



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 RODINNÉHO DOMU V ŠUMPERKU

ENERGY EFFICIENT BUILDING OF A FAMILY HOUSE IN ŠUMPERK

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Klára Máchová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Petr Blasinski, Ph.D.

BRNO 2024

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav technických zařízení budov
Studentka: **Klára Máchová**
Vedoucí práce: **Ing. Petr Blasinski, Ph.D.**
Akademický rok: 2023/24
Studijní program: B0732A260003 Environmentálně vyspělé budovy

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

Energeticky úsporná budova rodinného domu v Šumperku

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Zpracování určené části projektové dokumentace zadané energeticky pasivní budovy rodinného domu ve stupni pro vydání stavebního povolení. Bakalářská práce bude povinně obsahovat dvě části: část architektonicko-stavební řešení (podíl 50 %) a část technika prostředí staveb (podíl 50 %).

Cíle a výstupy bakalářské práce:

Návrh dispozičního řešení, vhodné konstrukční soustavy a nosného systému zadané budovy na základě zvolených materiálů a konstrukčních prvků a vyřešení osazení budovy do terénu a návaznosti na okolní zástavbu. Návrh koncepčního řešení technických systémů budovy a klasifikace její energetické náročnosti. Jednotlivé části práce budou obsahovat:

(I) Část architektonicko-stavební řešení (podíl 50 %): průvodní zpráva, souhrnná technická zpráva, koordinační situace (1:200), požárně bezpečnostní řešení stavby a výkresy (1:50) základů, půdorysů podlaží, konstrukce zastřešení, svislých řezů a technických pohledů, sestavy dílců, popř. výkres tvaru stropní konstrukce vybraného podlaží. Součástí této části práce bude dále stavebně fyzikální posouzení budovy i jednotlivých konstrukcí.

(II) Část technika prostředí staveb (podíl 50 %): koncepční studie relevantních systémů technického zařízení budovy s vazbou na výrobu a užití energie a hospodaření s vodou. Součástí této části práce bude průkaz energetické náročnosti budovy a prováděcí projekt vybraného systému technického zařízení budovy.

Seznam doporučené literatury a podklady:

(1) Platné právní předpisy, zejména Stavební zákon č. 183/2006 Sb., Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií a další předpisy související s tématem práce

(2) Platné technické národní předpisy a normy ČSN, ČSN EN ISO

(3) Katalogy stavebních materiálů, konstrukčních systémů, stavebních výrobků;

(4) Odborná literatura

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 10. 11. 2023

L. S.

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
vedoucí ústavu

Ing. Petr Blasinski, Ph.D.
vedoucí práce

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

ABSTRAKT

Cílem této bakalářské práce je návrh dvoupodlažního rodinného domu pro čtyřčlennou rodinu. Parcela se nachází v nové moderní zástavbě na okraji města Šumperk. Práce se zaměřuje na optimální stavební využití svažitého pozemku a dosažení co nejnižší energetické náročnosti budovy.

Hlavní vstup do objektu se nachází v 1.NP na severozápadní straně domu. Zádveří navazuje na schodišťovou halu, ze které jsou přístupné místnosti 1.NP – pokoj pro hosty, koupelna, společenská místnost s domácím wellness, technická místnost a garáž. Levá část 2.NP je tvořená velkým obývacím pokojem s kuchyní a přístupem na terasu, v pravé klidové části podlaží se nachází samostatné wc, ložnice s privátní šatnou a koupelnou, dva dětské pokoje a koupelna s přístupem na zahradu.

Objekt je navržen jako stěnový systém z pórobetonových a vápenopískových bloků zateplených šedým polystyrenem. Stropní konstrukce budou řešeny jako železobetonové monolitické desky. Střecha je plochá s vegetačním souvrstvím, které akumuluje značnou část srážkových vod. Přebytky vody budou svedeny do podzemní akumulací nádrže a využity na zalévání záhonů a trávníku.

Jako zdroj tepla a chladu bylo navrženo tepelné čerpadlo vzduch-voda s možností využití jako klimatizace v letním období. Sloužit bude pro vytápění, chlazení a přípravu teplé vody. Během dne bude částečně poháněno elektřinou z fotovoltaických panelů na střeše objektu. Práce obsahuje koncepční návrh vytápění, chlazení, ohřevu teplé vody, hospodaření se srážkovými vodami a prováděcí projekt nuceného větrání pomocí vzduchotechnické jednotky. Součástí práce je také průkaz energetické náročnosti budovy klasifikační třídy A.

KLÍČOVÁ SLOVA

Rodinný dům, dům ve svahu, pórobeton, vápenopísek, zelená střecha, TZB, PENB, vzduchotechnika

ABSTRACT

The aim of this bachelor's thesis is to design a modern two-storey single-family house that minimizes energy consumption. The site is located in a new development area in Šumperk. The focus of the work is on designing an earth-sheltered home for a family of four and maximizing the usage of a steep building site.

The first floor, accessible from the northwest, comprises service areas such as a garage, workroom, and utility room. On the east side of this floor, there is a bathroom, guest bedroom, and family room, which also serves as a home wellness area. The primary living area occupies the left part of the second floor and leads directly to the terrace. The right section of this floor is the rest zone, including a master bedroom with an en suite bathroom and a walk-in closet, two children's bedrooms, a bathroom, and a separate toilet.

The load-bearing walls consist of aerated concrete blocks and sand lime blocks insulated with EPS. The horizontal structures are designed from in-situ reinforced concrete, ensuring structural integrity. A flat green roof helps the building blend into its surroundings and accumulates a significant part of the rainwater. The remaining water is stored in an underground tank and is used for garden irrigation and watering plants.

The main source for heating, cooling, and hot water preparation is an air-to-water heat pump. During the day, it is partly powered by photovoltaic panels on the roof and remains connected to the grid. Building services include underfloor heating, cooling via a fan coil system, and mechanical ventilation with heat recovery (MVHR). The energy performance certificate, categorized as A, is part of the documentation.

KEYWORDS

Single family home, building on a slope, aerated concrete, sand lime, green roof, building services, energy certificate, MVHR

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

MÁCHOVÁ, Klára. *Energeticky úsporná budova rodinného domu v Šumperku*. Brno, 2024. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí Ing. Petr Blasinski, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané práce s názvem *Energeticky úsporná budova rodinného domu v Šumperku* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 24. 5. 2024

Klára Máchová

autor

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Energeticky úsporná budova rodinného domu v Šumperku* zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 24. 5. 2024

Klára Máchová

autor

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Petru Blasinskému, Ph.D. a konzultantovi z Ústavu pozemního stavitelství panu Ing. Janu Müllerovi za trpělivost, rady a vstřícnost při konzultacích této práce. Poděkování patří rovněž mé rodině za dlouholetou podporu v průběhu celého studia.

OBSAH

Úvod.....	15
1 Charakteristika lokality.....	16
2 Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení.....	16
3 Navrhované kapacity stavby	17
4 Architektonické a tvarové řešení.....	17
5 Dispoziční a provozní řešení.....	17
6 Bezbariérové užívání stavby	17
7 Konstrukční a materiálové řešení.....	18
7.1 Základové konstrukce.....	18
7.2 Obvodové konstrukce	18
7.3 Vnitřní konstrukce	18
7.4 Vodorovné konstrukce	18
7.5 Střešní konstrukce	18
7.6 Schodiště a zábradlí	18
7.7 Klempířské a zámečnické výrobky.....	19
7.8 Podlaha na zemině	19
7.9 Výplně otvorů.....	19
7.10 Hydroizolace.....	20
7.11 Tepelné a akustické izolace	20
8 Stavební tepelná technika	20
9 Stavební akustika a ochrana před hlukem	25
10 Denní osvětlení a proslunění	26
11 Energetická náročnost budovy.....	27
12 Zdravotně technické instalace.....	28
13 Vytápění a ohřev teplé vody	29
14 Chlazení.....	30
15 Větrání.....	31
16 Umělé osvětlení	33
17 Elektroinstalace	33
18 Požárně bezpečnostní řešení	34

19 Vliv stavby na okolí.....	35
20 Dopravní řešení	35
21 Terénní úpravy a řešení vegetace.....	35
22 Orientační náklady stavby.....	36
Závěr.....	37
Seznam použitých zdrojů	38
Seznam obrázků a tabulek	41
Seznam použitých zkratk a symbolů	42
Seznam příloh	45

Úvod

Energetická udržitelnost a efektivita jsou klíčovými aspekty moderní výstavby. Dosáhnout na vlastní bydlení dnes není jednoduchou ani levnou záležitostí, a proto je třeba přemýšlet o stavbě v kontextu dlouhodobého časového horizontu.

Cílem mé bakalářské práce je navrhnout řešení novostavby rodinného domu v obci Šumperk, které splní všechny legislativní požadavky a zajistí příjemné vnitřní prostředí pro budoucí uživatele. Práce se zaměřuje na optimální stavební využití svažitého pozemku a dosažení co nejnižší energetické náročnosti budovy. Důraz je kladen především na správnou orientaci ke světovým stranám, použití kvalitních konstrukcí a vhodných systémů technického zabezpečení budovy.

Práce je členěna na dvě hlavní oblasti. V části architektonicko-stavebního řešení je zpracována dokumentace stavby pro stavební povolení, včetně stavebně-fyzikálního posouzení a řešení požární bezpečnosti. Druhá oblast se zabývá koncepčním řešením systémů technického zařízení budovy a detailním návrhem vzduchotechniky. Součástí práce je také průkaz energetické náročnosti budovy.

1 Charakteristika lokality

Řešené území se nachází v Olomouckém kraji v obci Šumperk, v katastrálním území Dolní Temenice. Šumperk je historické město ležící v kotlině obklopené pohořím Hrubý Jeseník, díky čemuž je často nazýván „brána Jeseníků“. Vedle dobře zachovaného historického jádra je dnes město tvořeno řadou moderních okolních zástaveb.

Stavební záměr se nachází v klidné lokalitě na okraji města na parcele č. 111/11. Stejně jako okolní parcely je uvažovaný pozemek poměrně rozlehlý a svahovaný směrem k jihozápadu. Lokalita je obklopená loukami a lesem, a nabízí tak skvělou možnost pro rodinné bydlení v těsném spojení s přírodou. K domům vede pouze místní obslužná komunikace. Okolní stavby jsou podobného moderního architektonického rázu jako navrhovaný objekt, který respektuje veškeré požadavky územního plánu.

Tabulka 1 Seznam pozemků dle katastru nemovitostí, na kterých se stavba provádí

Katastrální území Dolní Temenice [76442]			
parcels	vlastnické právo	druh pozemku	výměra [m ²]
p.č. 111/11	Klára Máchová	orná půda	1157
p.č. 222/22	Město Šumperk	ostatní plocha	5049

Tabulka 2 Seznam sousedních parcel dle katastru nemovitostí

Katastrální území Dolní Temenice [76442]	
parcels	vlastnické právo
p.č. 333/33	Ondřej Bartoň, Rooseveltova 10, 790 01 Jeseník
p.č. 444/44	Zuzana Tišlerová, Podolecká 126, 794 71 Benátky nad Jizerou

2 Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení

Stavební objekty

SO 01 – Novostavba rodinného domu

SO 02 – Přístřešek na popelnice

SO 03 – Zpevněné plochy

SO 04 – Venkovní schodiště

SO 05 – Nezpevněné plochy

Inženýrské objekty

IO 01 – Řešení jednotné kanalizace

IO 02 – Řešení vodovodního potrubí

IO 03 – Řešení silového vedení NN

IO 04 – Řešení dešťové kanalizace včetně akumulční nádrže a vsakovacího zařízení

Technologické objekty

TO 01 – Venkovní jednotka tepelného čerpadla

TO 02 – Fotovoltaické panely na střeše objektu

3 Navrhované kapacity stavby

Plocha parcely:	1157 m ²
Zastavěná plocha:	204,4 m ²
Zpevněné plochy:	182,3 m ²
Užitná plocha:	394,0 m ²
Obestavěný prostor:	1317,8 m ³
Počet bytů:	1
Počet podlaží:	2
Projektovaná kapacita:	4 osoby

4 Architektonické a tvarové řešení

Rodinný dům je koncipován jako samostatně stojící izolovaný objekt o maximálních rozměrech 14,6 x 14 m, částečně zasazený do svahu. Vstup do objektu je zastřešen přesahem druhého podlaží. Střecha je plochá s extenzivním vegetačním souvrstvím. Fasádní nátěr je bílé barvy, okna jsou vysoká dřevěná v přírodní barvě smrku.

5 Dispoziční a provozní řešení

Jedná se o rodinný dům s jedním bytem. Disponuje čtyřmi ložnicemi, třemi koupelnami, velkým obytným prostorem tvořeným obývacím pokojem a kuchyní, a domácím wellness ve spodním patře. Garáž a dílna jsou rovněž součástí objektu. Hlavní vstup do objektu se nachází v 1.NP na severozápadní straně domu. Zádveří navazuje na schodišťovou halu, ze které jsou přístupné místnosti 1.NP – pokoj pro hosty, koupelna, společenská místnost s domácím wellness, technická místnost a garáž. Levá část 2.NP je tvořená velkým obývacím pokojem s kuchyní a přístupem na terasu, v pravé klidové části podlaží se nachází samostatné wc, ložnice s privátní šatnou a koupelnou, dva dětské pokoje a koupelna s přístupem na zahradu.

6 Bezbariérové užívání stavby

Investor nepožaduje bezbariérové řešení objektu, dům není určen pro osoby s omezenou schopností pohybu a orientace. V případě potřeby je možné využívat k bydlení pouze spodní patro objektu, které je plně vybaveno veškerými potřebnými instalacemi.

7 Konstrukční a materiálové řešení

7.1 Základové konstrukce

Základové konstrukce jsou navrženy jako základové pasy šířky 500 mm z prostého betonu C25/30 a vylévací tvárnice tloušťky 300 mm z vyztuženého betonu C 25/30. Podkladní beton s vloženou sítí KARI (oka 100/100/8 mm) bude zhotoven v tloušťce 150 mm.

7.2 Obvodové konstrukce

Obvodové nosné zdi na styku se vzduchem jsou tvořeny pórobetonovými tvárnicemi tloušťky 300 mm (*referenční výrobek Ytong Universal 300*) a doplněny o tepelnou izolaci o tloušťce 200 mm (*referenční výrobek Isover EPS GreyWall*). V místě svahu budou použity jako nosné prvky vápenopískové tvárnice tloušťky 300 mm (*referenční výrobek Silka KSRP 300*). Zateplení v kontaktu se zemí bude provedeno pomocí izolace EPS SOKL o tloušťce 200 mm.

7.3 Vnitřní konstrukce

Vnitřní nosné stěny jsou navrženy z vápenopískových tvárníc tloušťky 300 mm (*referenční výrobek Silka KSRP 300*). Vnitřní nenosné stěny jsou z pórobetonových tvárníc o tloušťce 150 mm (*referenční výrobek Ytong Klasik 150*) a vápenopískových tvárníc tloušťky 150 mm (*referenční výrobek Silka KSRP 150*).

7.4 Vodorovné konstrukce

Stropní konstrukce nad 1.NP bude tvořena železobetonovou monolitickou deskou tloušťky 200 mm. Beton C25/30 s výztuží ze sítí KARI (150/150/8), ocel B500B. Výztuž musí být v rozích a koncích vzájemně provázána dle standardních konstrukčních zásad.

7.5 Střešní konstrukce

Střešní konstrukce je tvořena železobetonovou monolitickou deskou tloušťky 200 mm. Beton C25/30 s výztuží ze sítí KARI (150/150/8), ocel B500B, spádovými klíny z EPS o min. tl. 50 mm, tepelnou izolací EPS o tl. 300 mm a skladbou extenzivní vegetační střechy.

7.6 Schodiště a zábradlí

Vnitřní schodiště je navrženo jako dřevěné schodnicové o průchozí šířce 1000 mm. Sestává z 18 stupňů o šířce 250 mm a výšce 169 mm. Pro ochranu proti přenosu vibrací a kročejového hluku jsou využity prvky systému Schöck Tronsole. Schodiště bude dodáno jako jeden výrobek včetně zábradlí o výšce 1000 mm. V 2.NP bude zábradlí kotveno z boku do stropní konstrukce. Pro překonání různých výškových úrovní vně objektu jsou navržena monolitická betonová schodiště o šířce 900 a 1200 mm s podestou délky 2350 mm. Jsou tvořena 17 stupni o šířce 250 mm a výšce 180 mm.

7.7 Klempířské a zámečnické výrobky

Oplechování atiky bude provedeno z poplastovaných plechů černé barvy. Vnější parapety jsou navrženy z lakovaných pozinkovaných plechů opatřených antikorozií ochranou. Detailní výpis klempířských výrobků není součástí práce.

7.8 Podlaha na zemině

Podlaha na zemině je zateplena 180 mm tepelné izolace EPS Grey. Nášlapnou vrstvu ve většině místností tvoří lepená vinylová podlaha. V místnostech s větší vlhkostní zátěží bude použit certifikovaný systém výrobce zajišťující ochranu před zatečením vody do spár. V garáži a dílně bude jako nášlapná vrstva sloužit epoxidová stěrka. Bližší informace o jednotlivých skladbách podlahy viz. A.4.3.1 Výpis skladeb konstrukcí. Podlahy jsou ve všech místnostech akusticky izolovány dilatačními pásky Mirelon pro zabránění šíření kročejového hluku.

7.9 Výplně otvorů

Okna v objektu jsou dřevěná s izolačním trojsklem a rámem v přírodní barvě (referenční výrobek Slavona Progression), $U_f = 0,76 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$, $g = 0,53$ (severovýchodní a severozápadní výplně) / $U_g = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$, $g = 0,63$ (jihovýchodní a jihozápadní výplně). Pro zajištění maximálního přirozeného osvětlení jsou všechna okna v obytných místnostech řešena jako francouzská o výšce 2400 mm. Stínění bude provedeno v podobě exteriérových žaluzií schovaných v kastlíku v zateplení fasády. Venkovní vchodové dveře budou dřevěné, částečně prosklené v přírodní barvě, $U_d = 0,69 \text{ W/m}^2\text{K}$. Vnitřní dveře budou dřevěné v obložkových zárubních o výšce 2020 mm. V zádveří, obývacím pokoji, šatně a koupelně rodičů jsou použity posuvné dveře s akustickým pouzdrům ve zdi.

Tabulka 3 Tabulka výpočtu součinitele prostupu tepla okenních otvorů

okno	Aw [m2]	Ag [m2]	Af [m2]	Ug [W/m2K]	Uf [W/m2K]	lg [m]	ψg [W/mK]	Uw [W/m2K]	% zasklení	g [-]
O1-5	2,400	1,820	0,580	0,6	0,76	6,080	0,026	0,705	76	0,63
O6-7	2,400	1,820	0,580	0,5	0,76	6,080	0,026	0,629	76	0,53
O8-10	4,800	3,681	1,119	0,6	0,76	12,196	0,026	0,703	77	0,63
O11	4,800	3,578	1,222	0,6	0,87	11,948	0,026	0,733	75	0,63
O12	8,400	7,011	1,389	0,6	0,76	15,196	0,026	0,673	83	0,63
O13	7,200	5,736	1,464	0,5	0,87	13,948	0,026	0,626	80	0,53
O14	3,000	2,402	0,598	0,5	0,76	6,280	0,026	0,606	80	0,53
O15-16	1,000	0,582	0,418	0,5	0,76	4,280	0,026	0,720	58	0,53

7.10 Hydroizolace

Hydroizolace spodní stavby je tvořena dvěma vrstvami SBS modifikovaných asfaltových pásů s výztužnou vložkou ze skelné tkaniny zajišťující ochranu proti radonu z podloží. Hydroizolace bude vytažena alespoň 300 mm nad úroveň přilehlého terénu a natavena k obvodovému zdivu. Území spadá do 3. kategorie radonového indexu – vysoký. Spodní stavba bude doplněna o protiradonový systém perforovaných drenážních trubek s vyústěním nad střechu objektu. Střecha bude proti vodě chráněna rovněž asfaltovými pásy vytaženými až k železobetonovému atikovému věnci. Pod vegetačním souvrstvím bude umístěna TPO folie vytažená až na horní hranu atiky. Bližší informace viz. stavební výkresy a detaily v příloze A.4 Architektonicko-stavební řešení.

7.11 Tepelné a akustické izolace

Fasádní tepelná izolace bude provedena z šedého polystyrenu o tloušťce 200 mm (*referenční výrobek Isover EPS GreyWall*). V místě kontaktu se zemínou bude zateplení řešeno pomocí izolace *EPS SOKL* o tloušťce 200 mm. Izolace střechy je zajištěna dvěma vrstvami polystyrenových desek o celkové tloušťce 300 mm. Spádová vrstva je rovněž tvořena tepelnou izolací o tloušťce 50 – 280 mm. Podlaha na zemině je zateplena tepelně izolačními deskami ze šedého polystyrenu v tloušťce 180 mm (*referenční výrobek Isover EPS Grey*). Jako akustická izolace v podlaze v 2.NP bude použita minerální vata v tloušťce 40 mm. Veškeré izolace jsou navrženy tak, aby konstrukce vyhověly tepelně technickým podmínkám ČSN 730540-2/Z1.

8 Stavební tepelná technika

Jednotlivé stavební konstrukce a stavební objekt jako celek byly posuzovány pomocí softwaru od společnosti DEK a.s. – Tepelná technika 1D a Energetika. Hodnoceny byly tyto parametry:

- nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce (teplotní faktor f_{Rsi})
- součinitel prostupu tepla konstrukcí U
- kondenzace vodní páry M_c
- pokles dotykové teploty $\Delta\theta_{10}$
- průměrný součinitel prostupu tepla U_{em}

Výsledky výpočtů jsou shrnuty v následujících tabulkách. Všechny vypočtené hodnoty vyhovují normovým požadavkům.

Tabulka 4 Nejnižší vnitřní povrchová teplota

Konstrukce		Teplotní faktor					
		ČSN 73 0540			ČSN EN ISO 13788		
Ozn.	Název	$f_{Rsi,N}$	f_{Rsi}	Hod.	$f_{Rsi,N}$	f_{Rsi}	Hod.
[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
STN-20	S1 Obvodová stěna, pórobeton	0,734	0,967	+	0,583	0,967	+
STN-21	S2a Obvodová stěna, vápenopísek	0,734	0,958	+	0,583	0,958	+
STN(z)-22	S2b Obvodová stěna, vápenopísek - k zemině	0,379	0,956	+	0,451	0,956	+
PDL(z)-23	P1 Podlaha na zemině, vinyl	0,379	0,961	+	0,451	0,961	+
PDL(z)-24	P2 Podlaha na zemině, epoxid	0,379	0,955	+	0,451	0,955	+
PDL-25	P4 Podlaha nad vchodem	0,734	0,967	+	0,583	0,967	+
STR-26	STR Plochá extenzivní zelená střecha	0,734	0,971	+	0,583	0,971	+

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

Tabulka 5 Součinitel prostupu tepla U

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)]	[-]
STN-20	S1 Obvodová stěna, pórobeton	0,30	0,25	0,132	x
STN-21	S2a Obvodová stěna, vápenopísek	0,30	0,25	0,171	x
STN(z)-22	S2b Obvodová stěna, vápenopísek - k zemině	0,45	0,30	0,177	x
PDL(z)-23	P1 Podlaha na zemině, vinyl	0,45	0,30	0,158	x
PDL(z)-24	P2 Podlaha na zemině, epoxid	0,85	0,60	0,184	x
PDL-25	P4 Podlaha nad vchodem	0,24	0,16	0,134	x
STR-26	STR Plochá extenzivní zelená střecha	0,24	0,16	0,118	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

Tabulka 6 Zkondenzované množství vodní páry v konstrukci

Konstrukce		Šíření vodní páry							
		ČSN 73 0540				ČSN EN ISO 13788			
Ozn.	Název	M _c	M _{c,N}	Hod.	Bil.	M _c	M _{c,N}	Hod.	Bil.
[-]	[-]	[kg/(m ² .a)]	[kg/(m ² .a)]	[-]	[-]	[kg/(m ² .a)]	[kg/(m ² .a)]	[-]	[-]
STN-20	S1 Obvodová stěna, pórobeton	0,040	0,100	+	+	0,000	0,100	+	+
STN-21	S2a Obvodová stěna, vápenopísek	0,036	0,100	+	+	0,000	0,100	+	+
STN(z)-22	S2b Obvodová stěna, vápenopísek - k zemině	-	0,100	+	+	0,000	0,100	+	+
STR-26	STR Plochá extenzivní zelená střecha	0,012	0,100	+	+	0,010	0,045	+	+

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.

Tabulka 7 Pokles dotykové teploty podlahy

Konstrukce		Pokles dotykové teploty		
		ČSN 73 0540-2		
Ozn.	Název	B	Δθ ₁₀	Kat.
[-]	[-]	[W.s ^{0,5} /(m ² .K)]	[°C]	[-]
PDL(z)-23	P1 Podlaha na zemině, vinyl	962,7	6,10	III.
PDL(z)-24	P2 Podlaha na zemině, epoxid	1 249,6	7,11	IV.
PDL-25	P4 Podlaha nad vchodem	964,4	6,10	III.

Tabulka 8 Měrná tepelná ztráta a průměrný součinitel prostupu tepla

KONSTRUKCE	HODNOCENÁ BUDOVA				REFERENČNÍ BUDOVA			
	A _i [m ²]	U [W/m ² K]	b _i [-]	H _{Tj} [W/K]	A _i [m ²]	U [W/m ² K]	b _i [-]	H _{Tj} [W/K]
S1 - obvodová stěna pórobeton	220,37	0,132	1,00	29,09	220,37	0,30	1,00	66,11
S2a - obvodová stěna vápenopísek	13,36	0,171	1,00	2,28	13,36	0,30	1,00	4,01
S2b - obvodová stěna vápenopísek k zemině	65,43	0,177	0,65	7,53	65,43	0,30	0,65	12,76
S3 - Sokl pórobeton	12,91	0,134	1,00	1,73	12,91	0,30	1,00	3,87
S4 - Sokl vápenopísek	1,20	0,175	1,00	0,21	1,20	0,30	1,00	0,36
STR - Plochá střecha	204,40	0,118	1,00	24,12	204,40	0,24	1,00	49,06
P1 - Podlaha na zemině	126,28	0,158	0,65	12,97	126,28	0,45	0,65	36,94
P2 - Podlaha na zemině garáž	63,28	0,184	0,34	3,96	63,28	0,45	0,34	9,68
P4 - Podlaha nad vchodem	14,84	0,134	1,00	1,99	14,84	0,45	1,00	6,68
O1-5 - okno 5ks	12,00	0,705	1,00	8,46	12,00	1,50	1,00	18,00
O6-7 - okno 2ks	4,80	0,629	1,00	3,02	4,80	1,50	1,00	7,20
O8-10 - okno 3ks	14,40	0,703	1,00	10,12	14,40	1,50	1,00	21,60
O11 - okno 1ks	4,80	0,733	1,00	3,52	4,80	1,50	1,00	7,20
O12 - okno 1ks	8,40	0,673	1,00	5,65	8,40	1,50	1,00	12,60
O13 - okno 1ks	7,20	0,626	1,00	4,51	7,20	1,50	1,00	10,80
O14 - okno 1ks	3,00	0,606	1,00	1,82	3,00	1,50	1,00	4,50
O15-16 - okno 2ks	1,00	0,720	1,00	0,72	1,00	1,50	1,00	1,50
D1 - dveře vstupní 1ks	2,10	0,690	1,00	1,45	2,10	1,70	1,00	3,57
D2 - dveře do garáže 1ks	2,10	0,670	1,00	1,41	2,10	1,70	1,00	3,57
D3 - garážová vrata 1ks	7,70	1,200	1,00	9,24	7,70	1,70	1,00	13,09
CELKEM	789,57			133,79	789,57			293,09
TEPELNÉ VAZBY H _{T,tb}	0,02			15,79	0,02			15,79
MĚR. ZTRÁTA PROST. TEPLA H _T				149,58				308,88
Klasifikační třída obálky budovy			U _{em} =	0,189			U _{em,rq} =	0,391
			Cl =	0,484			0,5 · U _{em,rq} =	0,196
				0,189 ≤ 0,196				Třída A - Velmi úsporná

Klasifikace dle ČSN 73 0540-2

$$U_{em,N} = 0,391 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{em} = 0,189 \text{ W/m}^2\text{K}$$

U_{em,N} > U_{em} ... Požadavek je splněn.

$$0,5 \cdot U_{em,rq} = 0,196 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$0,189 \leq 0,196$$

KLASIFIKAČNÍ TŘÍDA A – Velmi úsporná

Klasifikace dle Vyhlášky č. 264/2020 Sb.

Tabulka 9 Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy dle Vyhlášky

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	$U_{em,R,class}$	U_{em}	Klasifikační třída
	W/(m ² K)	W/(m ² K)	
Budova celkem	0,279	0,189	A

Klasifikační třídy	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	Slovní vyjádření klasifikační třídy
A	$U_{em} \leq 0,70 * U_{em,R,class}$	mimořádně úsporná
B	$0,70 * U_{em,R,class} < U_{em} \leq 0,90 * U_{em,R,class}$	velmi úsporná
C	$0,90 * U_{em,R,class} < U_{em} \leq 1,20 * U_{em,R,class}$	úsporná
D	$1,20 * U_{em,R,class} < U_{em} \leq 1,70 * U_{em,R,class}$	méně úsporná
E	$1,70 * U_{em,R,class} < U_{em} \leq 2,30 * U_{em,R,class}$	nehospodárná
F	$2,30 * U_{em,R,class} < U_{em} \leq 2,90 * U_{em,R,class}$	velmi nehospodárná
G	$U_{em} > 2,90 * U_{em,R,class}$	mimořádně nehospodárná

$$U_{em,R,class} = f_R \cdot U_{em,N} = 0,7 \cdot 0,391 = 0,279 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{em} = 0,189 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$U_{em,R,class} > U_{em}$... Požadavek je splněn.

$$0,7 \cdot U_{em,R,class} = 0,196 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$0,189 \leq 0,196$$

KLASIFIKAČNÍ TŘÍDA A – Mimořádně úsporná

9 Stavební akustika a ochrana před hlukem

Vlastní výpočet pro stanovení jednočíselných hodnot vzduchové a kročejové neprůzvučnosti navržených konstrukcí je proveden podle metodiky uvedené v normě ČSN EN 717 a ČSN 73 0532:2020. Hodnoceny byly konstrukce:

Tabulka 10 Zvukoizolační vlastnosti posuzovaných vnitřních konstrukcí

Konstrukce – typ, popis	Posuzovaný prostor	Vypočítané hodnoty (dB)		Požadavek ČSN 73 0532 (dB)	
		R'_{w}	$L'_{w,N}$	min. R'_{w}	max. L'_{w}
Nosná stěna z vápenopísku tl. 300 mm	Stěna mezi pokoji	54	-	40	-
Nenosná příčka z vápenopísku tl. 150 mm	Příčka mezi pokoji	49	-	40	-
Nenosná příčka z pórobetonu tl. 150 mm	Příčka mezi pokoji	41	-	40	-
ŽB strop nad 1.NP tl. 200 mm	Strop mezi podlažími	67,7	37,5	47	58

Stavební konstrukce splňují požadavky na vzduchovou i kročejovou neprůzvučnost. Svislé nosné konstrukce jsou zhotoveny z vápenopískových tvárnic, které mají optimální vlastnosti pro zajištění akusticky příjemného a ničím nerušeného prostředí v místnostech. Pro útlum kročejového hluku je ve vodorovných konstrukcích využita vrstva minerální vaty. Podlahy jsou ve všech místnostech rovněž akusticky izolovány dilatačními pásy Mirelon, které eliminují přenos vibrací.

V programu Hluk+ byla provedena hluková situace pro den i noc. Ve zvolených kritických bodech bylo posouzeno působení hluku z dopravy a průmyslu. Z porovnání vypočtených předpokládaných hladin akustického tlaku ve sledovaných bodech v chráněném venkovním prostoru stavby s hygienickými limity je zřejmé, že **v denní a noční době** je limit prokazatelně dodržen.



Obrázek 1 Hluková mapa pro denní dobu

10 Denní osvětlení a proslunění

Posouzení denního osvětlení a proslunění bylo provedeno pro všechny pobytové místnosti v rodinném domě v programu BuildingDesign, kde byly jednotlivé místnosti nasimulovány dle projektové dokumentace. Jedná se o tyto místnosti:

- 102 Pokoj pro hosty
- 202 Kuchyň + 203 Obývací pokoj
- 205 Ložnice
- 208 Dětský pokoj 1
- 209 Dětský pokoj 2

Činitel denní osvětlenosti se zjišťuje ve dvou kontrolních bodech v polovině hloubky místnosti, nejdále 3 metry od okna a 1 metr od bočních stěn. Požadovaná hodnota činitele denní osvětlenosti v každém z bodů je minimálně 0,7 %, průměrná hodnota z těchto bodů musí dosahovat alespoň 0,9 %.

Požadovaná doba proslunění k 1. březnu a 21. červnu je min. 90 minut. Minimální plocha okna je 1/10 plochy posuzované místnosti. Byt nebo rodinný dům je prosluněn, je-li součet podlahových ploch jeho prosluněných obytných místností roven nejméně 1/3 součtu podlahových ploch všech jeho obytných místností.

Přehled získaných výsledků je uveden v následující tabulce. Navržený rodinný dům splňuje požadavky na denní osvětlení i proslunění obytných místností.

Přehled výsledků

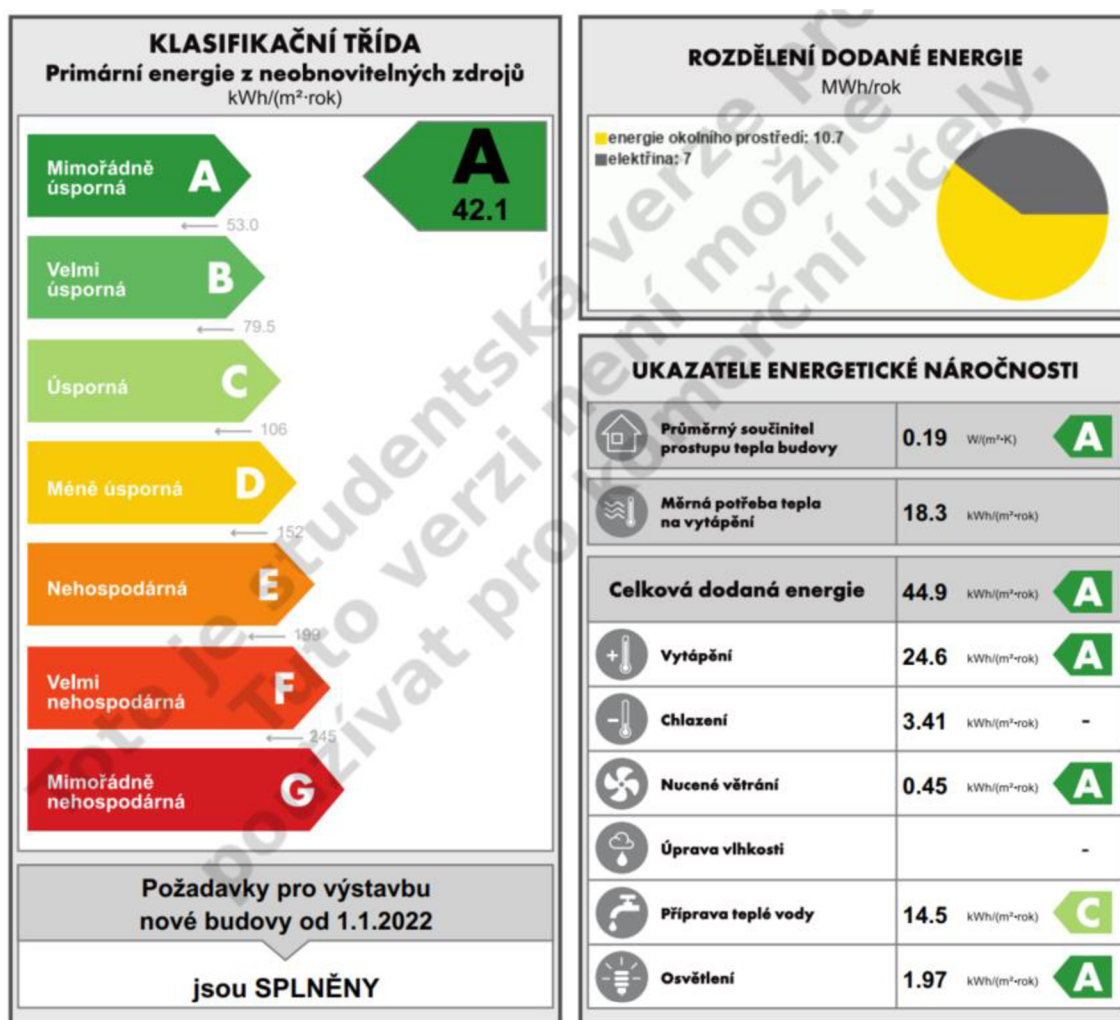
Název	Minimální hodnota	Průměrná hodnota	Maximální hodnota	Rovnoměrnost	Proslunění
1.6 - Obývací pokoj					
ČDO obývací pokoj - Činitel denní osvětlenosti	6,1 / 0,7 %	6,1 / 0,9 %	6,1 %	1	
PROSLUNĚNÍ Obývací pokoj - Proslunění					6:08 / 1:30
1.2 - Pokoj 1					
ČDO POKOJ 1 - Činitel denní osvětlenosti	1,5 / 0,7 %	1,7 / 0,9 %	2,0 %	0,76	
PROSLUNĚNÍ Pokoj 1 - Proslunění					4:39 / 1:30
1.7 - Pokoj 2					
Činitel denní osvětlenosti	1,4 / 0,7 %	1,6 / 0,9 %	1,7 %	0,87	
PROSLUNĚNÍ Pokoj 2 - Proslunění					4:39 / 1:30
1.4 - Ložnice					
ČDO LOŽNICE - Činitel denní osvětlenosti	1,8 / 0,7 %	2,9 / 0,9 %	4,0 %	0,45	
PROSLUNĚNÍ Ložnice - Proslunění					7:54 / 1:30
1.5 - Pokoj pro hosty					
Činitel denní osvětlenosti	1,3 / 0,7 %	2,7 / 0,9 %	4,1 %	0,32	
PROSLUNĚNÍ Pokoj pro hosty - Proslunění					7:54 / 1:30

Obrázek 2 Přehled výsledků z programu BuildingDesign

11 Energetická náročnost budovy

Při výstavbě nové budovy je třeba zpracovat průkaz energetické náročnosti budovy (zkráceně také PENB). Jedná se o dokument, který rozděluje budovy do kategorií na základě množství energie, která je potřebná pro jejich provoz. Zohledňuje nejen kvalitu stavebních konstrukcí, ale také způsob vytápění, chlazení, ohřevu teplé vody, větrání a osvětlení. Krom jiného slouží také jako prokázání úspor energie, které vyžadují dotační programy.

Pro zpracování byl využit program Energetika od společnosti DEK a.s. Objekt byl rozdělen na 2 zóny s rozdílnými vstupními parametry - zóna obytná a garáž. Po provedení výpočtu byl objekt zařazen do energetické třídy A – Mimořádně úsporná. Kompletní protokol viz. příloha B.3.1 Průkaz energetické náročnosti budovy.



Obrázek 3 Průkaz energetické náročnosti budovy - titulní strana

12 Zdravotně technické instalace

Bylo zpracováno koncepční řešení zdravotně technických instalací, konkrétně řešení vodovodu, splaškové kanalizace a nakládání s dešťovou vodou.

Objekt bude napojen na vodovodní řad pomocí nově vybudované přípojky délky cca 6,8 m. Přípojka bude ukončena v kruhové vodoměrné šachtě na pozemku investora, kde se nachází vodoměrná sestava. Uvnitř objektu bude voda distribuována vnitřními rozvody vody z PPR. Hlavní uzávěr vody bude umístěn v místnosti č. 108 – Garáž v otvoru ve stěně, přístupný pomocí magnetických dvířek.

Splaškové vody budou odváděny do obecní splaškové kanalizace. Napojení bude realizováno pomocí nové přípojky délky 3,8 m ukončené v revizní šachtě na pozemku investora. Domovní kanalizace vně objektu bude uloženo v zemi do štěrkového lože, minimální sklon potrubí je 2%.

Průměrná denní potřeba vody:	400 l
Roční potřeba vody:	140 m ³ · rok ⁻¹
Denní potřeba nepitné vody:	506 l · den ⁻¹
Roční produkce odpadních vod:	140 m ³ · rok ⁻¹

Dešťová voda bude částečně zachycena vegetační střechou. Zbývající voda bude pomocí střešních vtoků odvedena do vnitřních svodů, které povedou do podzemní akumulární nádrže. Akumulační nádrž bude umístěna na pozemku investora, viz. A.3 Koordinační situační výkres. Byla navržena podzemní akumulární nádrž o velikosti 5 m³, během vegetačního období bude voda využívána na zalévání záhonů a trávníku. Za akumulární nádrží bude umístěn zasakovací objekt s bezpečnostním přelivem vyvedeným na trávník – zde nehrozí žádné nebezpečí škod v případě přetečení. Zasakovací zařízení bude mít objem 1,9 m³ a minimální vsakovací plochu 5 m². Vybudování systému pro využití dešťové vody ke splachování WC se vzhledem k množství zachycené vody a velikosti zavlažovaných ploch na pozemku ekonomicky nevyplatí a realizováno nebude.

13 Vytápění a ohřev teplé vody

Předběžné tepelné ztráty byly vypočteny zjednodušeně obálkovou metodou. Výsledky shrnuje následující tabulka.

Tabulka 11 Výpočet tepelných ztrát prostupem

KONSTRUKCE	A_i [m ²]	U [W/m ² K]	b_i [-]	H_{Ti} [W/K]
S1 - obvodová stěna pórobeton	220,37	0,132	1,00	29,09
S2a - obvodová stěna vápenopísek	13,36	0,171	1,00	2,28
S2b - obvodová stěna vápenopísek k zemině	65,43	0,177	0,65	7,53
S3 - Sokl pórobeton	12,91	0,134	1,00	1,73
S4 - Sokl vápenopísek	1,20	0,175	1,00	0,21
STR - Plochá střecha	204,40	0,118	1,00	24,12
P1 - Podlaha na zemině	126,28	0,158	0,65	12,97
P2 - Podlaha na zemině garáž	63,28	0,184	0,34	3,96
P4 - Podlaha nad vchodem	14,84	0,134	1,00	1,99
O1-5 - okno 5ks	12,00	0,705	1,00	8,46
O6-7 - okno 2ks	4,80	0,629	1,00	3,02
O8-10 - okno 3ks	14,40	0,703	1,00	10,12
O11 - okno 1ks	4,80	0,733	1,00	3,52
O12 - okno 1ks	8,40	0,673	1,00	5,65
O13 - okno 1ks	7,20	0,626	1,00	4,51
O14 - okno 1ks	3,00	0,606	1,00	1,82
O15-16 - okno 2ks	1,00	0,720	1,00	0,72
D1 - dveře vstupní 1ks	2,10	0,690	1,00	1,45
D2 - dveře do garáže 1ks	2,10	0,670	1,00	1,41
D3 - garážová vrata 1ks	7,70	1,200	1,00	9,24
CELKEM	789,57			133,79
TEPELNÉ VAZBY $H_{T,tb}$	$H_{T,tb} = 0,02 \cdot \Sigma A_i$			15,79
MĚR. ZTRÁTA PROST. TEPLA H_T	$H_T = \Sigma H_{Ti} + H_{T,tb}$			149,58
TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM TEPLA Q_T [kW]	$Q_T = H_T \cdot (t_i - t_e)$			5,24

Jako zdroj tepla a chladu bylo navrženo tepelné čerpadlo vzduch-voda s možností využití jako klimatizace v letním období. Sloužit bude pro vytápění, chlazení a přípravu teplé vody. Bylo vybráno tepelné čerpadlo vzduch-voda *Stiebel Eltron HPA-O 05.1 CS Premium*. Teplo bude v objektu distribuováno pomocí teplovodního podlahového vytápění, uvažovaný výkon je 100 W/m². V místnosti č. 107 a 108 (garáž a dílna) bude vytápění zajištěno otopnými tělesy. Do systému byla navržena akumulční nádrž *Stiebel Eltron STH 210 Plus* o objemu 207 l. Bivalentní zdroj se stává aktivním při poklesu venkovní teploty pod -10,3 °C, kdy nastává bod bivalence. Celkový potřebný výkon bivalentního zdroje je 1,4 kW. Jako bivalentní zdroj bude sloužit elektrické topné těleso o výkonu 2 kW.

Pro čtyřčlennou rodinu byl navržen zásobník teplé vody *Dražice OKC 200 NTR/HP* o objemu 208 l, vhodný pro připojení k tepelným čerpadlům. Jako bivalentní zdroj pro ohřev teplé vody bude sloužit topná patrona v ohříváči.

Předpokládaná potřeba teplé vody na den: 200 l · den⁻¹
Denní potřeba tepla pro ohřev vody: 12,1 kWh

14 Chlazení

Tepelné zisky byly posuzovány jednotlivě pro místnosti, pro které bude navrženo chlazení. Při výpočtu zisků průsvitnými konstrukcemi radiací je uvažováno s vlivem vnějšího stínění, koeficient $s = 0,15$.

Tabulka 12 Tepelné zisky jednotlivých místností

č. m.	Místnost	Tepelné zisky okny - konvekce Q_{ok} [W]	Tepelné zisky okny - radiací Q_{or} [W]	Tepelné zisky neprůsvitnými konstrukcemi Q_s [W]	Tepelné zisky od lidí Q_L [W]	Tepelné zisky od technologií Q_{TECH} [W]	Tepelné zisky infiltrací vzduchu Q_{inf} [W]	CELKEM [kW]
102	pokoj pro hosty	36,26	363,52	20,67	114,70	80,00	43,62	0,615
202	kuchyň	35,14	199,21	20,64	229,40	80,00	41,13	0,564
203	obývací pokoj	59,54	181,99	29,79	229,40	80,00	77,68	0,581
205	ložnice	23,42	312,73	4,13	114,70	80,00	28,33	0,535
208	dětský pokoj 1	23,42	312,73	7,55	52,70	80,00	35,55	0,476
209	dětský pokoj 2	35,14	379,13	18,56	62,00	80,00	37,84	0,575
							CELKEM	3,346

Chlazení bude zajištěno tepelným čerpadlem vzduch-voda *Stiebel Eltron HPA-O 05.1 CS Premium*, které slouží jako zdroj chladné vody v letních měsících. Distribuce bude zajištěna jednotkami fancoil, které budou umístěny jen ve vybraných místnostech, viz. kapitola 2.2 Výpočet tepelných zisků. Pro účely akumulace chladu bude využita kumulační nádrž *Stiebel Eltron STH 210 Plus*, která je vhodná pro režim vytápění i chlazení.

15 Větrání

Objekt je nuceně větrán pomocí jedné vzduchotechnické jednotky umístěné v místnosti č. 106 – Technická místnost. Výměna vzduchu je navržena jako rovnotlaká. Jednotka zajišťuje přívod vzduchu do obytných místností (obývací pokoj, ložnice, 2 dětské pokoje, pokoj pro hosty a společenská místnost), odpadní vzduch je odváděn z kuchyně, koupelen, WC a technické místnosti. Distribuce vzduchu je zajištěna pomocí komplexního systému kruhových rozvodů *Air Excellent* vedeného v SDK podhledech. Jako distribuční prvky pro přívod a odvod vzduchu v místnostech jsou navrženy štěrbínové vyústky a talířové ventily. Filtrace vzduchu je zajištěna filtry umístěnými v jednotce, stupeň filtrace je F7 a G4. Navržené hodnoty přívodního a odvodního vzduchu jsou shrnuty v následující tabulce.

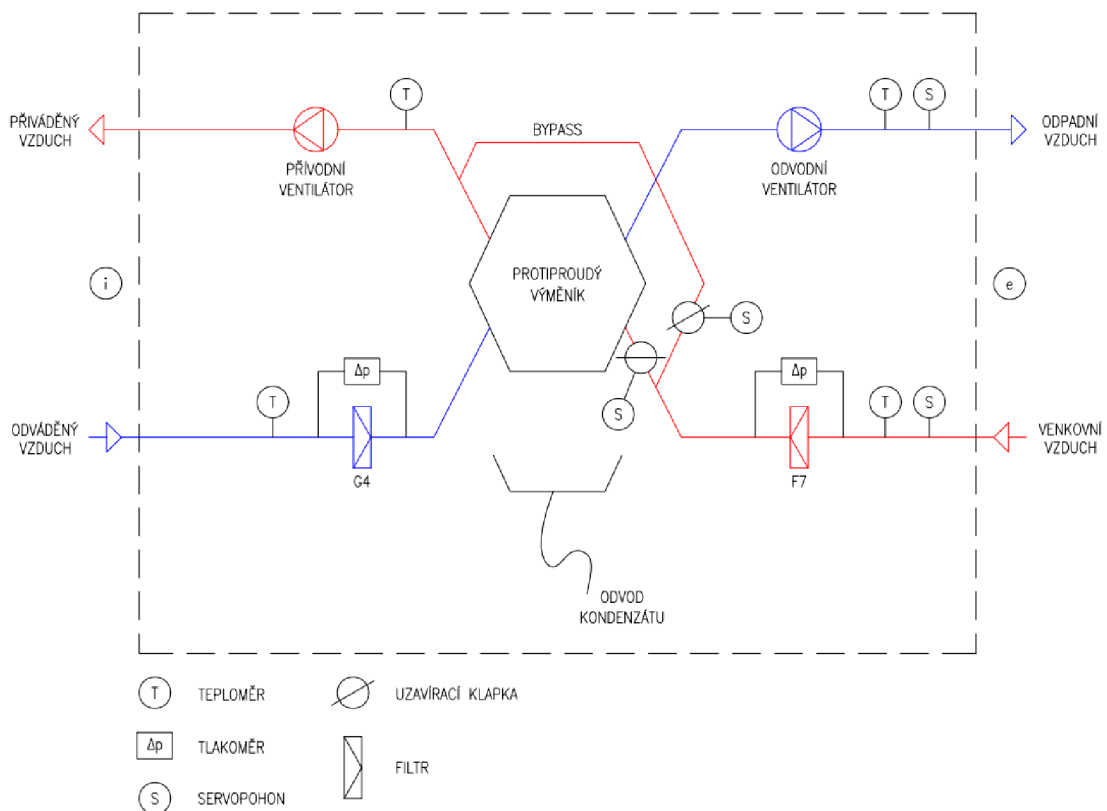
Tabulka 13 Navržené průtoky vzduchu po místnostech

č. m.	Místnost	Podlahová plocha [m ²]	Objem místnosti [m ³]	Přívod [m ³]	Odvod [m ³]	Výměna [h ⁻¹]
102	pokoj pro hosty	24,75	67,07	60		0,9
104	koupelna	8,25	20,71		70	3,4
105	společenská místnost	30,37	79,14	80		1,0
106	technická místnost	11,10	30,08		40	1,3
202	kuchyň	22,50	59,85		140	2,5
203	obývací pokoj	42,50	121,55	140		1,2
204	wc	2,23	5,93		40	8,4
205	ložnice	15,50	44,33	60		1,4
207	koupelna	5,58	15,96		70	4,4
208	dětský pokoj 1	19,45	55,63	50		0,9
209	dětský pokoj 2	20,70	59,20	50		0,8
210	koupelna	8,28	23,68		80	3,0
CELKEM				440	440	

Nucené větrání zajišťuje vzduchotechnická jednotka *Atrea Duplex 500 Flexi V* s průtokem čerstvého vzduchu $440 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Jednotka je navržena na míru v softwaru vyvinutým výrobcem. Sání i výfuk ústí na fasádu objektu tak, aby nedocházelo k nasávání odpadního vzduchu. Vzduchovody jsou opláštěny 20 mm tepelné izolace z kamenné vlny a zakončeny protidešťovou žaluzií. Jednotka je uložena na akustické podložce, která zabraňuje vnesení kmitání do konstrukce.

Distribuce vzduchu je zajištěna pomocí komplexního systému kruhových rozvodů *Air Excellent* vedeného v SDK podhledech. Vzduchovody jsou zavěšené, kotveno do stropní konstrukce dle standartního řešení dodavatelské firmy. Dimenze potrubí jednotlivých úseků je v přílohouvé části dokumentace. Přívod a odvod vzduchu z exteriéru k jednotce je zajištěn kruhovým spiro potrubím z pozinkovaného plechu.

Jako distribuční prvky pro přívod a odvod vzduchu v místnostech jsou navrženy štěrbinové vyústky a talířové ventily. V exteriéru je sací a výtlačné potrubí zakončeno akustickou protidešťovou žaluzií.



Obrázek 4 Funkční schéma vzduchotechnické jednotky

Na přívodním a odvodním potrubí byly navrženy tlumiče hluku o délce 600 mm. Tyto tlumiče byly osazeny rovněž na sání a výtlačku do exteriéru. Jednotka je uložena na akustické podložce, která zabraňuje vnesení kmitání do konstrukce. Hluková situace byla podrobně zpracována v příloze č. A.6.1 Stavebně fyzikální posouzení konstrukcí a budovy. Všechny požadavky byly splněny.

16 Umělé osvětlení

V objektu budou použity LED žárovky, které splňují nároky na energetickou účinnost osvětlení. Bude instalováno inteligentní ovládání s možností úpravy intenzity a barvy světla podle denní doby a aktuálních potřeb.

17 Elektroinstalace

Objekt je připojen k podzemnímu silovému vedení nízkého napětí. Přípojka CYKY 4Bx10 je vedena v PVC chrániče DN 50. Elektroměr je umístěn na hranici pozemku v elektroměrové skříni viz B.1.4 Elektroinstalace - situace. Hlavní rozvaděč a pojistková skříň jsou umístěny v místnosti č. 108 – Technická místnost. Rozvodná soustava 3+N+PE AC 400/230 50 Hz, TN-C-S. Ochrana před úrazem elektrickým proudem automatickým odpojením od zdroje. Pomocí jednoduchého výpočtu byl navržen hlavní domovní jistič 3x32 A, který je vhodný pro plně elektrifikované domácnosti.

Tabulka 14 Uvažované výkony spotřebičů

SPOTŘEBIČ	PŘÍKON [kW]
Tepelné čerpadlo	2,9 (1,0)
VZT jednotka	1,3
Čerpadlo na dešťovou vodu	0,5
Elektrokotel	2 (0,7)
Osvětlení (10 W/m ²)	2,7
Elektrická trouba	4
Varná deska	2 (0,7)
Mikrovlnná trouba	1
Varná konvice	2
Lednice + mrazák	0,2
PC	4 x 0,6
TV	0,2
Vysavač	0,5
Fén	0,8
Žehlička	0,4
Sauna	3
Ostatní	1
CELKEM	22,4

18 Požárně bezpečnostní řešení

Navržený objekt je v souladu s Vyhláškou 23/2008 Sb. a dalšími souvisejícími normami. Podle ČSN 73 0833 se jedná o budovu skupiny OB1. Požární výška objektu je 3,05 m. Konstrukční systém objektu je nehořlavý. Stupeň požární bezpečnosti je II. SPB. Rodinný dům včetně garáže bude tvořit jediný **PÚ P1.01/N1**. Pro rodinné domy se za postačující považuje jedna nechráněná úniková cesta (NÚC) šířky alespoň 900 mm. Minimální šířka dveří na únikové cestě je 800 mm. Úniková cesta vyhovuje požadavkům ČSN 73 0833.

Tabulka 15 Požární odolnost konstrukcí požárního úseku N1.01/N2 – II

Položka	Typ konstrukce	Popis konstrukce	Požární odolnost		
			Požadovaná	Skutečná	Posouzení
3	Obvodová stěna (1S)	Ytong tl. 300 mm	REI 45 DP1	REI 180	Vyhovuje
		Silka tl.300 mm	REI 45 DP1	REI 180	Vyhovuje
	Obvodová stěna (1NP)	Ytong tl. 300 mm	REI 30	REI 180	Vyhovuje
4	Nosná konstrukce střechy	ŽB deska tl. 200 mm	REI 15	REI 90	Vyhovuje
5	Nosné konstrukce uvnitř PÚ (1S)				
	- Stropy	ŽB deska tl. 200 mm	RE 45 DP1	REI 180	Vyhovuje
	- Stěny	Silka tl. 300 mm	R 45 DP1	REI 90	Vyhovuje
	Nosné konstrukce uvnitř PÚ (1NP)	Silka tl. 300 mm	R 30	REI 180	Vyhovuje
9	Konstrukce schodišť	ŽB schodiště	R 15 DP3	R 90	Vyhovuje

Ve vymezeném prostoru není žádný objekt s požárně otevřenými plochami. Novostavba nezasahuje do PNP žádného sousedního objektu. Požárně nebezpečný prostor rodinného domu nepřesahuje hranice stavebního pozemku v souladu s čl. 10.2.1 ČSN 73 0802. Dopad hořících částí se neposuzuje, na objektě není instalovaný žádný hořlavý obklad či hořlavá střešní krytina.

Podle přílohy č. 4 Vyhlášky 23/2008 Sb. bude v objektě rodinného domu umístěn jeden hasicí přístroj, a to práškový s hasicí schopností 34A. Druhý hasicí přístroj typu 183B bude umístěn v garáži. Rodinný dům musí být vybavený zařízením autonomní detekce a signalizace požáru. Podle požadavku musí být do obytné buňky o celkové podlahové ploše 394 m² umístěné nejméně dvě zařízení autonomní detekce a signalizace požáru. Jedno zařízení bude umístěné u východu z objektu v místnosti č. 101 – zádveří a druhé zařízení v 1. NP nad schodištěm v místnosti č. 201 – schodiště.

19 Vliv stavby na okolí

Navrhovaná stavba nebude mít svým ztvárněním ani velikostí negativní vliv na okolní stavby ani pozemky. Stavba svým užíváním nebude mít negativní vliv na životní prostředí ani okolní zástavbu. Použité technologie a materiály jsou voleny na základě minimálních negativních dopadů na zdraví osob a životní prostředí.

V rámci výstavby budou okolní pozemky a stavby chráněny proti hluku ze stavební činnosti – hlučné práce se omezí pouze na pracovní dny a budou dodrženy hygienické limity hluku. Při výstavbě dojde ke zvýšení prašnosti, které bude pouze krátkodobé a bude omezeno kropením. Staveniště bude řádně osvětleno a oploceno. Veškerá stavební technika bude ihned po výjezdu ze staveniště řádně očištěna, aby nedocházelo ke znečištění okolí. Spodní voda nebude ohrožena díky zavedení odpadní přípojky a následné likvidaci veškerých odpadních vod touto cestou.

Stavební odpad bude shromažďován a tříděn do velkoobjemových kontejnerů a odvezen do uzpůsobených zařízení na likvidaci takového odpadu. Stavba nebude mít vliv na okolní nebo hlubší půdní systém.

20 Dopravní řešení

Budova bude napojena na stávající pozemní komunikaci v ulici Švédská p.č. 222/22, viz. výkres A.3 Koordinační situační výkres. Bude zřízen nový zpevněný sjezd v šířce 6 m z betonové pojezdové dlažby lemovaný obrubníky. V oplocení bude zřízena brána o šířce 3,5 m pro vjezd automobilu na pozemek společně s menší brankou o šířce 1 m pro pěší vstup. Na pozemku je dostatečně velká zpevněná plocha pro min. 2 parkovací stání, která plynule navazuje na pochozí dlažbu kolem celého objektu.

21 Terénní úpravy a řešení vegetace

Před zahájením výkopových prací bude na pozemku pod budoucím objektem sejmuta ornice v tloušťce 200 mm. Vzhledem k svažitosti terénu dojde k většímu množství terénních úprav. Výkopek ze základů bude dočasně umístěn na pozemku investora na místě k tomu určeném. Následné vyrovnání a úprava okolního terénu bude provedeno ze zeminy, která byla vytěžena při výkopových pracích. Předpokládá se větší množství výkopů než naspů. Přebytek zeminy bude uložen na příslušnou skládku.

Součástí úprav bude také zřízení zpevněných ploch. Po obvodu objektu bude vytvořen okapový chodníček z volně sypaného kačírku zakončený betonovým obrubníkem. Kolem celého objektu bude vybudován pochozí pás šířky min. 900 mm z betonové zámkové dlažby ukládané do šterkového lože. Po ukončení terénních úprav bude na nezpevněných částech parcely vysazen trávník a doplněn další drobně rostoucí okrasnou zelení, případně menšími ovocnými stromy. Na střeše objektu se předpokládá využití vytrvalých suchomilných rostlin.

22 Orientační náklady stavby

Orientační náklady na stavbu a její zpevněné plochy jsou cca 14,2 mil. Kč.

Rozpočtový ukazatel:	8 610 Kč/m ³ OP
Obestavěný prostor:	1 317,78 m ³ OP
Cena:	11 346 085 Kč
ZRN:	11 346 085 Kč
VRN (3% ze ZRN):	340 382 Kč
Cena bez DPH:	11 686 468 Kč
DPH 21%:	2 454 158 Kč
Cena s DPH:	14 140 626 Kč

Závěr

Bakalářská práce se zabývala návrhem energeticky úsporné budovy rodinného domu v Šumperku. Obsahuje výkresovou a textovou část dokumentace pro stavební povolení, řešení požární bezpečnosti a stavebně-fyzikální posouzení konstrukcí i budovy z hlediska akustiky, tepelné techniky a denního osvětlení. Součástí je rovněž koncepční návrh vytápění, chlazení, ohřevu teplé vody, hospodaření se srážkovými vodami a prováděcí projekt nuceného větrání pomocí vzduchotechnické jednotky.

Zpracovaný průkaz energetické náročnosti budovy klasifikační třídy A prokazuje, že se jedná o budovu s téměř nulovou spotřebou energie, která se blíží i pasivnímu standardu. Požadavky pro výstavbu nové budovy od 1.1.2022 jsou legislativně splněny. Navržené řešení minimalizuje energetické ztráty budovy a snižuje náklady na její provoz. Přispívá tak k rozvoji udržitelné výstavby s minimálním negativním dopadem na životní prostředí.

Seznam použitých zdrojů

Normy, zákony a vyhlášky

- [1] ČR. Zákon č. 283/2021 Sb., Stavební zákon, platný do 30. 6. 2024. 2021.
- [2] ČR. Vyhláška č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb. 2006.
- [3] ČR. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území, ve znění pozdějších předpisů, zejména vyhlášky č. 269/2009 Sb., platná do 30. 6. 2024. 2006.
- [4] ČR. Vyhláška č. 503/2006 Sb., o podrobnější úpravě územního řízení, veřejnoprávní smlouvy a územního opatření, ve znění pozdějších předpisů, platná do 30. 6. 2024. 2006.
- [5] ČR. Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby, ve znění pozdějších předpisů. 2009.
- [6] ČR. Nařízení vlády č. 591/2006 Sb., o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích. 2006.
- [7] ČR. Vyhláška č. 193/2007 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu. 2007.
- [8] ČSN 73 0540-2. Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky. 2011. Třídící znak: 730540.
- [9] ČSN EN 16798-1. Energetická náročnost budov - Větrání budov - Část 1: Vstupní parametry vnitřního prostředí pro návrh a posouzení energetické náročnosti budov s ohledem na kvalitu vnitřního vzduchu, tepelného prostředí, osvětlení a akustiky - Modul M1-6. 2020. Třídící znak: 27027.
- [10] ČSN EN 12831-3. Energetická náročnost budov - Výpočet tepelného výkonu - Část 3: Tepelný výkon pro soustavy přípravy teplé vody a charakteristika potřeb, Modul M8-2, M8-3. 2018. Třídící znak: 060206.
- [11] ČSN 73 0331-1. Energetická náročnost budov - Typické hodnoty pro výpočet - Část 1: Obecná část a měsíční výpočtová data. 2020. Třídící znak: 730331.
- [12] ČR. Zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), ve znění pozdějších předpisů. 2000.
- [13] ČSN 73 0532. Akustika - Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních konstrukcí a výrobků - Požadavky. 2020. Třídící znak: 730532.
- [14] ČR. Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. 2011.
- [15] ČSN 06 0320. Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody - Navrhování a projektování. 2006. Třídící znak: 060320.

- [16] ČSN EN 805. *Vodárenství - Požadavky na vnější sítě a jejich součásti*. 2001. Třídící znak: 755011.
- [17] ČSN 75 5409. *Vnitřní vodovody*. 2013. Třídící znak: 755409.
- [18] ČSN 75 6760. *Vnitřní kanalizace*. 2014. Třídící znak: 756760.
- [19] ČSN EN 16933-1. *Odvodňovací a stokové systémy vně budov - Navrhování - Část 1: Zásady návrhu*. 2023. Třídící znak: 756109.
- [20] ČSN 75 6101. *Stokové sítě a kanalizační přípojky*. 2024. Třídící znak: 756101.
- [21] ČSN 75 6261. *Dešťové nádrže*. 2004. Třídící znak: 756261.
- [22] ČSN 75 9010. *Vsakovací zařízení srážkových vod*. 2012. Třídící znak: 759010.
- [23] ČSN 73 0873. *Požární bezpečnost staveb - Zásobování požární vodou*. 2003. Třídící znak: 730873.
- [24] ČSN 73 4301. *Obytné budovy*. 2004. Třídící znak: 734301.
- [25] ČSN 73 0833. *Požární bezpečnost staveb - Budovy pro bydlení a ubytování*. 2010. Třídící znak: 730833.
- [26] ČSN EN 15665. *Větrání budov - Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov*. Třídící znak: 127021.
- [27] ČSN 01 3452. *Technické výkresy - Instalace - Vytápění a chlazení*. 2006. Třídící znak: 013452.
- [28] ČSN 01 3454. *Technické výkresy - Instalace - Vzduchotechnika, klimatizace*. 2006. Třídící znak: 013454.

Webové stránky

TECHNOR. *Technické normy ČSN* [online]. 2024 [cit. 2024-03-24]. Dostupné z: <https://www.technicke-normy-csn.cz/>

TZBINFO. *Odborný web pro stavebnictví a technická zařízení budov* [online]. [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/>

ČÚZK. *Nahlížení do katastru nemovitostí* [online]. [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: <https://nahlizeniidokn.cuzk.cz/>

DEKSOFT. *Výpočetní webové aplikace* [online]. [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: <https://deksoft.eu/>

ATREA. *Univerzální větrací jednotky* [online]. [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: <https://www.atrea.cz/cz/duplex-550-3500-flexi-v>

ŠTORC. *Vzduchotechnické rozvody* [online]. [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: <https://www.storc.cz/katalog/vetrani/vzduchotechnicky-rozvod>

XELLA. *Obvodové pórobetonové zdivo* [online]. [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: https://www.xella.cz/cs_CZ/product/ytong-standard-300/20000992

XELLA. *Nosné vápenopískové zdivo* [online]. [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: https://www.xella.cz/cs_CZ/product/silka-ksrp-300-%2812-1,8%29/20002006

TOPWET. *Střešní vpusti a nástavce* [online]. [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: <https://www.topwet.cz/stresni-vpusti-a-nastavce/>

ISOVER. *Fasádní tepelné izolace Isover* [online]. [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: <https://www.isover.cz/produkty/zatepleni-fasady>

DEŠŤOVÉ NÁDRŽE. *Výpočet velikosti vsaku* [online]. [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: <https://www.destovenadrze.cz/vypocet-velikosti-vsaku/>

STIEBEL ELTRON. *Tepelná čerpadla vzduch-voda* [online]. [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: <https://www.stiebel-eltron.cz/cs/produkty-a-reseni/obnovitelne-zdrojeenergie/tepelna-čerpadla/vsechny-produkty.html>

STIEBEL ELTRON. *Dimenzování tepelného čerpadla* [online]. [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: <https://www.stiebel-eltron.cz/toolbox/waermepumpe/>

OPTIMALIZACE BUDOV. *Průkaz energetické náročnosti budovy* [online]. [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: <https://www.optimalizacebudov.cz/pro-rodinne-domy/prukaz-energeticke-narocnosti-budovy>

ELEKTRODESIGN. *Tlumiče hluku MAA pro kruhové potrubí* [online]. [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: <https://www.elektrodesign.cz/eshop/produkty/category/tlumice-hluku-maa-pro-kruhove-potrubi>

NZÚ. *Nová zelená úsporám* [online]. [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: <https://novazelenausporam.cz/>

SLAVONA. *Okna Slavona Progression* [online]. [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: <https://www.slavona.cz/okna-progression/>

Seznam obrázků a tabulek

Obrázek 1 Hluková mapa pro denní dobu	25
Obrázek 2 Přehled výsledků z programu BuildingDesign.....	26
Obrázek 3 Průkaz energetické náročnosti budovy - titulní strana	27
Obrázek 4 Funkční schéma vzduchotechnické jednotky.....	32
Tabulka 1 Seznam pozemků dle katastru nemovitostí, na kterých se stavba provádí	16
Tabulka 2 Seznam sousedních parcel dle katastru nemovitostí	16
Tabulka 3 Tabulka výpočtu součinitele prostupu tepla okenních otvorů.....	19
Tabulka 4 Nejnižší vnitřní povrchová teplota	21
Tabulka 5 Součinitel prostupu tepla U	21
Tabulka 6 Zkondenzované množství vodní páry v konstrukci	22
Tabulka 7 Pokles dotykové teploty podlahy.....	22
Tabulka 8 Měrná tepelná ztráta a průměrný součinitel prostupu tepla	23
Tabulka 9 Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy dle Vyhlášky	24
Tabulka 10 Zvukoizolační vlastnosti posuzovaných vnitřních konstrukcí	25
Tabulka 11 Výpočet tepelných ztrát prostupem	29
Tabulka 12 Tepelné zisky jednotlivých místností	30
Tabulka 13 Navržené průtoky vzduchu po místnostech	31
Tabulka 14 Uvažované výkony spotřebičů	33
Tabulka 15 Požární odolnost konstrukcí požárního úseku N1.01/N2 – II.....	34

Seznam použitých zkratek a symbolů

A – ampér
AN – akumulární nádrž
BOZP – Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
BP – bakalářská práce
BP – bakalářská práce
ČSN – česká technická norma (československá státní norma)
dB – decibel
DN – jmenovitý průměr
DP1 – druh konstrukční části
DSP – dokumentace pro stavební povolení
EPS – expandovaný polystyren
EPS – expandovaný polystyren
 f_{Rsi} – teplotní faktor vnitřního povrchu
FV – fotovoltaika
FVE – fotovoltaická elektrárna
h – hodina
HI – hydroizolace
 $H_{T,i}$ – měrná ztráta prostupem tepla [$W \cdot K^{-1}$]
IO – inženýrský objekt
k – korekce
k.ú. – katastrální území
KN – katastr nemovitostí
KV – konstrukční výška
kW – kilowatt
kWh – kilowatthodina
kWp – kilowattpeak
l – litr
 $L'_{w,n}$ – vážená normalizovaná hladina akustického tlaku kročejového zvuku
 L_{Aeq} – ekvivalentní hladina akustického tlaku
 $L_{Aeq,T}$ – základní hladina akustického tlaku
 L_{Amax} – maximální hladina akustického tlaku
 L_w – hladina akustického výkonu
m – metry
m.n.m – metry nad mořem
 m^2 – metry čtvereční
 m^3 – metry krychlové
max. - maximum
 M_c – zkondenzované množství vodní páry
min. - minimum
mm – milimetry

MPa – megapascal
MWh – megawatthodina
NN – nízké napětí
NP – nadzemní podlaží
NÚC – nechráněná úniková cesta
OB1 – skupina budovy
OSB – deska ze slisované dřevěné štěpky
OV – odvzdušňovací ventil
Pa – pascal
parc. č./p.č. – parcela číslo
PBR – požárně bezpečnostní řešení
PPR – polypropylenový
PT – původní terén
PÚ – požární úsek
pv – výpočtové požární zatížení
Q – ztráta [kW]
 $R'_{w,n}$ – vážená stavební neprůzvučnost
RD – rodinný dům
RS – rozdělovač sběrač
RŠ – revizní šachta
 R_w – vážená laboratorní neprůzvučnost
s – sekunda
SDK – sádrokarton
SO – stavební objekt
SPB – stupeň požární bezpečnosti
SV – světlá výška
T – teploměr
TČ – tepelné čerpadlo
TI – tepelná izolace
tl. – tloušťka
TO – technický objekt
TV – teplá voda
U – součinitel prostupu tepla
 U_{em} – průměrný součinitel prostupu tepla
 $U_{em,ref}$ – průměrný součinitel prostupu tepla referenční budovy
 $U_{em,N}$ – požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla
 U_f – součinitel prostupu tepla rámu
 U_g – součinitel prostupu tepla zasklení
ÚP – územní plán
UT – upravený terén
 U_w – součinitel prostupu tepla okna

V - volt
VRN – vedlejší rozpočtové náklady
VŠ – vodoměrná šachta
VZT – vzduchotechnika
W – watt
W/m² – watt na metr čtvereční
XPS – extrudovaný polystyren
ZRN – základní rozpočtové náklady
ZTI – zdravotně technické instalace
ŽB – železobeton
 $\Delta U_{em,R}$ – přírážka na vliv tepelných vazeb
 θ_e [°C] - venkovní návrhová teplota
 θ_i [°C] - vnitřní návrhová teplota
 $\theta_{int,i}$ – průměrná vnitřní teplota [°C]
 λ – součinitel tepelné vodivosti
 μ – difúzní odpor
 ρ – objemová hmotnost

Seznam příloh

Příloha A – Pozemní stavby

A.1 Průvodní zpráva

A.2 Souhrnná technická zpráva

A.3 Koordinační situační výkres 1:200

A.4 Architektonicko-stavební řešení

A.4.1.1 Výkres základů

A.4.1.2 Půdorys 1.NP

A.4.1.3 Půdorys 2.NP

A.4.1.4 Výkres stropní konstrukce nad 1.NP

A.4.1.5 Půdorys ploché střechy

A.4.1.6 Řez A-A'

A.4.1.7 Pohledy jihovýchodní a severozápadní

A.4.1.8 Pohledy jihozápadní a severovýchodní

A.4.2.1 Detail atiky

A.4.2.2 Detail střešního vtoku

A.4.2.3 Detail soklu

A.4.2.4 Detail vstupních dveří

A.4.2.5 Detail HS portálu

A.4.3.1 Výpis skladeb konstrukcí

A.4.3.2 Výpis výplní otvorů

A.5 Požárně bezpečnostní řešení

A.5.1 Technická zpráva požárně bezpečnostního řešení

A.6 Stavebně fyzikální posouzení konstrukcí a budovy

A.6.1 Zhodnocení rodinného domu ze stavebně fyzikálního hlediska

A.6.2 Posouzení skladeb z hlediska tepelné techniky

Příloha B - Technická zařízení budov

B.1 Koncepční řešení systémů TZB v budově

B.1.1 Koncepční řešení TZB - výpočtová část

B.1.2 Studie rozvodů vody

B.1.3 Studie kanalizace

B.1.4 Elektroinstalace – situace

B.2 Prováděcí projekt vzduchotechniky

B.2.1 Technická zpráva a specifikace VZT

B.2.2 Výkres vzduchotechniky 1.NP

B.2.3 Výkres vzduchotechniky 2.NP

B.3 Průkaz energetické náročnosti budovy

B.3.1 Průkaz energetické náročnosti budovy