel	S [m ²]	p_n [kg.m ⁻²]	a_n	p_s [kg.m ⁻²]
------	------	------	--------------------------	--------------------------------	-------	--------------------------------

2.13	2	přednášková místnost	140,4	25,0	0,80	0,0
------	---	----------------------	-------	------	------	-----

Parametry stavebních otvorů v obvodových a střešních konstrukcích:

S_o [m ²]	h_o [m]	Počet	Umístění
12,0	3,0	1	Západní fasáda
8,6	2,1	1	Západní fasáda

POŽÁRNÍ RIZIKO

$$S \text{ [m}^2\text{]} = 140,42$$

$$S_o \text{ [m}^2\text{]} = 20,60$$

$$h_o \text{ [m]} = 2,65$$

$$h_s \text{ [m]} = 3,13$$

$$S_m \text{ [m}^2\text{]} = 140,42$$

$$p \text{ [kg.m}^{-2}\text{]} = 25,00$$

$$a_n = 0,800$$

$$a = 0,800$$

$$b = 0,873$$

$$c = 1,000$$

$$p_v \text{ [kg.m}^{-2}\text{]} = p \cdot a \cdot b \cdot c = 17,46$$

Stupeň požární bezpečnosti (čl. 7.2) = II.

Velikost požárního úseku (čl. 7.3)

$$\text{Největší dovolená délka požárního úseku [m]} = 77,50$$

$$\text{Největší dovolená šířka požárního úseku [m]} = 48,00$$

$$\text{Mezní půdorysná plocha požárního úseku [m}^2\text{]} = 3720,00$$

$$\text{Největší počet užitných podlaží} \quad z = 10$$

Obsazení požárního úseku osobami podle ČSN 73 0818, červenec 1997

Údaje z projektu				Údaje z tabulky 1			
Místn. číslo	Druh místnosti	Plocha v m ²	Počet osob proj.	Položka	Plocha na os. v m ²	Součet nitel	Počet čl. 6.2
2.13	přednášková mís	140,4	118	2.3.1	0,0	0,00	118 Ne

Únikové cesty

Součinitel $a = 0,800$

Započitatelný počet osob podle ČSN 73 0818 = 118

Půdorysná plocha připadající na 1 osobu $[m^2] = 1,2$

Snížení K o 25 % podle čl. 9.11.5 a)

Ohrožení osob (čl.9.1.2) $t_e [min] = 2,8$

e.	č.p.	Typ	tu	l, max	l	u, min	u	E.s	K	Ev.	Únik
Vyhovuje											

				[min]	[m]	[1=0.55 m]	[osob]				
--	--	--	--	-------	-----	------------	--------	--	--	--	--

1	2	NÚC	---	50,0	43,5	1,0	1,5	59	75	S	dolů Ano
---	---	-----	-----	------	------	-----	-----	----	----	---	----------

1	2	NÚC	---	50,0	29,0	1,0	1,5	59	75	S	dolů Ano
---	---	-----	-----	------	------	-----	-----	----	----	---	----------

Poznámky k únikovým cestám

1 - Budovou

1 - Požární schodiště

Odstupy

$$p_v \text{ [kg.m}^{-2}\text{]} = 17,5$$

č.	l	h _u	S _p	S _{po}	p _o	p _o *	p _v	k ₂	k ₃	I	d	d*	Pozn.
	[m]	[m]	[m ²]	[m ²]	[%]	[%]	[kg.m ⁻²]			[kW.m ⁻²]	[m]	[m]	
1	10,6	3,0	32	21	65	65	17	0,93	1,34	64,84	2,85	2,85	10.4.4a

Hodnoty označené * pro p_o < 40 % neextrapolované na 40%

1 - Z

Zásobování vodou pro hašení podle ČSN 73 0873, červen 2003

$$S \text{ [m}^2\text{]} = 140,4$$

$$p \text{ [kg.m}^{-2}\text{]} = 25,0$$

$$\text{Součin } p.S = 3510,5$$

$$\text{Výška objektu } h \text{ [m]} = 3,8$$

1. Vnitřní odběrní místa (čl.6 ČSN 73 0873)

(p.S < 9000 kg podle čl. 4.4 b)1) lze od vnitřních odběrních míst upustit)

Přenosné hasicí přístroje (čl. 12.8)

Počet přenosných hasicích přístrojů nr = 1,6

je určen pro přístroje s náplní hasební látky

- 9 kg u vodních nebo pěnových přístrojů
- 6 kg u práškových nebo sněhových přístrojů
- 2 kg u halonových přístrojů

případně s ekvivalentní náplní hasební látky určené příslušnou zkušebnou

POŽÁRNÍ ÚSEK: P01.01/N02

Požární výška h [m] = 3,80

Výšková poloha h_p [m] = 3,80

Konstrukční systém : Nehořlavý (DP1, čl. 7.2.8.a)

Umístění požárního úseku: nadzemní podlaží

Počet podlaží úseku z = 3

Nejnižší umístěné podlaží = 0

Nejvýše umístěné podlaží = 2

Počet užitných podlaží = 3

Podlaží ve vícepodlažním požárním úseku:

č.p.	S [m ²]	Spno [m ²]	Spno,max [m ²]	osoby	NÚC	užitné	podle 5.2.4
1	588,1	0,0	0,0	30	Ne	Ano	a
0	9,1	0,0	0,0	0	Ne	Ano	a
2	257,2	0,0	0,0	24	Ne	Ano	a

Parametry místností v požárním úseku:

č.m.	č.p.	Účel	S [m ²]	pn [kg.m ⁻²]	an [kg.m ⁻²]	ps [kg.m ⁻²]

0.03	0	Chodba	9,1	5,0	0,80	0,0
1.01	1	Hala	471,2	5,0	0,80	0,0
1.02	1	Kuchyňka	18,7	15,0	1,05	0,0
1.03	1	Úklidová místnost	7,3	60,0	1,05	0,0
1.04	1	WC umývárna ženy	3,7	5,0	0,70	0,0
1.05	1	WC ženy	14,8	5,0	0,70	0,0
1.06	1	Bezbariérové WC ženy	4,7	5,0	0,70	0,0
1.07	1	Šatna ženy	22,3	75,0	1,10	0,0
1.08	1	Šatna muži	22,3	75,0	1,10	0,0
1.09	1	WC umývárna muži	3,7	5,0	0,70	0,0
1.10	1	WC muži	14,8	5,0	0,70	0,0
1.11	1	Bezbariérové WC muži	4,7	5,0	0,70	0,0
2.01	2	Chodba	82,6	5,0	0,80	0,0
2.02	2	Kancelář	48,7	40,0	1,00	0,0
2.03	2	Kancelář	12,4	50,0	1,10	0,0
2.04	2	Kuchyňka	12,7	50,0	1,10	0,0
2.05	2	Kancelář	12,4	50,0	1,10	0,0
2.06	2	Kancelář	48,7	40,0	1,00	0,0
2.07	2	úklidová místnost	6,9	60,0	1,05	0,0
2.08	2	WC umývárna muži	4,5	5,0	0,70	0,0
2.09	2	WC muži	11,8	5,0	0,70	0,0
2.10	2	WC umývárna ženy	4,5	5,0	0,70	0,0
2.11	2	WC ženy	11,8	5,0	0,70	0,0

Parametry stavebních otvorů v obvodových a střešních konstrukcích:

So [m ²]	ho [m]	Počet	Umístění

73,8	3,0	1	Severní fasáda
36,9	3,0	1	Jižní fasáda
73,8	3,0	1	Východní fasáda
73,8	3,0	1	Západní fasáda
4,5	1,5	1	Západní fasáda
4,5	1,5	1	Severní fasáda
3,8	1,5	1	Severní fasáda
1,9	1,5	2	Severní fasáda
3,8	1,5	1	Severní fasáda
4,5	1,5	1	Severní fasáda
4,5	1,5	1	Východní fasáda
1,5	1,5	1	Východní fasáda
1,5	1,5	1	Západní fasáda

POŽÁRNÍ RIZIKO

$$S \text{ [m}^2\text{]} = 854,37$$

$$S_o \text{ [m}^2\text{]} = 290,38$$

$$h_o \text{ [m]} = 2,79$$

$$h_s \text{ [m]} = 2,84$$

$$S_m \text{ [m}^2\text{]} = 471,16$$

$$p \text{ [kg.m}^{-2}\text{]} = 15,76$$

$$a_n = 0,992$$

$$a = 0,992$$

$$b = 0,537$$

$$c = 1,000$$

$$p_v \text{ [kg.m}^{-2}\text{]} = p.a.b.c = 8,40$$

Stupeň požární bezpečnosti (čl. 7.2) = I.

Velikost požárního úseku (čl. 7.3)

Největší dovolená délka požárního úseku [m] = 63,07

Největší dovolená šířka požárního úseku [m] = 40,30

Mezní půdorysná plocha požárního úseku [m²] = 2542,07

Největší počet užitných podlaží $z = 21$

Obsazení požárního úseku osobami podle ČSN 73 0818, červenec 1997

Údaje z projektu				Údaje z tabulky 1			
Místn. Číslo	Druh místnosti	Plocha v m ²	Počet osob proj.	Položka	Plocha na os. v m ²	Sou- či- nitel	Počet osob 6.2 čl.
1.01	Hala	471,2	30	7.2.4	0,0	0,00	30 Ne
1.02	Kuchyňka	18,7	0		0,0	0,00	0 Ne
2.02	Kancelář	48,7	8	1.1.1	5,0	0,00	10 Ne
2.03	Kancelář	12,4	1	1.1.1	5,0	0,00	2 Ne
2.04	Kuchyňka	12,7	0		0,0	0,00	0 Ne
2.05	Kancelář	12,4	1	1.1.1	5,0	0,00	2 Ne
2.06	Kancelář	48,7	8	1.1.1	5,0	0,00	10 Ne

Únikové cesty

Součinitel $a = 0,992$

Započítatelný počet osob podle ČSN 73 0818 = 54

Půdorysná plocha připadající na 1 osobu [m^2] = 15,8

Ohrožení osob (čl.9.1.2) t_e [min] = 2,1

e.	č.p.	Typ	t_u	$l, \max$	l	$u, \min$	u	E.s	K	Ev.	Únik
Vyhovuje											

[min]	[m]	[$l=0.55$ m]	[osob]
-------	-----	---------------	--------

1	2	NÚC ---	25,4	22,5	1,0	1,5	24	46	S	dolů	Ano
---	---	---------	------	------	-----	-----	----	----	---	------	-----

Poznámky k únikovým cestám

1 - Budovou

Odstupy

$p_v \text{ [kg.m}^{-2}\text{]} = 8,4$

č.	l	h _u	S _p	S _{po}	p _o	p _o *	p _v	k ₂	k ₃	I	d	d*	Pozn.
	[m]	[m]	[m ²]	[m ²]	[%]	[%]	[kg.m ⁻²]			[kW.m ⁻²]	[m]	[m]	
1	25,0	6,1	152	94	62	62	8	1,44	2,09	41,63	2,89	2,89	10.4.4a
2	25,0	6,1	152	80	52	52	8	1,44	2,09	41,63	1,88	1,88	10.4.4a
3	25,0	6,1	152	80	52	52	8	1,44	2,09	41,63	1,88	1,88	10.4.4a
4	25,0	3,0	74	37	50	50	8	1,44	2,09	41,63	0,76	0,76	10.4.4a

Hodnoty označené * pro $p_o < 40 \%$ neextrapolované na 40%

- 1 - Severní fasáda
- 2 - Západní fasáda
- 3 - Východní fasáda
- 4 - Jižní fasáda

Zásobování vodou pro hašení podle ČSN 73 0873, červen 2003

$S \text{ [m}^2\text{]} = 854,4$

$p \text{ [kg.m}^{-2}\text{]} = 15,8$

Součin $p.S = 13460,9$

Výška objektu $h \text{ [m]} = 3,8$

1. Vnitřní odběrní místa (čl.6 ČSN 73 0873)

Hadicový systém (čl. 6.1) Světlost[mm] Max.vzdálenost[m]

Dimenzování vnitřního rozvodu vody (čl.6.8)

Přetlak (hydrodynamický) = min. 0,2 MPa

Průtok vody z uzavíratelné proudnice = min. 0,3 l.s⁻¹

Přenosné hasicí přístroje (čl. 12.8)

Počet přenosných hasicích přístrojů nr = 4,4

je určen pro přístroje s náplní hasební látky

- 9 kg u vodních nebo pěnových přístrojů
- 6 kg u práškových nebo sněhových přístrojů
- 2 kg u halonových přístrojů

případně s ekvivalentní náplní hasební látky určené příslušnou
zkušebnou

POŽÁRNÍ ÚSEK: P01.02 - Technické zázemí

Požární výška h [m] = 3,80

Výšková poloha h_p [m] = 0,00

Konstrukční systém : Nehořlavý (DP1, čl. 7.2.8.a)

Umístění požárního úseku: podzemní podlaží

Počet podlaží úseku z = 1

Nejnižší umístěné podlaží = 0

Nejvýše umístěné podlaží = 0

Počet užitných podlaží = 1

Parametry místností v požárním úseku:

č.m.	č.p.	Účel	S	pn	an	ps
			[m ²]	[kg.m ⁻²]		[kg.m ⁻²]
0.01	0	Technická místnost	46,7	15,0	0,90	0,0

$$Sm \text{ [m}^2\text{]} = 46,68$$
$$C = 1,000$$
$$p_v \quad [\text{kg.m}^{-2}] = p.a.b.c = 18,60$$

Velikost požárního úseku (čl. 7.3)

Mezní půdorysná plocha požárního úseku [m²] = 3080,00

Největší počet užitných podlaží z = 10

Obsazení požárního úseku osobami podle ČSN 73 0818, červenec 1997

Údaje z tabulky 1

Místn.	Druh	Plocha	Počet	Položka	Plocha	Sou-	Počet	čl.
číslo	místnosti	v m ²	osob		na os.	či-	osob	6.2
			proj.		v m ²	nitel		

Zásobování vodou pro hašení, podle ČSN 73 0873, říjen 1995

S [m²] = 46,68

Přenosné hasicí přístroje (čl. 12.8)

Počet přenosných hasicích přístrojů nr = 1,0

je určen pro přístroje s náplní hasební látky

- 9 kg u vodních nebo pěnových přístrojů
- 6 kg u práškových nebo sněhových přístrojů
- 2 kg u halonových přístrojů

případně s ekvivalentní náplní hasební látky určené příslušnou zkušebnou

POŽÁRNÍ ÚSEK: P01.03 - Sklad

Požární výška h [m] = 3,80

Výšková poloha h_p [m] = 0,00

Konstrukční systém : Nehořlavý (DP1, čl. 7.2.8.a)

Umístění požárního úseku: nadzemní podlaží

Počet podlaží úseku z = 1

Nejnižší umístěné podlaží = 0

Nejvýše umístěné podlaží = 0

Počet užitných podlaží = 1

Parametry místností v požárním úseku:

č.m.	č.p.	Účel	S [m ²]	p_n [kg.m ⁻²]	a_n	p_s [kg.m ⁻²]
0.02	0	Sklad	25,4	75,0	1,00	0,0

POŽÁRNÍ RIZIKO

$$S \text{ [m}^2\text{]} = 25,36$$

$$S_o \text{ [m}^2\text{]} = 0,00$$

$$h_o \text{ [m]} = 0,00$$

$$h_s \text{ [m]} = 2,55$$

$$S_m \text{ [m}^2\text{]} = 25,36$$

$$p \text{ [kg.m}^{-2}\text{]} = 75,00$$

$$a_n = 1,000$$

$$a = 1,000$$

$$b = 1,261$$

$$c = 1,000$$

$$p_v \text{ [kg.m}^{-2}\text{]} = p \cdot a \cdot b \cdot c = 94,61$$

Stupeň požární bezpečnosti (čl. 7.2) = IV.

Velikost požárního úseku (čl. 7.3)

$$\text{Největší dovolená délka požárního úseku [m]} = 62,50$$

$$\text{Největší dovolená šířka požárního úseku [m]} = 40,00$$

$$\text{Mezní půdorysná plocha požárního úseku [m}^2\text{]} = 2500,00$$

$$\text{Největší počet užitných podlaží} \quad z = 2$$

Obsazení požárního úseku osobami podle ČSN 73 0818, červenec 1997

Údaje z projektu				Údaje z tabulky 1		
Místn. číslo	Druh místnosti	Plocha v m ²	Počet osob proj.	Položka	Plocha Sou- na os. či- nitel	Počet čl. osob 6.2

Zásobování vodou pro hašení, podle ČSN 73 0873, říjen 1995

S [m²] = 25,36

Přenosné hasicí přístroje (čl. 12.8)

Počet přenosných hasicích přístrojů nr = 1,0

je určen pro přístroje s náplní hasebné látky

- 9 kg u vodních nebo pěnových přístrojů
- 6 kg u práškových nebo sněhových přístrojů
- 2 kg u halonových přístrojů

případně s ekvivalentní náplní hasebné látky určené příslušnou
zkušebnou

Export: NX802PRO v. 05.2009, (c) 1994-2009 Radim Bochnák,
www.bochnak.cz



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 PRO
VZDĚLÁVÁNÍ V HRADCI KRÁLOVÉ**

LOW-ENERGY BUILDING FOR EDUCATION IN HRADEC KRÁLOVÉ

TECHNICKÁ SPECIFIKACE VZT JEDNOTEK

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Martin Mužík

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARCELA POČINKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2022



Technická specifikace

Nabídka č.:

Akce: Energeticky úsporná budova pro vdělávání

Zákazník: **Vysoké učení technické v Brně**
VUT fast
Veveří 95
602 00 Brno
Česká republika

IČ: 002 16 305

Vypracoval:
Martin Mužík



Technický popis

Nominální hodnoty

Nabídka č.:

Akce: Energeticky úsporná budova pro vdělávání

Pozice: Jednotka 1

strana 2 / 14

Jednotka **DUPLEX 3500 Multi Eco** Specifikace:

DUPLEX 3500 Multi Eco / 10/0 - Me.110.EC3 - Mi.110.EC3 - S7.C - Fe.K4 - Fi.K4 - B.LM24A - C.LM24A-SR - T.3 - CHF.A - CO.CHT - Ke.LF24-SR - RE-TPO4.LM24A-SR - He1.400/400 - He2.710/500 - Hi1.400/400.P - Hi2.710/500.P - FT-RD5 - RD4-IO - RD-2HP - PFe - PFi - SW - CM.s - CPTOUCH.B.Wh - ErP 2016, 2018

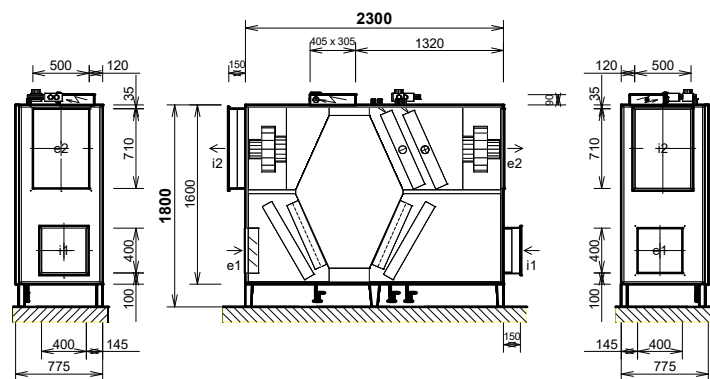
Typ jednotky

- Vnitřní s protiproudým rekuperátorem
- Jednotka splňuje ErP (Ecodesign) - nařízení EU 1253/2014, platné od 1.1.2016 i 1.1.2018.



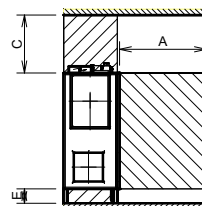
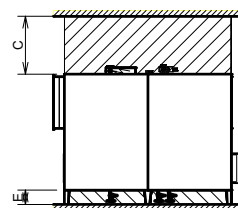
Provedení **10/0** parapetní pohled z čela (ze strany dveří)

Hmotnost: cca 431 kg, Dodávka jednotky vcelku



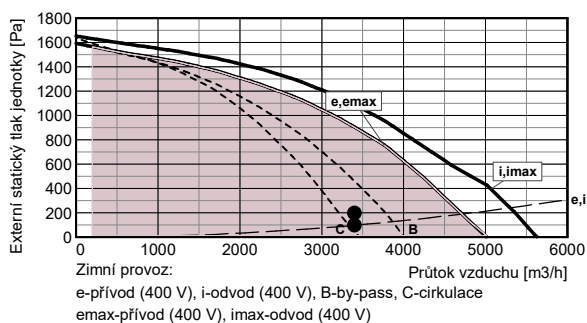
hrdlo	druh	rozměr	příslušenství
e1	e1 - venkovní vzduch (ODA)	400 x 400 mm	uzavírací klapka, 4x závit M6 pro přírubu 20 mm
e2	e2 - přiváděný vzduch (SUP)	710 x 500 mm	4x závit M6 pro přírubu 20 mm
i1	i1 - odváděný vzduch (ETA)	400 x 400 mm	pružná manžeta
i2	i2 - odpadní vzduch (EHA)	710 x 500 mm	pružná manžeta
K	výstup kondenzátu	Ø 32/40 mm	sifon
T	Vodní ohřivač	1" vnitřní	přípojovací rozměr - regulační uzel

Manipulační prostor



A	otvírání dveří	min. 1200 mm
C	regulační uzel, regulační modul, vývody	min. 800 mm
E	odvod kondenzátu	min. 200 mm

Výkonová charakteristika jednotky:



Akustické parametry:

Hladina akustického výkonu LwA (dB)

Frekvence [Hz]	Total	63	125	250	500	1 k	2 k	4 k	8 k
	dB (A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
sání e1	64	45	52	61	59	54	45	41	29
výtlač e2	91	67	74	83	87	85	79	72	62
sání i1	61	41	51	55	59	47	39	28	<25
výtlač i2	89	63	72	81	86	83	76	69	60
plášť do okolí	72	44	52	69	66	63	60	54	45

Akustický výkon do okolí je vypočten pro současný provoz **obou ventilátorů** a je změřen podle normy ISO 3744. Akustický výkon na hrdlech je změřen podle normy ISO 5136.

Hladina akustického tlaku LpA (dB)

plášť do okolí	51	<25	32	49	46	42	40	34	<25
----------------	----	-----	----	----	----	----	----	----	-----

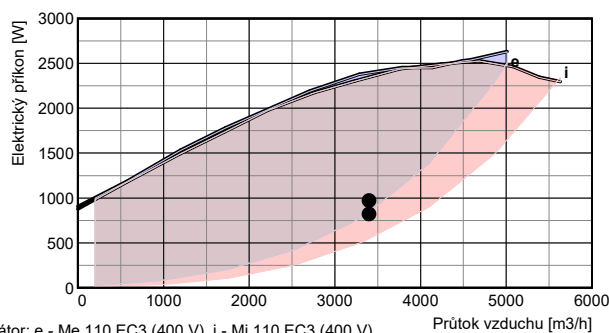
Hladina akustického tlaku do okolí je uváděna ve vzdálenosti 3 m pro současný provoz **obou ventilátorů** a je změřena podle normy ISO 3744.

Jednotka obsahuje ventilátory vybavené EC technologií. Tyto ventilátory jsou plynule regulovatelné v celé vyznačené oblasti.

Ventilátory

přívod odvod

Vzduchové množství	m³/h	3400	3400
Externí statický tlak jednotky	Pa	100	200
Napětí (jmenovité)	V	400	400
Příkon (v pracovním bodě)	kW	0,97	0,82
Počet otáček (v pracovním bodě)	1/min	2171	2044
Max. příkon (pro dimenzování)	kW	2,50	2,50
Max. proud (pro dimenzování)	A	3,8	3,8
SFP	W.h/m3	0,286	0,242
Typ ventilátorů		Me.110	Mi.110
Druh ventilátoru (s proměnlivými otáčkami)		EC3	EC3



Ventilátor: e - Me.110.EC3 (400 V), i - Mi.110.EC3 (400 V)

Průtok vzduchu [m³/h]



Technický popis

Nominální hodnoty

Nabídka č.:

strana 3 / 14

Akce: Energeticky úsporná budova pro vdělávání

Pozice: Jednotka 1

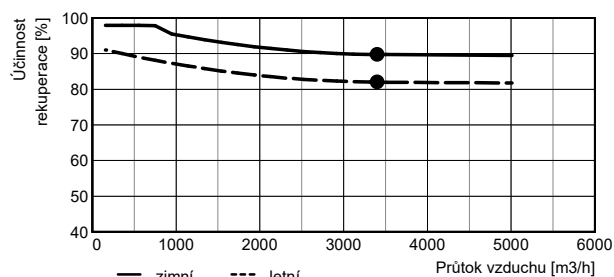
Jednotka **DUPLEX 3500 Multi Eco** Specifikace:

DUPLEX 3500 Multi Eco / 10/0 - Me.110.EC3 - Mi.110.EC3 - S7.C - Fe.K4 - Fi.K4 - B.LM24A - C.LM24A-SR - T.3 - CHF.A - CO.CHT - Ke.LF24-SR - RE-TPO4.LM24A-SR - He1.400/400 - He2.710/500 - Hi1.400/400.P - Hi2.710/500.P - FT-RD5 - RD4-IO - RD-2HP - PFe - PFi - SW - CM.s - CPTOUCH.B.Wh - ErP 2016, 2018

Připojovací prvky	přívod	odvod
Vstupní hrdla e1, i1 připojení	mm 400x400 pevné	400x400 pružné
Výstupní hrdla e2, i2 připojení	mm 710x500 pevné	710x500 pružné
Odvod kondenzátu K	mm 3 x Ø32/40 se sifonem	

Regulační a uzavírací klapky	Typ servopohonu
Uzavírací klapka e1 (součást jednotky)	LF24-SR
By-passová klapka (integrována v jednotce)	LM24A
Cirkulační klapka (integrována v jednotce)	LM24A-SR

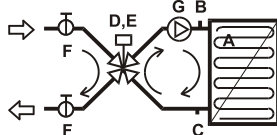
Rekupační výměník	přívod	odvod
Vzduchové množství	m ³ /h 3400	3400
Vstupní teplota	°C -12	20
Výstupní teplota	°C 17	-2
Vstupní vlhkost	% r.h. 90	40
Výstupní vlhkost	% r.h. 10	100
Účinnost rekuperace zimní (letní)	% 90 (82)	
Výkon výměníku zimní (letní)	kW 33,8 (5,8)	
Tvorba kondenzátu	l/h 11,0	
Typ rekupačního výměníku	S7.C rekupační	



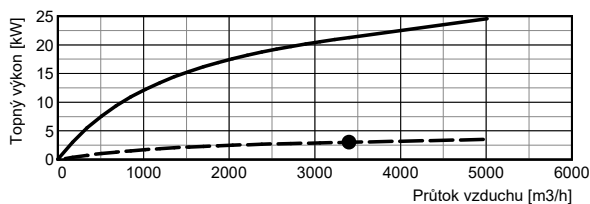
Vodní ohřivač	přívod	
Topné médium	voda	
Vzduchové množství	m ³ /h 3400	
Vstupní teplota (za rekuperací)	°C 17	
Výstupní teplota (za ohřivačem)	°C 19	
Topný výkon	kW 3,1	
Teplotní spád topného média	°C 70 / 50	
Průtok média (ze zdroje)	l/h 133	
Tlaková ztráta média ve výměníku	kPa 1,48	
ve ventilu	kPa 0,66	
Připojovací rozměr (regulační uzel)	1" vnitřní	
Typ ohřivače	T 3500 3R / typ 2 vestavěný	

Příslušenství (součásti dodávky)

A	protimrazový termostat	016-H6929-109 - 6m	2)
B	odkalovací ventil	zátka	2)
C	odkalovací ventil	zátka	2)
Regulační uzel: RE-TPO4.LM24A-SR			
D	směšovací ventil	IVAR.MIX4, Kv 12, 1"	2)
E	servopohon	LM24A-SR	2)
F	kulový ventil	1" vnitřní	2)
G	čerpadlo	WILO YONOS PARA RS 20/ 6- RKC	2)



- 1 - dodáváno samostatně
2 - osazeno a připojeno



voda — výkon max. --- výkon reg.



Technický popis

Nominální hodnoty

Nabídka č.:

strana 4 / 14

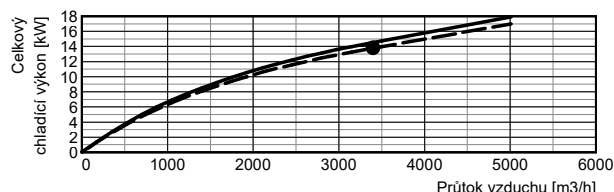
Akce: Energeticky úsporná budova pro vdělávání

Pozice: Jednotka 1

Jednotka **DUPLEX 3500 Multi Eco** Specifikace:

DUPLEX 3500 Multi Eco / 10/0 - Me.110.EC3 - Mi.110.EC3 - S7.C - Fe.K4 - Fi.K4 - B.LM24A - C.LM24A-SR - T.3 - CHF.A - CO.CHT - Ke.LF24-SR - RE-TPO4.LM24A-SR - He1.400/400 - He2.710/500 - Hi1.400/400.P - Hi2.710/500.P - FT-RD5 - RD4-IO - RD-2HP - PFe - PFi - SW - CM.s - CPTOUCH.B.Wh - ErP 2016, 2018

Přímý chladič	přívod	Příslušenství
Vzduchové množství Vstupní teplota (za rekuperací) Výstupní teplota (za chladičem) Vstupní vlhkost (za rekuperací) Výstupní vlhkost (za chladičem) Chladicí výkon Tvorba kondenzátu Typ chladiva Vypařovací teplota Objem výměníku Připojovací rozměr Typ přímého chladiče	m3/h °C °C % r.h. % r.h. kW l/h R410A °C l na dotaz CHF 3500 A typ 2- okr / typ 2 vestavěný	U dvou-okruhových chladičů příslušenství na dotaz.



Podklady pro návrh kondenzační jednotky

Typ chladiva	R410A
Vypařovací teplota	°C 8
Venkovní teplota	°C 32
Chladicí výkon	kW 6,91 + 6,91
Požadovaná min. venkovní teplota	°C 10

Filtrace	přívod	odvod	Příslušenství (součástí dodávky)
Typ Třída filtrace Počet filtrů Rozměr kazety	kazetový Coarse 60% (G4) 1+1 750x295x96 750x405x96	kazetový Coarse 60% (G4) 1+1 750x295x96 750x405x96	Manostat PFe pro signalizaci zanesení přívodního filtru Manostat PFi pro signalizaci zanesení odvodního filtru

Regulace: Digitální regulace	Čidla (součástí dodávky)
Základní funkce jednotky Umístění regulačního modulu Celkový příkon (v pracovním bodě) Expandery Ovládání Hlavní vypínač	RD5 400V-EC / 400V-EC na jednotce standardní poloha 1,80 kW RD4-IO, RD-2HP CP Touch barva bílá SW Čidlo teploty venkovního vzduchu (ODA) Čidlo teploty odváděného vzduchu (ETA) Čidlo teploty odpadního vzduchu (EHA) Čidlo teploty přiváděného vzduchu (SUP) ADS TEa ADS TEB ADS TU2 ADS TU1



Technický popis

Nominální hodnoty

Nabídka č.:

strana 5 / 14

Akce: Energeticky úsporná budova pro vdělávání

Pozice: Jednotka 1

Jednotka **DUPLEX 3500 Multi Eco** Specifikace:

DUPLEX 3500 Multi Eco / 10/0 - Me.110.EC3 - Mi.110.EC3 - S7.C - Fe.K4 - Fi.K4 - B.LM24A - C.LM24A-SR - T.3 - CHF.A - CO.CHT - Ke.LF24-SR - RE-TPO4.LM24A-SR - He1.400/400 - He2.710/500 - Hi1.400/400.P - Hi2.710/500.P - FT-RD5 - RD4-IO - RD-2HP - PFe - PFi - SW - CM.s - CPTOUCH.B.Wh - ErP 2016, 2018

ErP (NRVU)

Informace o větracích jednotkách pro jiné než obytné budovy podle NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 1253/2014, čl. 4 odst. 2

Název nebo ochranná známka výrobce:

ATREA s.r.o.

Identifikační značka modelu:

DUPLEX 3500 Multi Eco

Typ jednotky:

Větrací jednotka pro jiné než obytné budovy (NRVU)

Obousměrná větrací jednotka (BVU)

Typ pohonu:

s proměnlivými otáčkami

Typ systému pro zpětné získávání tepla:

deskový rekuperační výměník

Tepelná účinnost zpětného získávání tepla:

82 %

Jmenovitý průtok vzduchu:

0,94 m³/s

Effektivní elektrický příkon:

1,38 kW

SFP int:

924 Ws/m³

Účinná nátoková rychlost:

1,8 / 1,8 m/s (přívod / odvod)

Jmenovitý vnější tlak:

100 / 200 Pa (přívod / odvod)

Vnitřní tlaková ztráta větracích součástí:

246 / 267 Pa (přívod / odvod)

Statická účinnost ventilátorů (dle 327/2011):

68,6 / 68,6 % (přívod / odvod)

Max. vnější netěsnost:

0,7 %

Max. vnitřní netěsnost:

1,5 %

Energetická klasifikace filtrů:

Zvolené filtry nepodléhají klasifikaci.

Upozornění na výměnu filtrů:

V jednotce je nutno pravidelně měnit filtry vzduchu. Zanesené vzduchové filtry způsobují snížení výkonu a celkové účinnosti větrací jednotky.

Akustický výkon skříně (L_{WA}):

72 dB (A)

Internetová adresa návodu na demontáž:

www.atrea.cz/erp

Jednotka splňuje ErP (Ecodesign) - nařízení EU 1253/2014, platné od 1.1.2016 i 1.1.2018.

(ve výpočtu zahrnutý referenční filtry M5, F7)

Upozornění:

Jednotka je určena do prostorů normálních s teplotou od 5 do 55 °C (nesmí být vystavena povětrnostním vlivům, zejména dešti nebo sněhu!).

V případě, že je jednotka umístěna v prostoru normálním s teplotou klesající pod +5 °C, je nutno dostatečně tepelně chránit:

- topný okruh vodního ohříváče nemrznoucí náplní s odpovídající tepelnou odolností

- vývod kondenzátu topným kabelem, který se automaticky spíná termostatem

Instalace ohříváče T je přípustná zásadně do temperovaných prostorů, s minimální teplotou +5°C. Ohříváný vzduch musí být filtrován a nesmí obsahovat korozivně působící látky.



Vzduchotechnické schéma

Nominální hodnoty

Nabídka č.:

Akce: Energeticky úsporná budova pro vdělávání

Pozice: Jednotka 1

strana 6 / 14

Jednotka **DUPLEX 3500 Multi Eco** Specifikace:

DUPLEX 3500 Multi Eco / 10/0 - Me.110.EC3 - Mi.110.EC3 - S7.C - Fe.K4 - Fi.K4 - B.LM24A - C.LM24A-SR - T.3 - CHF.A - CO.CHT - Ke.LF24-SR - RE-TPO4.LM24A-SR - He1.400/400 - He2.710/500 - Hi1.400/400.P - Hi2.710/500.P - FT-RD5 - RD4-IO - RD-2HP - PFe - PFi - SW - CM.s - CPTOUCH.B.Wh - ErP 2016, 2018

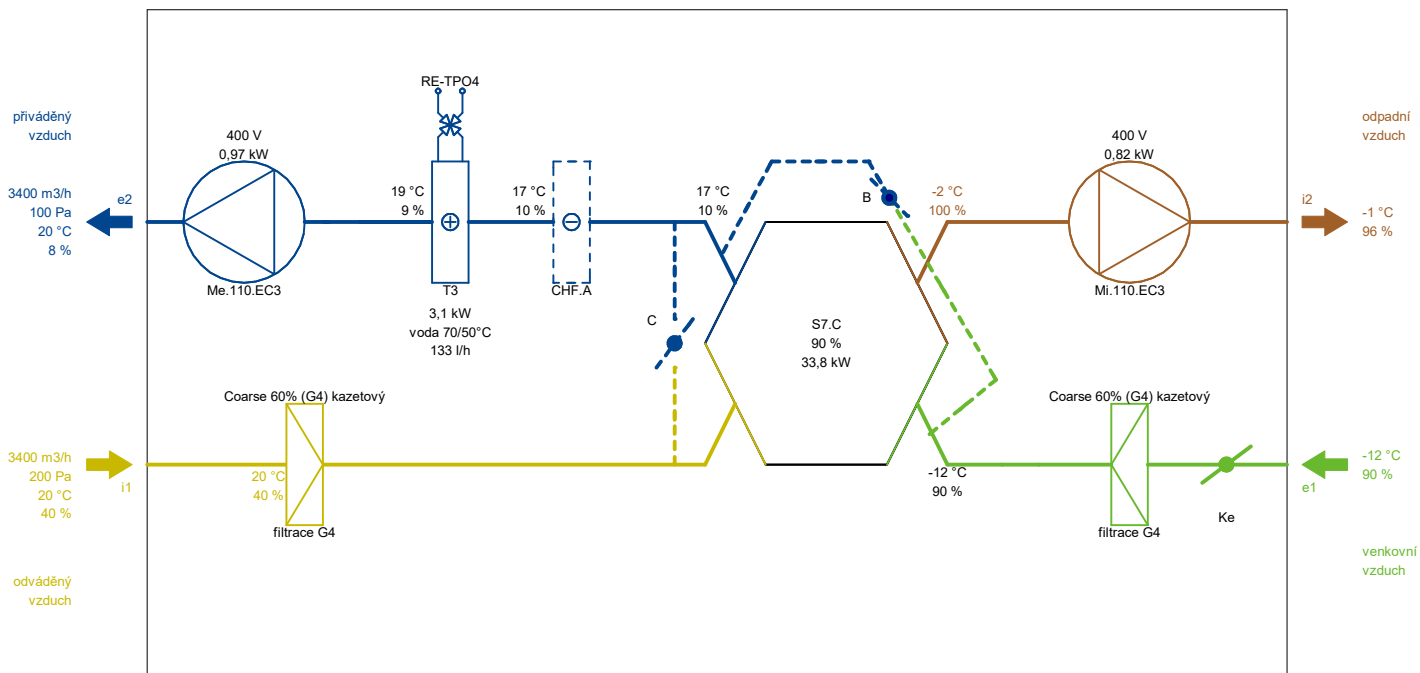
Zimní provoz

e1 - venkovní vzduch (ODA)

e2 - přiváděný vzduch (SUP)

i1 - odváděný vzduch (ETA)

i2 - odpadní vzduch (EHA)



Poznámka: Schématické znázornění funkcí jednotky. Umístění vstupů a výstupů nemusí přesně souhlasit se skutečným provedením a konfigurací hrdel.

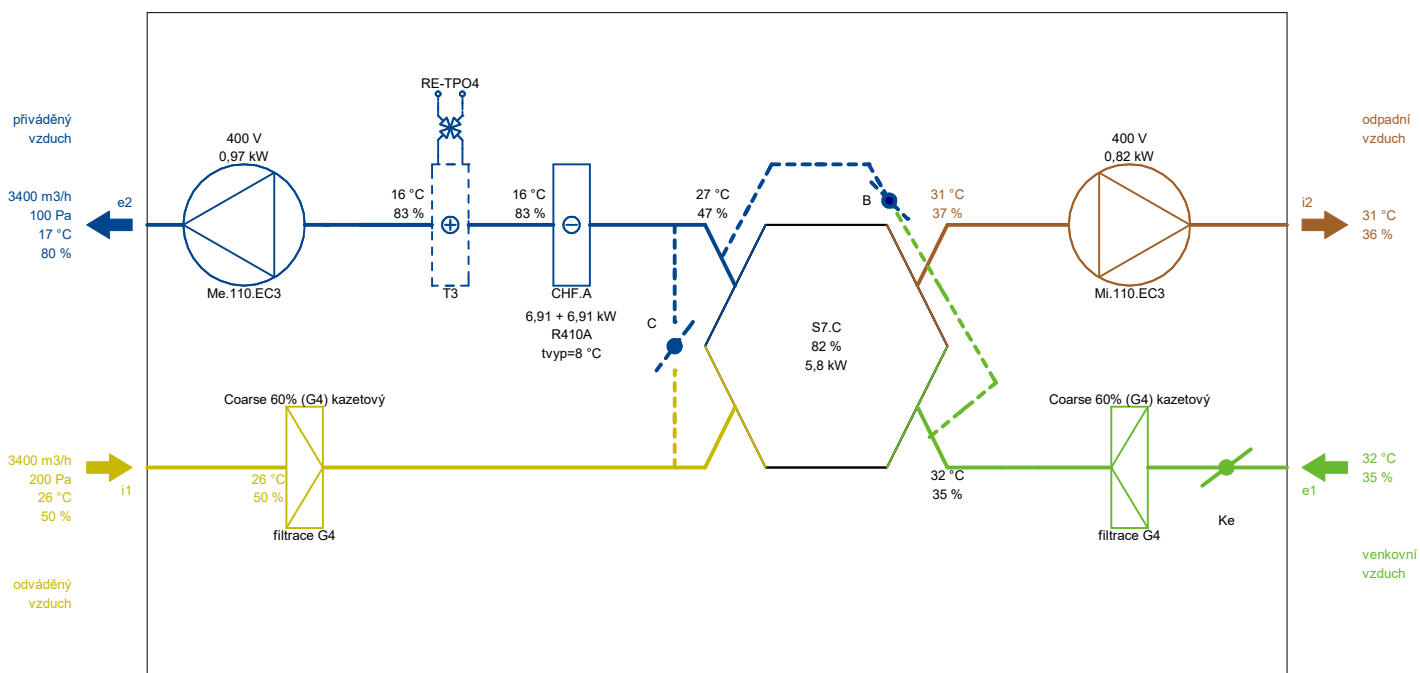
Letní provoz

e1 - venkovní vzduch (ODA)

e2 - přiváděný vzduch (SUP)

i1 - odváděný vzduch (ETA)

i2 - odpadní vzduch (EHA)



Poznámka: Schématické znázornění funkcí jednotky. Umístění vstupů a výstupů nemusí přesně souhlasit se skutečným provedením a konfigurací hrdel.



Požadavky na stavbu pro instalaci jednotky

strana 7 / 14

Nabídka č.:

Akce: Energeticky úsporná budova pro vdělávání

Pozice: Jednotka 1

Jednotka **DUPLEX 3500 Multi Eco** Specifikace:

DUPLEX 3500 Multi Eco / 10/0 - Me.110.EC3 - Mi.110.EC3 - S7.C - Fe.K4 - Fi.K4 - B.LM24A - C.LM24A-SR - T.3 - CHF.A - CO.CHT - Ke.LF24-SR - RE-TPO4.LM24A-SR - He1.400/400 - He2.710/500 - Hi1.400/400.P - Hi2.710/500.P - FT-RD5 - RD4-IO - RD-2HP - PFe - PFi - SW - CM.s - CPTOUCH.B.Wh - ErP 2016, 2018

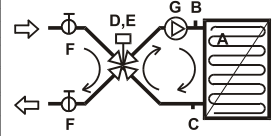
Elektro

Napětí	400 V
Proud	7,6 A
Doporučené odjištění	3x 16A (char. C)
Typ a dimenze kabelů	viz schéma el. zapojení

Vytápění

Topné médium	voda
Topný výkon	3,08 kW
Teplotní spád topného média	70 / 50 °C
Průtok média (ze zdroje)	133 l/h
Tlaková ztráta média	1,48 kPa *)
Připojovací rozměr (regulační uzel)	1" vnitřní

Příslušenství (součástí dodávky)

	A protimrazový termostat 016-H6929-109 - 6m 2)
	B odkalovací ventil zátka 2)
	C odkalovací ventil zátka 2)
	Regulační uzel: RE-TPO4.LM24A-SR
	D směšovací ventil IVAR.MIX4, Kv 12, 1" 2)
	E servopohon LM24A-SR 2)
	F kulový ventil 1" vnitřní 2)
	G čerpadlo WILO YONOS PARA RS 20/ 2) 6- RKC

1 - dodáváno samostatně

2 - osazeno a připojeno

*) Tlaková ztráta výměníku je pokryta regulačním uzlem RE-TPO4.

Chlazení (přímý chladič)

Typ chladiva	R410A
Vypařovací teplota	8 °C
Venkovní teplota	32 °C
Chladicí výkon	6,91 + 6,91 kW
Požadovaná min. venkovní teplota	10 °C

Příslušenství

U dvou-okruhových chladičů příslušenství na dotaz.

Zdravotní technika

Odvod kondenzátu počet	3	Umístění odvodů kondenzátu viz rozměrový náčrt se sifonem
Odvod kondenzátu průměr potrubí	DN 32/40	
Tvorba kondenzátu (letní)	3,7 l/h	
Tvorba kondenzátu (zimní)	11,0 l/h	



Požadavky na stavbu pro instalaci jednotky

strana 8 / 14

Nabídka č.:

Akce: Energeticky úsporná budova pro vdělávání

Pozice: Jednotka 1

Jednotka **DUPLEX 3500 Multi Eco** Specifikace:

DUPLEX 3500 Multi Eco / 10/0 - Me.110.EC3 - Mi.110.EC3 - S7.C - Fe.K4 - Fi.K4 - B.LM24A - C.LM24A-SR - T.3 - CHF.A - CO.CHT - Ke.LF24-SR - RE-TPO4.LM24A-SR - He1.400/400 - He2.710/500 - Hi1.400/400.P - Hi2.710/500.P - FT-RD5 - RD4-IO - RD-2HP - PFe - PFi - SW - CM.s - CPTOUCH.B.Wh - ErP 2016, 2018

Stavba

Rozměry jednotky

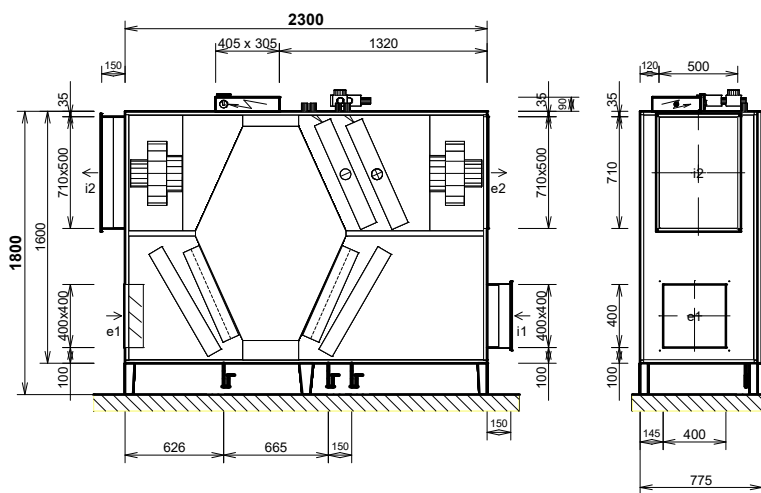
délka 2300 mm
výška (bez podstavných
noh) 1600 mm
hloubka 775 mm

Hmotnost

cca 431 kg

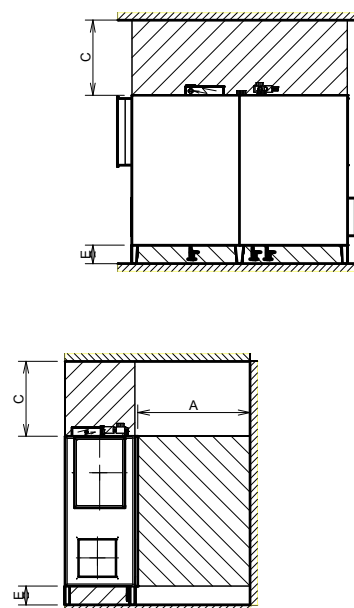
Rozměrový náčrtek:

Provedení **10/0** parapetní pohled z čela (ze strany dveří)



hrdlo	druh	rozměr	příslušenství
e1	e1 - venkovní vzduch (ODA)	400 x 400 mm	uzavírací klapka, 4x závit M6 pro přírubu 20 mm
e2	e2 - přívaděný vzduch (SUP)	710 x 500 mm	4x závit M6 pro přírubu 20 mm
i1	i1 - odváděný vzduch (ETA)	400 x 400 mm	pružná manžeta
i2	i2 - odpadní vzduch (EHA)	710 x 500 mm	pružná manžeta
K	výstup kondenzátu	Ø 32/40 mm	sifon
T	Vodní ohřivač	1" vnitřní	připojovací rozměr - regulační uzel

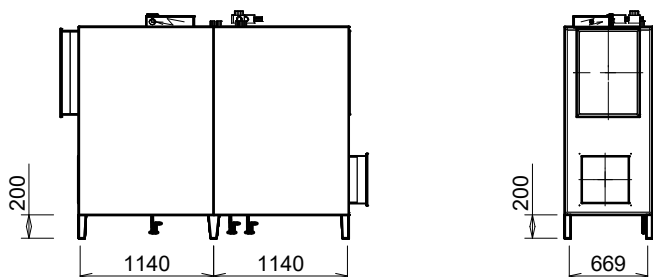
Manipulační prostor



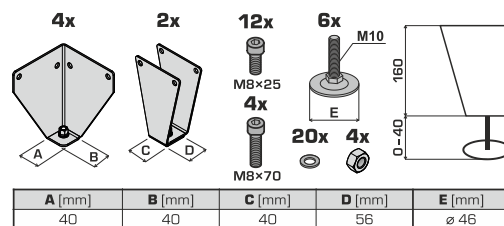
A	otvírání dveří	min. 1200 mm
C	regulační uzel, regulační modul, vývody vým	min. 800 mm
E	odvod kondenzátu	min. 200 mm

Podstavné nohy - počet: 6 ks

Podstavné nohy - rozteč: viz rozměrový náčrtek



Podstavné nohy



A [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	E [mm]
40	40	40	56	ø 46



Technický popis

Nominální hodnoty

Nabídka č.:

strana 9 / 14

Akce: Energeticky úsporná budova pro vdělávání

Pozice: Jednotka 2

Jednotka **DUPLEX 10100 Basic-N** Specifikace:

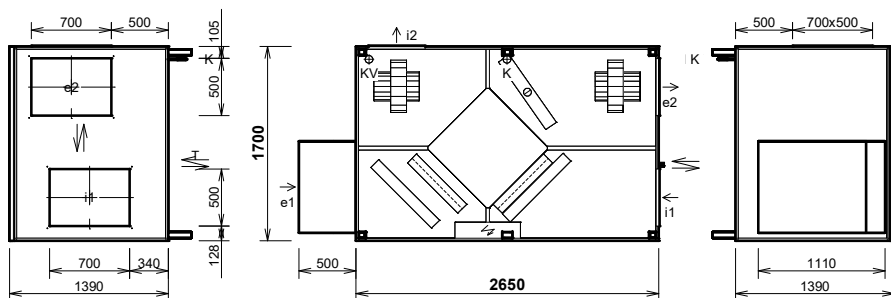
DUPLEX 10100 Basic-N / 3/8 - Me.113.EC3 - Mi.113.EC3 - K750.F - Fe.K4 - Fi.K4 - B.LM24A - C.LM24A-SR - CHF.4.S - Ke.LF24-SR - H.500/700 - He1.KZ - Hi2.500/700 - FT - HINGLESS-RD5 - RD4-IO - SW - CM.i.s - CPTOUCH.B.Wh - ADS 120 + TPO 10000.3 / 500x700 / 500x700 - .LM24A-SR

Typ jednotky

- Nástřešní s křížovým rekuperátorem

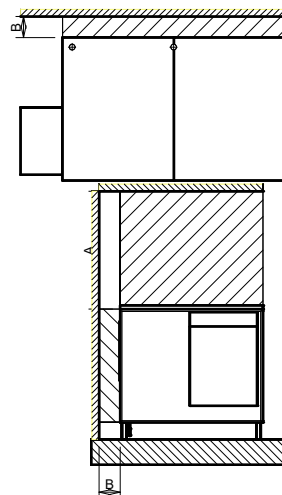
Provedení **3/8** nástřešní ležaté pohled shora (ze strany dveří)

Hmotnost: cca 723 kg, Dodávka jednotky vcelku



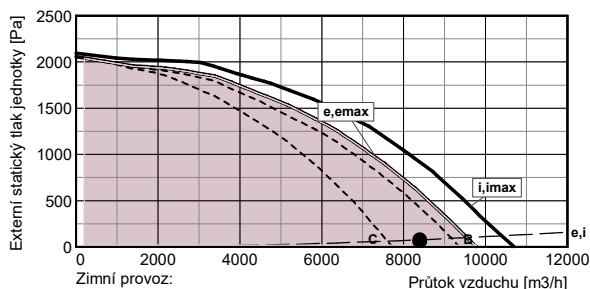
hrdlo	druh	rozměr	příslušenství
e1	e1 - venkovní vzduch (ODA)		uzavírací klapka, eliminátor kapek
e2	e2 - přiváděný vzduch (SUP)	500 x 700 mm	4x závit M6 pro přírubu 20 mm
i1	i1 - odváděný vzduch (ETA)	500 x 700 mm	4x závit M6 pro přírubu 20 mm
i2	i2 - odpadní vzduch (EHA)	500 x 700 mm	4x závit M6 pro přírubu 20 mm
K	výstup kondenzátu	Ø 31/40 mm	sifon
KV	výstup kondenzátu vyhřívání	Ø 31/40 mm	sifon
TPO	Vodní ohřivač	5/4" vnitřní	připojovací rozměr - regulační uzel
CHF	Přímý chladič	22, 0 / 34, 9 mm (- / 1 3/8")	připojovací rozměr - výměník

Manipulační prostor



A	otvírání dveří	min. 1400 mm
B	vývody výměníku	min. 250 mm

Výkonová charakteristika jednotky:



Akustické parametry:

Hladina akustického výkonu LwA (dB)

Frekvence [Hz]	Total dB (A)	63 dB(A)	125 dB(A)	250 dB(A)	500 dB(A)	1 k dB(A)	2 k dB(A)	4 k dB(A)	8 k dB(A)
sání e1 do okolí	79	52	68	75	75	70	59	43	31
výtlač e2	90	64	72	83	83	84	82	77	72
sání i1	79	58	68	73	75	71	62	48	35
výtlač i2	96	65	73	92	89	89	84	79	83
plášť do okolí	67	51	50	63	62	59	55	49	37

Akustický výkon do okolí je vypočten pro současný provoz obou ventilátorů a je změřen podle normy ISO 3744. Akustický výkon na hrdlech je změřen podle normy ISO 5136.

Hladina akustického tlaku LpA (dB)

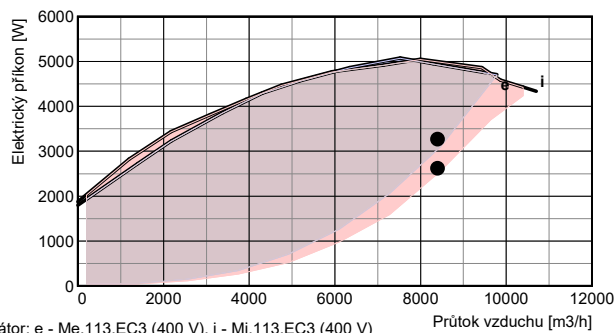
sání e1 do okolí	58	31	47	55	54	49	38	<25	<25
plášť do okolí	47	31	30	43	41	39	35	28	<25

Hladina akustického tlaku do okolí je uváděna ve vzdálenosti 3 m pro současný provoz obou ventilátorů a je změřena podle normy ISO 3744.

Jednotka obsahuje ventilátory vybavené EC technologií. Tyto ventilátory jsou plynule regulovatelné v celé vyznačené oblasti.

Ventilátory

	přívod	odvod
Vzduchové množství	m³/h	8400
Externí statický tlak jednotky	Pa	80
Napětí (jmenovité)	V	400
Příkon (v pracovním bodě)	kW	3,275
Počet otáček (v pracovním bodě)	1/min	2275
Max. příkon (pro dimenzování)	kW	5,200
Max. proud (pro dimenzování)	A	8,4
SFP	W.h/m³	0,390
Typ ventilátorů	Me.113	Mi.113
Druh ventilátoru (s proměnlivými otáčkami)	EC3	EC3





Technický popis

Nominální hodnoty

Nabídka č.:

strana 10 / 14

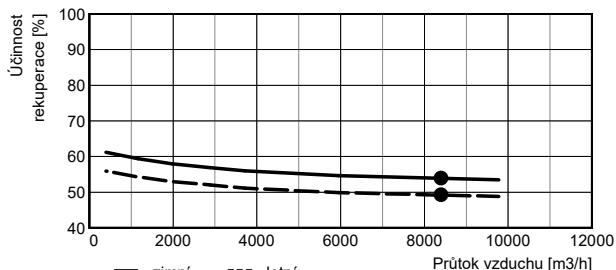
Akce: Energeticky úsporná budova pro vdělávání

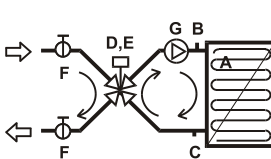
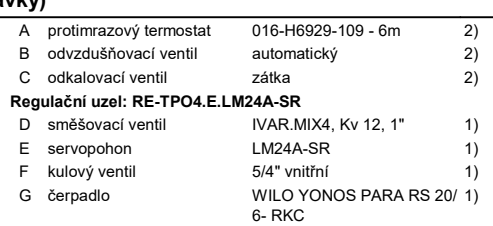
Pozice: Jednotka 2

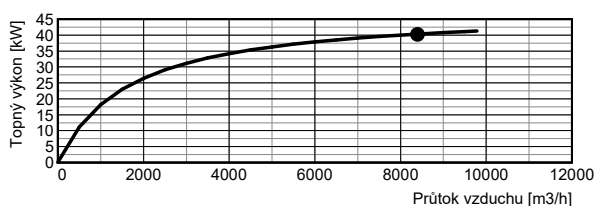
Jednotka **DUPLEX 10100 Basic-N** Specifikace:

DUPLEX 10100 Basic-N / 3/8 - Me.113.EC3 - Mi.113.EC3 - K750.F - Fe.K4 - Fi.K4 - B.LM24A - C.LM24A-SR - CHF.4.S - Ke.LF24-SR - H.500/700 - He1.KZ - Hi2.500/700 - FT - HINGLESS-RD5 - RD4-IO - SW - CM.i.s - CPTOUCH.B.Wh - ADS 120 + TPO 10000.3 / 500x700 / 500x700 - .LM24A-SR

Připojovací prvky		přívod	odvod	Regulační a uzavírací klapky		Typ servopohonu
Vstupní hrdlo i1 připojení	mm	-	500x700	Uzavírací klapka e1 (součást jednotky)		LF24-SR
Výstupní hrdlo e2 připojení	mm	500x700	pevné	By-passová klapka (integrována v jednotce)		LM24A
Odvod kondenzátu K	mm	1 x Ø31/40, 1 x Ø32/40 se sifonem	-	Cirkulační klapka (integrována v jednotce)		LM24A-SR

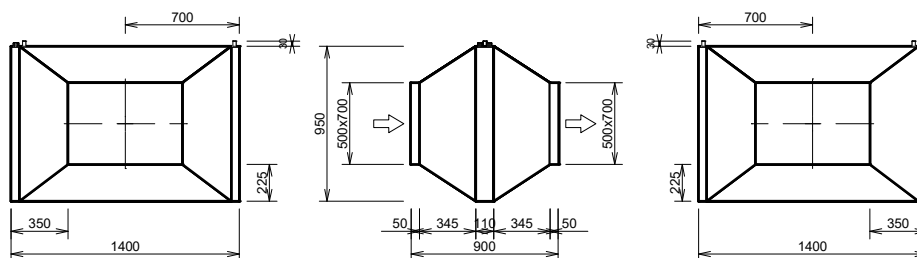
Rekupační výměník		přívod	odvod	
Vzduchové množství	m³/h	8400	8400	
Vstupní teplota	°C	-12	20	
Výstupní teplota	°C	5	7	
Vstupní vlhkost	% r.h.	90	40	
Výstupní vlhkost	% r.h.	22	67	
Účinnost rekuperace zimní (letní)	%	54 (49)		
Výkon výměníku zimní (letní)	kW	50,2 (8,6)		
Tvorba kondenzátu	l/h	17,1		
Typ rekupačního výměníku		K750.F rekupační		

Vodní ohřivač		přívod	Příslušenství (součásti dodávky)	
Topné médium		voda		
Vzduchové množství	m³/h	8400		
Vstupní teplota (za rekuperací)	°C	6		
Výstupní teplota (za ohřivačem)	°C	20		
Topný výkon	kW	40,3		
Teplotní spád topného média	°C	70 / 50		
Průtok média (ze zdroje)	l/h	1738		
Tlaková ztráta média				
ve výměníku	kPa	0,99		
ve ventilu	kPa	0,77		
Připojovací rozměr (regulační uzel)		5/4" vnitřní		
Typ ohřivače		TPO 10000.3 samostatný		



voda — výkon max.

Hmotnost: cca 88 kg





Technický popis

Nominální hodnoty

Nabídka č.:

strana 11 / 14

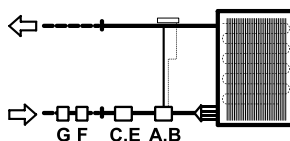
Akce: Energeticky úsporná budova pro vdělávání

Pozice: Jednotka 2

Jednotka **DUPLEX 10100 Basic-N** Specifikace:

DUPLEX 10100 Basic-N / 3/8 - Me.113.EC3 - Mi.113.EC3 - K750.F - Fe.K4 - Fi.K4 - B.LM24A - C.LM24A-SR - CHF.4.S - Ke.LF24-SR - H.500/700 - He1.KZ - Hi2.500/700 - FT - HINGLESS-RD5 - RD4-IO - SW - CM.i.s - CPTOUCH.B.Wh - ADS 120 + TPO 10000.3 / 500x700 / 500x700 - .LM24A-SR

Přímý chladič	přívod	Příslušenství
Vzduchové množství m ³ /h	8400	A expanzní ventil 3)
Vstupní teplota (za rekuperací) °C	29	B tryska 3)
Výstupní teplota (za chladičem) °C	16	C magnetický ventil 3)
Vstupní vlhkost (za rekuperací) % r.h.	42	E cívka 3)
Výstupní vlhkost (za chladičem) % r.h.	84	F průhledítko 3)
Chladicí výkon kW	41,47	G dehydrátor 3)
Tvorba kondenzátu l/h	10	
Typ chladiva	R410A	
Vypařovací teplota °C	7	
Objem výměníku l	8,7	
Připojovací rozměr	22, 0 / 34, 9 mm (- / 1 3/ 8")	
Typ přímého chladiče	CHF 10100 4R / typ 1 vestavěný	



3 - není součástí dodávky

Podklady pro návrh kondenzační jednotky	
Typ chladiva	R410A
Vypařovací teplota °C	7
Venkovní teplota °C	32
Chladicí výkon kW	41,47
Požadovaná min. venkovní teplota °C	10

Filtrace	přívod	odvod	Příslušenství (součástí dodávky)
Typ	kazetový	kazetový	
Třída filtrace	Coarse 60% (G4)	Coarse 60% (G4)	
Počet filtrů ks	3	3	
Rozměr kazety mm	750x405x96	750x405x96	

Regulace: Digitální regulace		Čidla (součástí dodávky)	
Základní funkce jednotky	RD5 400V-EC / 400V-EC	Čidlo teploty venkovního vzduchu (ODA)	ADS TEa
Umístění regulačního modulu	uvnitř jednotky	Čidlo teploty odváděného vzduchu (ETA)	ADS TEb
Celkový příkon (v pracovním bodě)	5,902 kW	Čidlo teploty odpadního vzduchu (EHA)	ADS TU2
Expandery	RD4-IO	Čidlo teploty vzduchu před ohřívacem	ADS TU1
Ovládání	CP Touch barva bílá	Čidlo teploty přiváděného vzduchu (SUP)	ADS 120
Hlavní vypínač	SW		

Upozornění:

U nástřešních jednotek bez osazeného základového rámu musí být vývody kondenzátu vyhřívány !

Délka propojovacího potrubí mezi vodním ohřívacem a samostatně dodávaným směšovacím uzlem RE-TPO4.E nesmí překročit 3 m !



Vzduchotechnické schéma

Nominální hodnoty

Nabídka č.:

Akce: Energeticky úsporná budova pro vdělávání

Pozice: Jednotka 2

strana 12 / 14

Jednotka **DUPLEX 10100 Basic-N** Specifikace:

DUPLEX 10100 Basic-N / 3/8 - Me.113.EC3 - Mi.113.EC3 - K750.F - Fe.K4 - Fi.K4 - B.LM24A - C.LM24A-SR - CHF.4.S - Ke.LF24-SR - H.500/700 - He1.KZ - Hi2.500/700 - FT - HINGLESS-RD5 - RD4-IO - SW - CM.i.s - CPTOUCH.B.Wh - ADS 120 + TPO 10000.3 / 500x700 / 500x700 - .LM24A-SR

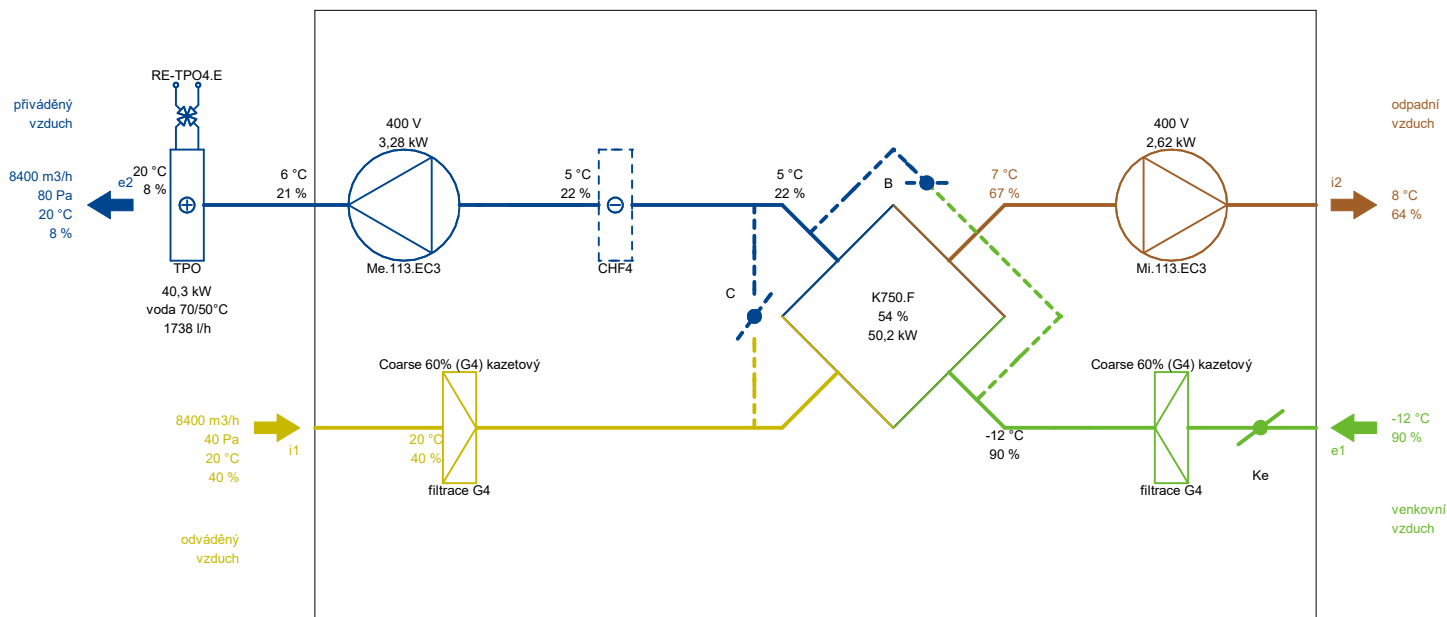
Zimní provoz

e1 - venkovní vzduch (ODA)

e2 - přiváděný vzduch (SUP)

i1 - odváděný vzduch (ETA)

i2 - odpadní vzduch (EHA)



Poznámka: Schématické znázornění funkcí jednotky. Umístění vstupů a výstupů nemusí přesně souhlasit se skutečným provedením a konfigurací hrdel.

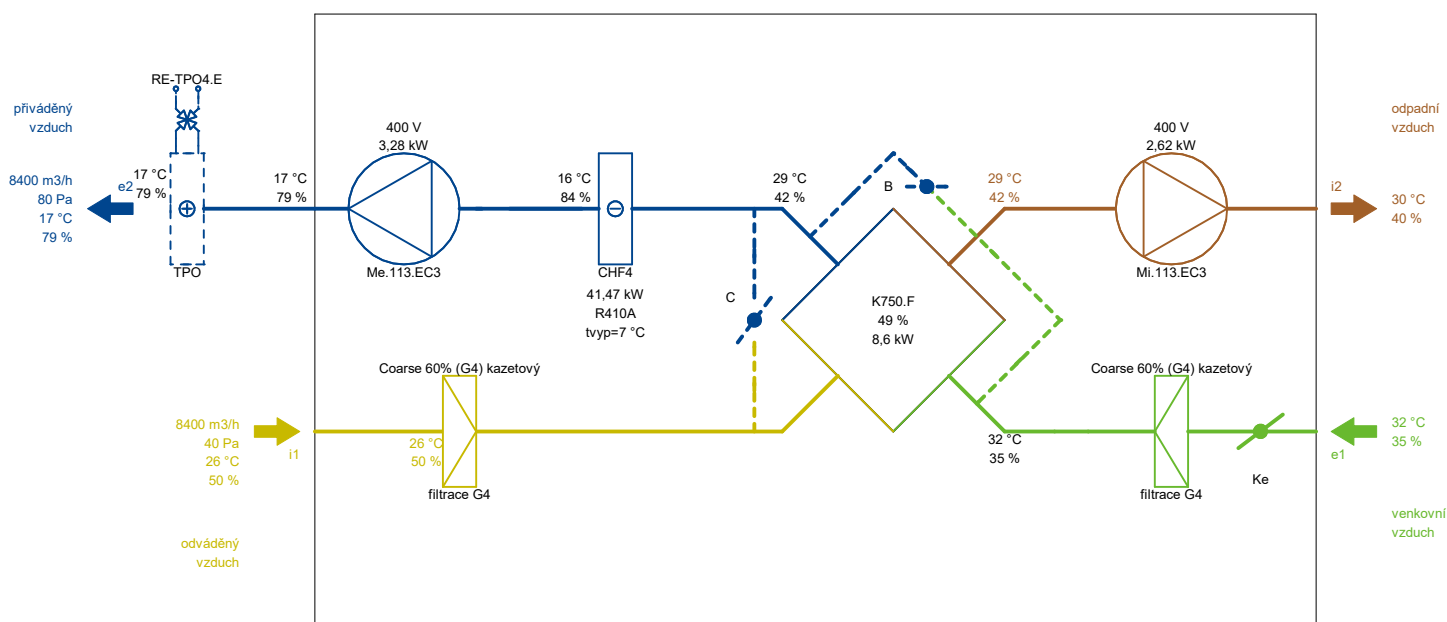
Letní provoz

e1 - venkovní vzduch (ODA)

e2 - přiváděný vzduch (SUP)

i1 - odváděný vzduch (ETA)

i2 - odpadní vzduch (EHA)



Poznámka: Schématické znázornění funkcí jednotky. Umístění vstupů a výstupů nemusí přesně souhlasit se skutečným provedením a konfigurací hrdel.



Požadavky na stavbu pro instalaci jednotky

strana 13 / 14

Nabídka č.:

Akce: Energeticky úsporná budova pro vdělávání

Pozice: Jednotka 2

Jednotka **DUPLEX 10100 Basic-N** Specifikace:

DUPLEX 10100 Basic-N / 3/8 - Me.113.EC3 - Mi.113.EC3 - K750.F - Fe.K4 - Fi.K4 - B.LM24A - C.LM24A-SR - CHF.4.S - Ke.LF24-SR - H.500/700 - He1.KZ - Hi2.500/700 - FT - HINGLESS-RD5 - RD4-IO - SW - CM.i.s - CPTOUCH.B.Wh - ADS 120 + TPO 10000.3 / 500x700 / 500x700 - .LM24A-SR

Elektro

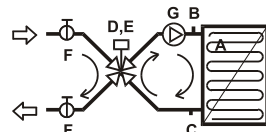
Napětí	400 V
Proud	16,8 A
Doporučené odjištění	3x 20A (char. C)
Typ a dimenze kabelů	viz schéma el. zapojení

Vytápění

Samostatný vodní ohřívač
Topné médium
Topný výkon
Teplotní spád topného média
Průtok média (ze zdroje)
Tlaková ztráta média
Připojovací rozměr (regulační uzel)
Hmotnost

voda
40,33 kW
70 / 50 °C
1738 l/h
0,99 kPa *)
5/4" vnitřní
cca 88 kg

Příslušenství (součástí dodávky)



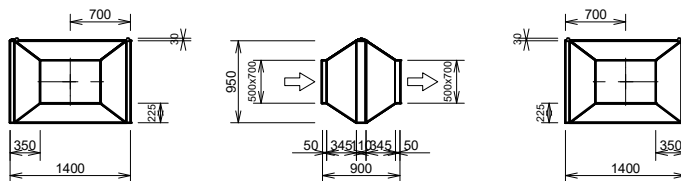
A	protimrazový termostat	016-H6929-109 - 6m	2)
B	odvzdušňovací ventil	automatický	2)
C	odkalovací ventil	zátka	2)
Regulační uzel: RE-TPO4.E.LM24A-SR			
D	směšovací ventil	IVAR.MIX4, Kv 12, 1"	1)
E	servopohon	LM24A-SR	1)
F	kulový ventil	5/4" vnitřní	1)
G	čerpadlo	WILO YONOS PARA RS 20/ 6- RKC	1)

1 - dodáváno samostatně

2 - osazeno a připojeno

*) Tlaková ztráta výměníku je pokryta regulačním uzlem RE-TPO4.E.

Upozornění: Délka propojovacího potrubí mezi vodním ohřívačem a samostatně dodávaným směšovacím uzlem RE-TPO4.E nesmí překročit 3 m !



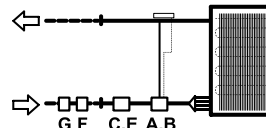
Hmotnost: cca 88 kg

Chlazení (přímý chladič)

Typ chladiva
Vypařovací teplota
Venkovní teplota
Chladicí výkon
Požadovaná min. venkovní teplota

R410A
7 °C
32 °C
41,47 kW
10 °C

Příslušenství



A	expanzní ventil	3)
B	tryska	3)
C	magnetický ventil	3)
E	cívka	3)
F	průhledítko	3)
G	dehydrátor	3)

3 - není součástí dodávky

Zdravotní technika

Odvod kondenzátu počet
Odvod kondenzátu průměr potrubí
Tvorba kondenzátu (letní)
Tvorba kondenzátu (zimní)

2
DN 31/40
10,4 l/h
17,1 l/h

Umístění odvodů kondenzátu viz rozměrový náčrsek se sifonem, vyhříváný (v sektoru i2)



Požadavky na stavbu pro instalaci jednotky

strana 14 / 14

Nabídka č.:

Akce: Energeticky úsporná budova pro vdělávání

Pozice: Jednotka 2

Jednotka **DUPLEX 10100 Basic-N** Specifikace:

DUPLEX 10100 Basic-N / 3/8 - Me.113.EC3 - Mi.113.EC3 - K750.F - Fe.K4 - Fi.K4 - B.LM24A - C.LM24A-SR - CHF.4.S - Ke.LF24-SR - H.500/700 - He1.KZ - Hi2.500/700 - FT - HINGLESS-RD5 - RD4-IO - SW - CM.i.s - CPTOUCH.B.Wh - ADS 120 + TPO 10000.3 / 500x700 / 500x700 - .LM24A-SR

Stavba

Rozměry jednotky

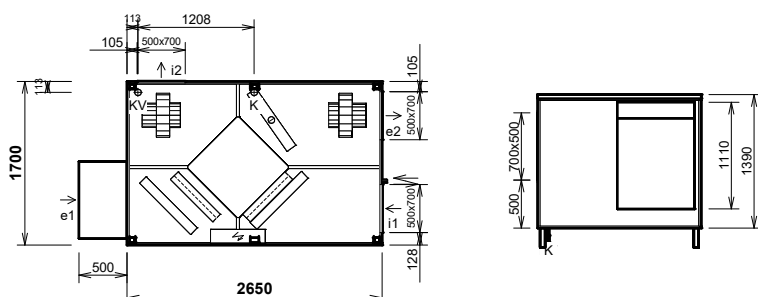
délka	2650 mm
výška (bez podstavných noh)	1390 mm
hloubka	1700 mm

Hmotnost

cca 723 kg

Rozměrový náčrtek:

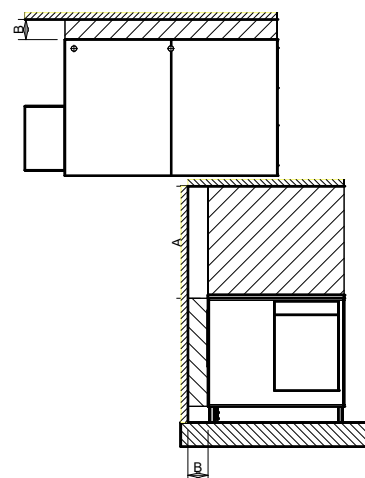
Provedení **3/8** nástřešní ležaté pohled shora (ze strany dveří)



hrdlo	druh	rozměr	příslušenství
e1	e1 - venkovní vzduch (ODA)		uzavírací klapka, eliminátor kapek
e2	e2 - přiváděný vzduch (SUP)	500 x 700 mm	4x závit M6 pro přírubu 20 mm
i1	i1 - odváděný vzduch (ETA)	500 x 700 mm	4x závit M6 pro přírubu 20 mm
i2	i2 - odpadní vzduch (EHA)	500 x 700 mm	4x závit M6 pro přírubu 20 mm
K	výstup kondenzátu	Ø 31/40 mm	sífon
KV	výstup kondenzátu vyhřívaný	Ø 31/40 mm	sífon
TPO	Vodní ohřivač	5/4" vnitřní	připojovací rozměr - regulační uzel
CHF	Přímý chladič	22, 0 / 34, 9 mm (- / 1 3/8")	připojovací rozměr - výměník

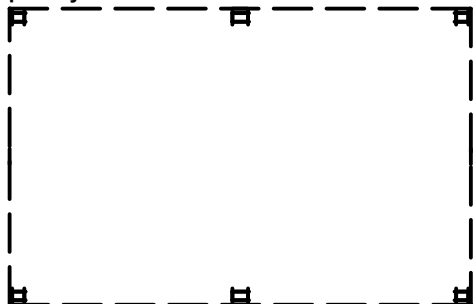
Manipulační prostor

- dveře bez pantů



A	otvírání dveří	min. 1400 mm
B	vývody výměníku	min. 250 mm

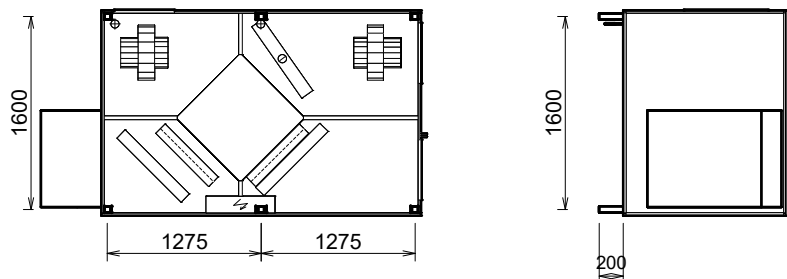
Prostupy střešou - půdorys



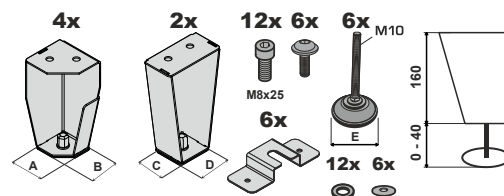
Poznámka: Schéma zobrazuje rozměry a odstupy prostupů střešou pro připojovací hrdla. Rozměry a umístění připojovacích hrdel jsou uvedeny v rozměrovém náčrtu jednotky.

Podstavné nohy - počet: 6 ks

Podstavné nohy - rozteč: viz rozměrový náčrtek



Detail kotvení jednotky ke střešní konstrukci



A [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	E [mm]
50	50	50	54	ø 55

Závěr

Zpracoval jsem projektovou dokumentaci ve stupni pro stavební povolení energeticky úsporné budovy pro vzdělání a navrhl jsem koncepčně technické prostředí stavby. Dle zpracovaného průkazu energetické náročnosti budovy objekt spadá do kategorie A, jako mimořádně úsporný.

V třetí části jsem provedl posouzení výroby elektrické energie z fotovoltaické elektrárny. Spotřeba elektrické energie a množství teoretických skleníkových plynů a znečišťujících látek, spojené s výrobou elektrické energie, by se navrhovanou FVE snížili dle mých výpočtů o více jak 50 %. Vzhled k vývoji cen energií na trhu v době, kdy jsem diplomovou práci zpracovával mi posuzovaná fotovoltaická elektrárna vyšla s krátkou dobou návratnosti do několika let, a proto jsem tuto investici zhodnotil jako výhodnou.

Seznam použitých zdrojů

Normy, vyhlášky a zákony

Stavební zákon 183/2006 Sb. ve znění pozdějších předpisů a vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby ve znění vyhl. č. 20/2012 Sb.

Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb ve znění pozdějších předpisů

Vyhláška č. 264/2020 Sb. o energetické náročnosti budov.

Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací se změnami: č. 217/2016 Sb., 241/2018 Sb.

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

ČSN 73 0532:2020 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky.

ČSN 73 0540-1, 3, 4:2005, ČSN 73 0540-2:2011 + Z1:2012 Tepelná ochrana budov

ČSN EN 17 037 Denní osvětlení budov:2019

ČSN 73 0580-1: 2007 Denní osvětlení budov – část 1: Základní požadavky + Z3:2019

ČSN 73 0580-2: 2007 Denní osvětlení budov – část 2: Denní osvětlení obytných budov + Z1:2019

ČSN 73 0810 – PBS – Společná ustanovení

ČSN 73 0802 – PBS – Nevýrobní objekty

ČSN 73 0818 – PBS – Obsazení objektu osobami

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

Literatura

REMEŠ, Josef. Stavební příručka: to nejdůležitější z norem, vyhlášek a zákonů. 2., aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2014. Stavitel. ISBN 978-80-247-5142-9.

BENEŠ, Petr, Markéta SEDLÁKOVÁ, Marie RUSINOVÁ, Romana BENEŠOVÁ a Táňa ŠVECOVÁ. Požární bezpečnost staveb: modul M01 : požární bezpečnost staveb. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2016. Studijní opory pro studijní programy s kombinovanou formou studia. ISBN 978-80-7204-943-1.

ZOUFAL, Roman. Hodnoty požární odolnosti stavebních konstrukcí podle Eurokódu. Praha: Pavus, 2009. ISBN 978-80-904481-0-0.

Internetové zdroje

- [1] Cetetherm - Cetetherm [online]. Copyright ©v [cit. 14.01.2022]. Dostupné z:
<https://www.cetetherm.com/download/18.39f077dc16c43097ebb1cc4a/1569594902302/AquaTankSS%201909.pdf>
- [2] Cetetherm - Cetetherm [online]. Copyright © [cit. 14.01.2022]. Dostupné z:
<https://www.cetetherm.com/download/18.61db2662168dd5cfacd87f2/1550237185639/MaxiSpecialCom%201901.pdf>
- [3] Elektrodesign [online]. Copyright © ELEKTRODESIGN ventil [cit. 14.01.2022]. Dostupné z:
<https://www.elektrodesign.cz/web/cs/product/dre-c-100-kruhovy-anemostat-s-nastavitelnym-kuzelem>
- [4] Elektrodesign [online]. Copyright © ELEKTRODESIGN ventil [cit. 14.01.2022]. Dostupné z:
<https://www.elektrodesign.cz/web/cs/product/dfr-a-500x24-s-virivy-anemostat>
- [5] Daikin [online]. Copyright © 2018 Adobe Systems, Inc. [cit. 14.01.2022]. Dostupné z: <https://www.daikin.cz/content/dam/dace-cz/Katalogy/Katalog%20v%C3%BDrobk%C5%AF%20VRV.pdf>
- [6] SUNPOWER SPR-MAX2-360-COM | SOLSOL. Velkoobchodní prodej solárních panelů a střídačů | SolSol s.r.o. [online]. Dostupné z: <https://www.solsol.cz/sunpower-spr-max2-360-com>
- [7] Dešťovénádrže.cz | Akumulační nádrže na dešťovou vodu [online]. Copyright © [cit. 14.01.2022]. Dostupné z:
<https://www.destovenadrze.cz/images/navody/montazni-navod-aquastay.pdf>
- [8] Dodavatel biodynamického osvětlení Spectrasol.cz [online]. Copyright © [cit. 14.01.2022]. Dostupné z: https://www.spectrasol.cz/wp-content/uploads/2021/09/produkt-list_mikado.pdf
- [9] LED panel podhledový LED/12W | Svět svítidel. Svítidla a osvětlení – Svět svítidel [online]. Copyright © 1994 [cit. 14.01.2022]. Dostupné z: <https://www.svet-svitidel.cz/nedes-lpl223-led-panel-podhledovy-led-12w/>
- [10] Dodavatel biodynamického osvětlení Spectrasol.cz [online]. Copyright © [cit. 14.01.2022]. Dostupné z: https://www.spectrasol.cz/wp-content/uploads/2021/09/produkt-list-panel_600x600.pdf

Seznam použitých zkratk

ŽB	Železobeton
IČ	Identifikační číslo
Parc. č.	Parcelní číslo
K. ú.	Katastrální území
LED	Light emitting diode
BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
ČSN, ČSN EN	Normy
MVČR	Ministerstvo vnitra České republiky
MMRČR	Ministerstvo pro místní rozvoj České republiky
ETICS	External thermal insulation composite system
VZT	Vzduchotechnika
TI	Tepelná izolace
FVE	Fotovoltaická elektrárna
PENB	Průkaz energetické náročnosti budovy
SZTE	Soustava zásobování tepelnou energií
OZE	Obnovitelné zdroje energie
CZT	Centrální zásobování teplem
EE	Elektrická energie
TZB	Technická zařízení budov
NN	Nízké napětí
VT	Vysoký tarif
TOEL	Topný olej
DPH	Daň z přidané hodnoty
NPV	Čistá současná hodnota
IRR	Vnitřní výnosové procento
TV	Teplá voda

SEZNAM PŘÍLOH

SLOŽKA Č.1 – Architektonicko-stavební řešení

Obsah:

Č.	NÁZEV VÝKRESU	MĚŘÍTKO
C.1	Situační výkres širších vztahů	-
C.2	Koordinační situační výkres	1:250
D.1.1.1	Půdorys 1.PP	1:50
D.1.1.2	Půdorys 1.NP	1:50
D.1.1.3	Půdorys 2.NP	1:50
D.1.1.4	Půdorys ploché střechy	1:50
D.1.1.5	Řez objektem A-A´	1:50
D.1.1.6	Jižní a západní pohled	1:50
D.1.1.7	Severní a východní pohled	1:50
D.1.2.1	Půdorys základů	1:50
D.1.2.2	Výkres uložení stropních dílců nad 1.NP	1:50
D.1.3.1	Půdorys 1.PP PBŘ	1:100
D.1.3.2	Půdorys 1.NP PBŘ	1:100
D.1.3.3	Půdorys 2.NP PBŘ	1:100
D.1.3.4	Situace PBŘ	1:100

SLOŽKA Č.2 – Technika prostředí stavby

Obsah:

Č.	NÁZEV VÝKRESU	MĚŘÍTKO
D.1.4.1	Globální schéma zapojení	-
D.1.4.2.a	Půdorys 1.NP – Schéma VZT a Chlazení	1:100
D.1.4.2.b	Půdorys 2.NP – Schéma VZT a Chlazení	1:100
D.1.4.3.	Půdorys 2.NP – Schéma OSV	1:100
D.1.4.4.	Schéma technické místnosti	1:100