



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

ENERGETICKY EFEKTIVNÍ RODINNÝ DŮM

ENERGY EFFICIENT FAMILY HOUSE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Denisa Netopilová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. František Vlach, Ph.D.

BRNO 2024

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav pozemního stavitelství
Studentka: **Denisa Netopilová**
Vedoucí práce: **Ing. František Vlach, 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 efektivní rodinný dům

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Zpracování určené části projektové dokumentace zadané 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:

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 30. 11. 2023

L. S.

prof. Ing. Miloslav Novotný, CSc.
vedoucí ústavu

Ing. František Vlach, Ph.D.
vedoucí práce

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

ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce je návrh rodinného domu, který bude splňovat požadavky budovy s téměř nulovou spotřebou energie. Bakalářská práce je členěna do dvou hlavních částí, a to na část architektonicko-stavební řešení ve stupni pro vydání stavebního povolení, jejichž součástí je i stavebně fyzikální posouzení budovy i jednotlivých konstrukcí a požárně bezpečnostní řešení, a na část technika prostředí staveb.

Navržený rodinný dům je situován do města Lipník nad Bečvou na rovinatý pozemek. Rodinný dům je dvoupodlažní samostatně stojící s přistavěnou jednopodlažní garáží. Střešní konstrukci rodinného domu a garáže tvoří plochá vegetační střecha v provedení bez atiky. Rodinný dům i garáž jsou založeny na železobetonové desce s podsypem z pěnového skla. Obvodové stěny jsou z vápenopískových tvárnic. Hlavní vstup je orientován na sever, dále následuje zádveří, technická místnost, koupelna, pracovna a obývací pokoj s kuchyní a spíží. V druhém nadzemním podlaží se nachází klidová část, která zahrnuje dva dětské pokoje, ložnici s šatnou, koupelnu, samostatné WC a prádelnu.

Rodinný dům je vytápěn pomocí tepelného čerpadla vzduch-voda. Tepelné čerpadlo spolu s dvěma solárními panely zajišťuje ohřev teplé vody. Větrání zajišťuje rekuperační jednotka. Systém vzduchotechniky je zpracován na úrovni prováděcího projektu. Část technika prostředí staveb dále obsahuje Průkaz energetické náročnosti budovy, koncepční řešení rozvodů kanalizace, vodovodu a návrh hospodaření s dešťovou vodou. Dešťová voda bude akumulována a dále využívána na závlahu a splachování WC.

KLÍČOVÁ SLOVA

rodinný dům, garáž, vegetační plochá střecha, pěnové sklo, vápenopískové tvárnice, tepelné čerpadlo, rekuperační jednotka, Průkaz energetické náročnosti budovy

ABSTRACT

The aim of this Bachelor's thesis is to design a nearly-zero-energy building. The level of documentation is for the building permit. First part focuses on architectural and structural design, as well as on Building Physics and Fire Safety, the second part on building service design.

The designed detached house stands on a flat site in Lipník nad Bečvou. It is a two-storey house with an attached single storey garage. Both the house and the garage have flat green roofs. The main entrance is oriented to the north. On the first floor, there is a hallway, a utility room, a bathroom, an office, and a living room connected with a kitchen and a pantry. The private part of the house is on the second floor, which consists of a master bedroom with a walk-in closet, two other bedrooms, a bathroom, a toilet and a laundry room. The foundations are made of foam glass. The vertical structures are from sand lime blocks. The horizontal load-bearing structures are made of in-situ reinforced concrete.

The heating is provided by a heat pump air-water using an underfloor heating system. The heat pump in combination with two solar thermal panels supply heating of the domestic water. Mechanical ventilation with heat recovery is installed and used in the house. The documentation for MVHR is on the level of detailed design. Wastewater treatment, electric installations and rainwater system are also designed. The rainwater is collected mainly from the roofs and stored in an underground water tank. This water is then used for flushing the toilet and in summer months for watering the garden. This part about building service design also includes the Building's Energy Performance Certificate.

KEYWORDS

detached house, garage, flat green roof, foam glass, sand lime blocks, heat pump, MVHR, Building's Energy Performance Certificate

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

NETOPILOVÁ, Denisa. *Energeticky efektivní rodinný dům*. Brno, 2024. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav pozemního stavitelství. Vedoucí Ing. František Vlach, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Energeticky efektivní rodinný dům* zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 24. 5. 2024

Denisa Netopilová
autor

Ráda bych poděkovala svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Františkovi Vlachovi, Ph.D. za odborné vedení, věnovaný čas a cenné rady. Rovněž bych chtěla poděkovat i panu Ing. Marianovi Formánkovi, Ph.D. za konzultaci části TZB.

Děkuji své rodině a kamarádům, kteří mě po celou dobu studií podporují.

Obsah

Úvod	11
1 Stručná charakteristika lokality včetně seznamu dotčených pozemků.....	12
1.1 Geologický, hydrogeologický průzkum.....	12
2 Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení.....	13
3 Navrhování kapacity stavby (zastavěná plocha, obestavěný prostor, užitná plocha, počet funkčních jednotek a jejich velikosti, počet uživatelů)	13
4 Architektonické a tvarové řešení	14
5 Dispoziční a provozní řešení.....	14
6 Bezbariérové užívání stavby.....	14
7 Konstrukční a materiálové řešení	15
7.1 Základové konstrukce.....	15
7.2 Svislé nosné konstrukce	15
7.3 Vodorovné nosné konstrukce.....	15
7.4 Schodiště a rampy	16
7.5 Svislé nenosné konstrukce	16
7.6 Konstrukce zastřešení.....	16
7.7 Klempířské a zámečnické výrobky.....	16
7.8 Výplně otvorů.....	16
7.9 Podlahy, úpravy povrchů	17
7.10 Hydroizolace.....	17
7.11 Tepelné a akustické izolace	17
8 Stavební tepelná technika.....	18
9 Stavební akustika a ochrana před hlukem	20
9.1 Posouzení konstrukcí z hlediska stavební akustiky.....	20
9.2 Urbanistická akustika (hluková studie).....	21
10 Denní osvětlení a proslunění.....	22
10.1 Denní osvětlení	22
10.2 Proslunění	23
11 Energetická náročnost budovy	24
12 Zdravotně technické instalace	25
12.1 Hospodaření s dešťovou vodou	25
13 Vytápění a ohřev teplé vody.....	25
13.1 Vytápění	25
13.2 Ohřev teplé vody.....	25
14 Větrání	26

15	Chlazení	26
16	Umělé osvětlení.....	26
17	Elektroinstalace	27
18	Požárně bezpečnostní řešení.....	27
18.1	Požární charakteristiky objektu.....	27
18.2	Rozdělení objektu na požární úseky.....	27
18.3	Zařízení pro protipožární zásah	27
19	Vliv stavby na okolí (hluk, vibrace, prašnost).....	28
20	Dopravní řešení	28
21	Terénní úpravy a řešení vegetace	28
22	Orientační náklady stavby	29
	Závěr	30
	Seznam použitých zdrojů.....	31
	Seznam použitých zkratk a symbolů	34
	Seznam příloh	35

Úvod

Cílem bakalářské práce je návrh rodinného domu, který bude splňovat požadavky budovy s téměř nulovou spotřebou energie. Cílem je navrhnout rodinný dům jehož dispozičním řešením, vhodným umístěním na pozemku a využitím obnovitelných zdrojů energie bude tohoto požadavku dosaženo.

Bakalářská práce je rozdělena do dvou hlavních částí – architektonicko-stavební řešení a technika prostředí staveb. Projektová dokumentace části architektonicko-stavební řešení je zpracována ve stupni pro vydání stavebního povolení, součástí je i požárně bezpečnostní řešení a stavebně fyzikální hodnocení budovy z hlediska stavební akustiky, denního osvětlení a proslunění, a jednotlivých konstrukcí z hlediska tepelné techniky. Část zabývající se technikou prostředí staveb zahrnuje koncepční návrh rozvodů kanalizace, vodovodu, vytápění, vzduchotechniky a návrh hospodaření s dešťovou vodou. Koncept návrhu vzduchotechniky je dále detailněji rozpracován na stupeň prováděcího projektu. Součástí je také Průkaz energetické náročnosti budovy.

Cílem je dosáhnout tepelné pohody v letním i v zimním období. Jedná se o zděnou stavbu z vápenopískových tvárnic. Vodorovné nosné konstrukce jsou monolitické železobetonové. Objekt je založen na železobetonové desce s podsypem z pěnového skla.

1 Stručná charakteristika lokality včetně seznamu dotčených pozemků

Vybraná parcela se nachází v Olomouckém kraji v okrese Přerov v katastrálním území Lipník nad Bečvou [684261]. Řešená parcela má parcelní číslo 1035/61 a její výměra je 945 m². Jedná se o nížinatý terén. Parcela se nenachází v chráněném, v záplavovém ani v poddolovaném území. Parcela č. 1035/61 je součástí zemědělského půdního fondu, souhlasné stanovisko s trvalým odnětím řešené parcely ze zemědělského půdního fondu není součástí této bakalářské práce.

Parcela se nachází dle platného Územního plánu města Lipník nad Bečvou v ploše určené k městskému bydlení, v zastavitelných plochách. Výstavba novostavby rodinného domu s garáží je v souladu s platným územním plánem. Index zastavění pozemku je 0,7, maximální výška objektu je bez omezení. Podmínky pro výstavbu jsou splněny.

V době zpracování této bakalářské práce (říjen 2023–květen 2024) je parcela nezastavěná, zatravněná. V rámci ochrany osobních údajů, je číslo parcely smyšlené.

Dotčené parcely:

- Parcela č. 1035/61

1.1 Geologický, hydrogeologický průzkum

V rámci bakalářské práce nebyly provedeny podrobné geologické a hydrogeologické sondy. Podklady byly získány z online map geologického a radonového podloží. Oblast se nachází v oblasti s horninovým typem spraš a sprašová hlína. Parcela č. 1035/61 se nachází na rozhraní dvou typů půd, a to luvizem oglejená (LUg) a šedozem modální (SEm).

Radonový index je nízký. Ochrana proti pronikání radonu z podloží je navržena jako souvrství hydroizolačních asfaltových pásů a odvětrání podloží perforovaným PVC potrubím pod násypem z pěnového skla.

2 Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení

SO 01 – Rodinný dům

SO 02 – Garáž

SO 03 – Zpevněná příjezdová plocha

SO 04 – Zpevněná plocha pro pěší

SO 05 – Zpevněná plocha – dřevěná terasa

SO 06 – Okapový chodníček, kačírek

SO 07 - Oplocení

IO 01 – Přípojka NN

IO 02 – Přípojka splaškové kanalizace

IO 03 – Přípojka vodovodu

3 Navrhování kapacity stavby (zastavěná plocha, obestavěný prostor, užitná plocha, počet funkčních jednotek a jejich velikosti, počet uživatelů)

Navržená novostavba rodinného domu bude sloužit k trvalému bydlení. Jedná se o stavbu trvalou.

Zastavěná plocha: 129,55 m²

Obestavěný prostor: 918,90 m³

Užitná plocha: 194,82 m²

Počet funkčních jednotek: 1

Počet uživatelů: 4

4 Architektonické a tvarové řešení

Novostavba rodinného domu je tvořena dvěma nadzemními podlažími. Objekt je obdélníkového půdorysného tvaru s plochou vegetační střechou v provedení bez atiky. K rodinnému domu přiléhá garáž pro jeden osobní automobil taktéž s plochou vegetační střechou. Garáž je s rodinným domem propojena, konstrukčně se však jedná o dva samostatné objekty. Fasáda je bílé barvy, na severní fasádě je vytvořen svislý pás z betonového obkladu imitující přírodní kámen. Fasáda garáže je opatřena obkladem imitující kámen v celém rozsahu. Rodinný dům je orientován k jihu. Na jižní straně se nachází velká okna, která umožňují pohled do zahrady a z prvního nadzemního podlaží výstup na dřevěnou terasu. Okna a dveře jsou dřevěné s hliníkovým opláštěním v barvě RAL 7016 (antracit).

5 Dispoziční a provozní řešení

Rodinný dům je samostatně stojící o rozměrech 11,48 x 8,98 m, přilehající garáž je o rozměrech 3,97 x 6,84 m. Rodinný dům slouží k trvalému bydlení. K objektu vede místní obslužná komunikace.

Delší strana rodinného domu kopíruje uliční čáru. Hlavní vstup je ze severní strany. Rodinný dům lze rozdělit na „severní“ a „jižní“ část. „Severní“ část tvoří zádveří, které je propojené s chodbou a prostorem schodiště, technická místnost, chodba spojující rodinný dům s garáží, malá koupelna a pracovna. „Jižní“ část tvoří společenskou zónu, tedy obývací pokoj s jídelním koutem a kuchyní. Z obývacího pokoje je umožněn přístup na dřevěnou terasu a do zahrady. První nadzemní podlaží je s druhým nadzemním podlažím spojeno lomeným schodištěm. Celé druhé nadzemní podlaží tvoří klidovou zónu. Nachází se zde dva prostorné dětské pokoje, ložnice se samostatnou šatnou na jižní straně, velká koupelna, samostatné WC a prádelna na straně severní.

6 Bezbariérové užívání stavby

Nejedná se o veřejně přístupnou stavbu, není třeba řešit bezbariérový přístup a užívání objektu. Investor nepožaduje řešit objekt jako bezbariérový dle vyhlášky č. 268/2009 Sb., O obecných technických požadavcích na stavbu.

7 Konstrukční a materiálové řešení

7.1 Základové konstrukce

Základovou konstrukci rodinného domu a garáže tvoří dvě železobetonové základové desky tl. 250 mm z betonu C20/25 vyztuženou betonářskou výztuží. Desky jsou od sebe oddílatovány. Železobetonové desky jsou založeny na násypu z pěnového skla o celkové tloušťce 500 mm, podkladní vrstvu tvoří násyp ze štěrku frakce 16/32. Násyp z pěnového skla je uložen ve dvou vrstvách, každou vrstvu je nutné hutnit podle pokynů výrobce. Přesah pěnového skla je v nejširším místě 800 mm od základové železobetonové desky.

7.2 Svislé nosné konstrukce

Obvodové nosné stěny jsou z vápenopískových tvárnic systému Sendwix tloušťky 200 mm. Obvodové nosné stěny rodinného domu jsou zatepleny šedým polystyrenem EPS Greywall Plus tloušťky 240 mm. Obvodové stěny garáže jsou zatepleny šedým polystyrenem EPS Greywall Plus tloušťky 120 mm a obloženy obkladem imitující přírodní kámen.

Vnitřní nosné stěny jsou z vápenopískových tvárnice systému Sendwix tloušťky 200 mm.

7.3 Vodorovné nosné konstrukce

Stropní konstrukce nad 1NP rodinného domu je tvořena železobetonovou monolitickou deskou tloušťky 200 mm. Železobetonová deska je tvořena z betonu C20/25 vyztužená KARI sítí 8/150/150 z oceli B550B. Ztužující věnec je v úrovni stropní desky, vyztužen ocelí B550B. Výztuž musí být v rozích a koncích vzájemně provázána dle konstrukčních zásad.

Stropní konstrukce nad garáží je tvořena železobetonovou monolitickou deskou tloušťky 160 mm z betonu C20/25 vyztuženou KARI sítí 8/150/150. Ztužující věnec je v úrovni stropní konstrukce, vyztužen ocelí B550B. V místě přilehající obvodové nosné stěny rodinného domu je věnec nahrazen ocelovým průvlakem (HEB profil), na který je v tomto místě uložena stropní deska.

Nosné překlady jsou tvořeny systémovými překlady Sendwix, u větších otvorů železobetonovými překlady.

7.4 Schodiště a rampy

Schodiště v rodinném domě je lomené do tvaru písmene U. Schodiště je železobetonové monolitické. Schodiště je akusticky oddílatované od nosných stěn pomocí Schöck Tronsole® typ L.

7.5 Svislé nenosné konstrukce

Nenosné vnitřní stěny jsou z vápenopískových tvárníc systému Sendwix tloušťky 115 mm.

7.6 Konstrukce zastřešení

Střešní konstrukci tvoří vegetační plochá střecha v provedení bez atiky. Nosnou konstrukci tvoří železobetonová monolitická deska tloušťky 200 mm z betonu C20/25 vyztužená KARI sítí 8/150/150 z oceli B550B. Spádová vrstva je tvořena polystyrenem Styrotrade styro EPS 150. Konstrukce střechy je vynesena pomocí konzol z OSB desek. Vegetační souvrství je tvořeno speciálním minerálním substrátem a vegetačním rozchodníkovým kobercem. Sklon ploché střechy je 2 % (1,15°). Střecha je vyspádována na jižní stranu. Vegetační střecha nad garáží je spádována na východní stranu se sklonem 2 % (1,15°). Dešťová voda je z plochých střech svedena do akumulární nádrže.

7.7 Klempířské a zámečnické výrobky

Venkovní parapety jsou hliníkové se sklonem 5 % barvy RAL 7016 (antracit). Okna na jižní a západní straně jsou opatřena venkovními žaluziemi typu Zetta 90 s elektrickým ovládáním. Schodiště je lemováno zábradlím. Zábradlí se skládá z nerezových sloupků a s výplní z nerezových prutů. Dešťová voda je z plochých střech svedena do půlkruhového pozinkovaného žlabu a dále odvedena dešťovým svodem do akumulární nádrže.

7.8 Výplně otvorů

Okna a dveře jsou dřevěné s hliníkovým opláštěním s izolačními trojskly na exteriérové straně opatřeny ALU clipy barvy RAL 7016 (antracit).

Parametry oken a dveří:

$U_f = 0,8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, izolační trojsklo, čiré, argon, $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, $g = 0,52$, distanční rámeček Swisspacer Ultimate $\psi_g = 0,032 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, $R_w = 39 \text{ dB}$, dveře dřevěné s hliníkovým opláštěním (ALUCLIP), $U_d = 0,73 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

Vnitřní dveře jsou dřevěné obložkové, dubové.

7.9 Podlahy, úpravy povrchů

Roznášecí vrstvu podlah tvoří anhydritový potěr. Nášlapná vrstva je tvořena vinylovými dlaždicemi rozměru 1200x180 cm, v hygienických místnostech je nášlapná vrstva tvořena keramickou dlažbou rozměru 60x120 cm.

Z interiérové strany jsou stěny omítnuty jednovrstvou lehčenou sádrovou omítkou a malbou. Exteriérová omítka je tenkovrstvá silikátová zrnitosti 2,0 mm. Fasáda garáže je obložena betonovým obkladem imitující přírodní kámen. Na severní fasádě rodinného domu je vytvořen svislý pruh taktéž z betonového obkladu imitující přírodní kámen.

7.10 Hydroizolace

Ochranu proti vzlínání zemní vlhkosti a radonu zajišťuje hydroizolační souvrství tvořeno 2 x asfaltovými pásy tl. 4 mm. Asfaltové pásy – GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL budou nataveny na železobetonovou základovou desku. Odvětrání radonu z podloží bude zajištěno perforovaným PVC potrubím. Perforované potrubí odvětrávající radon z podloží je uloženo ve vrstvě pěnového skla a vyvedeno do exteriéru. Pokud by měřením byla zjištěna zvýšená koncentrace radonu, bude na výústku namontován ventilátor.

Hydroizolační vrstvu ploché střechy zajišťuje asfaltový pás, který je nataven na nosnou železobetonovou stropní desku, a fólie PVC-P, která chrání vrstvu tepelné izolace.

7.11 Tepelné a akustické izolace

Svislou tepelně izolační vrstvu rodinného domu tvoří šedý polystyren EPS GreyWall Plus tloušťky 240 mm. Sokl je zateplen EPS Sokl 5000. Je nutné dodržet přesné souvrství vrstev a montážní postup ETICS. Pro garáž bude použit stejný typ šedého polystyrenu EPS GreyWall Plus tloušťky 120 mm.

Vodorovnou tepelně izolační vrstvu tvoří pro střešní konstrukci polystyren tloušťky 300 mm + 200 mm ve spádu 2% Styrotrade styro EPS 150, základová konstrukce je izolována násypem z pěnového skla tloušťky 500 mm. Ve skladbách podlahy na terénu je přidána systémová deska pro podlahové vytápění tloušťky 50 mm.

Stropní konstrukce jsou opatřeny kročejovou izolací z čedičové minerální vlny Isover T-P tloušťky 30 mm a systémovou deskou podlahového vytápění tloušťky 33 mm.

8 Stavební tepelná technika

Návrhová vnitřní teplota byla stanovena na 20 °C, vnější návrhová teplota byla stanovena pro posouzení skladeb konstrukcí na -15 °C. Konstrukce tvořící obálku budovy byly posouzeny na:

- Součinitele prostupu tepla U
- Nejnižší vnitřní povrchovou teplotu konstrukce v ploše f_{Rsi}
- Pokles dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10}$
- Zkondenzované množství vodní páry M_c

Jednotlivé skladby obálky budovy byly navrženy na doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro pasivní domy dle ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky. Cílem bylo vytvořit kompaktní tepelně izolační obálku kolem navrženého objektu a co nejvíce omezit a minimalizovat tepelné mosty. Nad vchodovými dveřmi je navržena vchodová stříška, která bude k nosnému zdivu kotvena pomocí speciálních montážních bloků, např. PROPASIV Block A.

Přehled navržených izolačních materiálů:

- | | | |
|-------------------------|---------------------------------|------------|
| • EPS GreyWall Plus | $\lambda = 0,031 \text{ W/m.K}$ | tl. 240 mm |
| • EPS GreyWall Plus | $\lambda = 0,031 \text{ W/m.K}$ | tl. 120 mm |
| • EPS Isover Sokl 3000 | $\lambda = 0,034 \text{ W/m.K}$ | tl. 240 mm |
| • EPS Styrotrade 150 | $\lambda = 0,035 \text{ W/m.K}$ | tl. 389 mm |
| • Pěnové sklo REFAGLASS | $\lambda = 0,080 \text{ W/m.K}$ | tl. 500 mm |

Tab.1_Součinitel prostupu tepla

Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota U [W·m ⁻² ·K ⁻¹]	Normová hodnota U_N [W·m ⁻² ·K ⁻¹]	Posouzení
SO1 – obvodová stěna	0,138	0,30	Splněno
SO3 – obvodová stěna (sokl)	0,138	0,30	Splněno
SO6 – stěna přilehlá ke garáži	0,213	0,60	Splněno

SO7 – obvodová stěna garáže	0,239	0,80	Splněno
P1 – podlaha na terénu	0,142	0,45	Splněno
SCH1 – plochá vegetační střecha	0,106	0,24	Splněno
SCH3 – plochá vegetační střecha garáž	0,149	0,75	Splněno

Tab.2_Součinitel prostupu tepla oken

Posuzovaná konstrukce – OKNA	Vypočtená hodnota U [W·m ⁻² ·K ⁻¹]	Normová hodnota U_N [W·m ⁻² ·K ⁻¹]	Posouzení
O1 2000 x 1500 mm	0,69	1,5	Splněno
O2 1800 x 500 mm	0,75	1,5	Splněno
O3 1800 x 1500 mm	0,65	1,5	Splněno
O4 1500 x 750 mm	0,73	1,5	Splněno
O5 1000 x 2370 mm	0,70	1,5	Splněno
O6 3000 x 2370 mm	0,68	1,5	Splněno

Tab.3_Nejnižší vnitřní povrchová teplota

Posuzovaná konstrukce v ploše	Vypočtená hodnota teplotního faktoru f_{Rsi} [-]	Požadovaná hodnota teplotního faktoru $f_{Rsi,N}$ [-]	Posouzení $f_{Rsi} > f_{Rsi,N}$
SO1 – obvodová stěna	0,966	0,744	Splněno
SO7 – obvodová stěna garáže	0,942	0,668	Splněno
P1 – podlaha na terénu	0,965	0,551	Splněno
P2 – podlaha na terénu garáž	0,959	0,170	Splněno
SCH1 – plochá vegetační střecha	0,974	0,744	Splněno
SCH3 – plochá vegetační střecha garáž	0,963	0,744	Splněno

Tab.4_Pokles dotykové teploty podlahy

Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota $\Delta\vartheta_{10}$ [°C]	Požadovaná hodnota $\Delta\vartheta_{10,N}$ [°C]	Posouzení
-----------------------	--	---	-----------

P1b – podlaha na terénu (obývací pokoj, pracovna, kuchyň)	7,21	≤ 5,5	IV. – studené → NESPLNĚNO
P1a – podlaha na terénu (koupelna, chodba)	7,52	≤ 6,9	IV. – studené → NESPLNĚNO

Tab.5_Zkondenzované množství vodní páry v konstrukci

Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota M_c [kg·m ⁻² ·a ⁻¹]	Požadavek $M_{c,N}$ [kg·m ⁻² ·a ⁻¹]	Posouzení
SO1 – obvodová stěna	0,000	0,100	Vyhovuje
SO3 – obvodová stěna (sokl)	0,021	0,100	Vyhovuje
SO6 – stěna přilehlá ke garáži	0,000	0,100	Vyhovuje
SO7 – obvodová stěna garáže	0,014	0,100	Vyhovuje
P1 – podlaha na terénu	0,000	-	Vyhovuje
SCH1 – plochá vegetační střecha	0,004	0,065	Vyhovuje
SCH3 – plochá vegetační střecha garáž	0,004	0,065	Vyhovuje

Požadavky na součinitele prostupu tepla, nejnižší vnitřní povrchové teploty a na množství zkondenzované vodní páry byly u konstrukcí tvořící obálku budovy splněny. Požadavek na pokles dotykové teploty podlahy splněn nebyl, jako opatření budou lokálně na podlaze na terénu umístěny koberce.

K posouzení proběhlo v programu Teplo od společnosti DEKSOFT.

9 Stavební akustika a ochrana před hlukem

Vybrané návrhy konstrukce byly v rámci této bakalářské práce posouzeny z hlediska stavební akustiky. Byla také zpracována hluková studie v programu Hluk+. Detailní výpočet a výstupy z programu Hluk+ jsou součástí zprávy A.6.2_Zhodnocení konstrukcí z hlediska stavební fyziky.

9.1 Posouzení konstrukcí z hlediska stavební akustiky

Pro stanovení požadavků na vzduchovou a kročejovou neprůzvučnost navržených konstrukcí byla použita norma ČSN 73 0532: 2020. Požadavky jsou:

- Vzduchová neprůzvučnost:

$$R'_w \geq R'_{w,pož.} [dB]$$

- Kročejová neprůzvučnost:

$$L'_{n,w} \geq L'_{n,w,pož.} [dB]$$

Z hlediska vzduchové neprůzvučnosti byly hodnoceny tyto konstrukce:

- Příčka z vápenopískových tvárnic tl. 115 mm
- Nosná stěna přilehlá ke garáži z vápenopískových tvárnice tl. 200 mm
- Vnitřní stropní konstrukce (ŽB monolitická deska tl. 200 mm)

Z hlediska kročejové neprůzvučnosti byla hodnocena konstrukce:

- Vnitřní stropní konstrukce (ŽB monolitická deska tl. 200 mm), ve skladbě konstrukce vnitřního stropu je navržena kročejová izolace tl. 30 mm Isover T-P

Tab.1_Vypočítané hodnoty vzduchové a kročejové neprůzvučnosti vybraných konstrukcí

Konstrukce – typ, popis	Vypočítané hodnoty (dB)		Požadavek ČSN 73 0532 (dB)	
	R'_w	$L'_{w,N}$	min. R'_w	max. L'_w
VPC příčka tl. 115 mm	42	-	40	-
Stěna přilehlá ke garáži tl. 200 mm	47	-	40	-
Vnitřní stropní konstrukce tl. 200 mm	50	43	47	58

Navržené a výpočtem ověřené konstrukce uvedených skladeb splňují požadavky na vzduchovou a kročejovou neprůzvučnost platné legislativy.

9.2 Urbanistická akustika (hluková studie)

Řešený rodinný dům se nachází v okrajové části města Lipník nad Bečvou. K pozemku vede komunikace 3. třídy, v těsné blízkosti se nachází pozemky využívané k zemědělským účelům. Bodovým zdrojem hluku je navržené tepelné čerpadlo vzduch-voda. Tepelné čerpadlo je umístěné na severní fasádě řešeného rodinného domu.

Výpočet byl proveden v programu Hluk+.

Dle NV č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací je stanoven limit pro venkovní prostor pro den $L_{A,eq,T} = 50$ dB, pro noc $L_{A,eq,T} = 40$ dB pro bodový zdroj a pro den $L_{A,eq,T} = 60$ dB, pro noc $L_{A,eq,T} = 50$ dB pro liniový zdroj. Výsledné ekvivalentní hladiny

akustického tlaku $L_{A,eq,T}$ jsou v hodnocených bodech nižší než stanovené limity. Hluková studie vyhovuje požadavkům dle NV č. 272/2011 Sb.

Tab.2_Posouzení hlukové situace – komunikace

bod	DEN [dB]	NOC [dB]	Požadavek pro den [dB]	Požadavek pro noc [dB]	Posouzení
1	49,4	35,5	60	50	Splněno
2	46,2	32,4			Splněno
3	24,4	11,9			Splněno
4	31,7	18,2			Splněno
5	49,4	35,5			Splněno

Tab.3_Posouzení hlukové situace – bodový zdroj (TČ)

bod	DEN [dB]	NOC [dB]	Požadavek pro den [dB]	Požadavek pro noc [dB]	Posouzení
1	29,0	29,0	50	40	Splněno
2	2,6	2,6			Splněno
3	0	0			Splněno
4	2,5	2,5			Splněno
5	33,2	33,2			Splněno
6	2,0	2,0			Splněno
7	1,4	1,4			Splněno

10 Denní osvětlení a proslunění

Výpočet a samotné posouzení požadavků pro denní osvětlení bylo provedeno v programu BuildingDesign. Požadované hodnoty na činitele denní osvětlenosti byly stanoveny dle ČSN 73 0580-2: 2007 + Z1: 2019 – podle čl. 3.2.1 a 3.2.2, a to minimální hodnota $D_{min} = 0,7 \%$, průměrná hodnota $D_m = 0,9 \%$.

Detailní výpočet a výstupy z programu BuildingDesign jsou součástí zprávy A.6.2_Zhodnocení konstrukcí z hlediska stavební fyziky.

10.1 Denní osvětlení

Denní osvětlení bylo hodnoceno pro obytné místnosti:

- Pracovna
- Obývací pokoj s kuchyní
- Dětský pokoj 1

- Dětský pokoj 2
- Ložnice

Výplně otvorů jsou izolační trojskla, součinitel konstrukce okna byl stanoven $\tau = 0,72$. Okna na jižní a západní straně jsou stíněna venkovními žaluziemi. Barevné řešení fasády i vnitřní malby je navrženo ve světlém provedení.

Tab.4_Posouzení vybraných místností na denní osvětlení

Místnost	Soustava hodnocených bodů		Posouzení	
Pracovna	1,7	3,4	1,7 a 3,4 $\geq 0,7$ %	$(1,7+3,4)/2 \geq 0,9$ %
	1,8	2,8	1,8 a 2,8 $\geq 0,7$ %	$(1,4+2,8)/2 \geq 0,9$ %
Obývací pokoj + kuchyně	0,7	3,4	0,7 a 3,4 $\geq 0,7$ %	$(0,7+3,4)/2 \geq 0,9$ %
	0,9	1,9	0,9 a 1,9 $\geq 0,7$ %	$(0,9+2,2)/2 \geq 0,9$ %
Dětský pokoj 1	0,8	1,0	0,8 a 1,0 $\geq 0,7$ %	$(0,8+1,0)/2 \geq 0,9$ %
Dětský pokoj 2	1,0	1,2	1,0 a 1,2 $\geq 0,7$ %	$(1,0+1,2)/2 \geq 0,9$ %
Ložnice	1,5	2,1	1,5 a 2,1 $\geq 0,7$ %	$(1,5+2,1)/2 \geq 0,9$ %
	2,0	3,3	2,0 a 3,3 $\geq 0,7$ %	$(2,0+3,3)/2 \geq 0,9$ %

Požadavky na činitele denní osvětlenosti jsou ve všech obytných místnostech splněny.

10.2 Proslunění

Pro hodnocení proslunění rodinného domu na parc. č. 1035/61 byly zvoleny kontrolní body na osluněných fasádách objektu vždy ve středu okna obytných místností. Hodnocení požadavku na proslunění rodinného domu bylo provedeno pomocí programu BuildingDesign pro vybrané místnosti:

- Pracovna
- Obývací pokoj s kuchyní
- Dětský pokoj 1
- Dětský pokoj 2
- Ložnice

Dle vyhlášky č. 268/2009 Sb. požadavek na proslunění samostatně stojícího rodinného domu je, že se součet podlahových ploch prosluněných obytných místností rovná nejméně polovině součtu podlahových ploch všech obytných místností. Tento požadavek je splněn. Obytná místnost je prosluněna pokud, nejmenší skladebný rozměr osvětlovacího otvoru je alespoň 900 mm a doba proslunění 1.března je nejméně 90 minut. Tyto požadavky jsou splněny u všech obytných místností rodinného domu.

Tab.5_Posouzení vybraných místností na proslunění

Místnost	Doba proslunění [hod]	Požadavek [hod]	Posouzení
Pracovna	1:54 (12:54-14:48)	1:30	1:54 > 1:30
Obývací pokoj + kuchyně	6:22 (8:05-11:56, 12:54-15:25)		6:22 > 1:30
Dětský pokoj 1	7:34 (8:05-15:39)		7:34 > 1:30
Dětský pokoj 2	7:34 (8:05-15:39)		7:34 > 1:30
Ložnice	7:50 (8:05 - 15:55)		7:50 > 1:30

11 Energetická náročnost budovy

Navržený rodinný dům je vhodně orientován ke světovým stranám a dispozičně rozvržen tak, aby mohlo být využito pasivních solárních zisků v co největší míře. Na jižní a západní fasádě je umístěno nejvíce výplní otvorů. Jako opatření proti nežádoucím tepelným ziskům z výplní otvorů v letním období, je navrženo venkovní stínění. Rodinný dům je kompaktního obdélníkového tvaru. Konstrukce tvořící obálku budovy byly navrženy na doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla dle normy ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky.

Výpočtem bylo ověřeno, že takto navržený rodinný dům spadá do klasifikační třídy A – velmi úsporná. Vypočtený průměrný součinitel prostupu tepla budovy splňuje požadavky dle ČSN 73 0540-2:2011 i dle Vyhl. 264/2020 Sb.

V rámci TZB bylo navrženy obnovitelné zdroje energie, a to tepelné čerpadlo vzduch-voda, solární termické panely pro ohřev teplé vody a rekuperační jednotka s entalpickým výměníkem.

V programu Energetika od společnosti DEKSOFT byl vyhotoven Průkaz energetické náročnosti budovy. Výsledkem je zatřídění rodinného domu do klasifikační třídy A – mimořádně úsporná. Měrná potřeba tepla na vytápění je dle výpočtu 18,9 kWh/m²·rok. Průkaz energetické náročnosti budovy je samostatnou přílohou této bakalářské práce v kapitole B.3_Průkaz energetické náročnosti budovy.

12 Zdravotně technické instalace

Součástí projektové dokumentace je koncepční řešení návrhu kanalizace a rozvodů studené a teplé vody. Potřeba pitné vody byla stanovena dle Vyhlášky č. 428/2001 Sb.

12.1 Hospodaření s dešťovou vodou

Dešťová voda z plochých vegetačních střech a ze zpevněných ploch bude svedena do akumulární nádrže o objemu 7 m³. Před vstupem do akumulární nádrže bude voda přefiltrována. Dále bude tato voda využívána pro splachování WC a ve vegetačním období pro závlahu. Dešťová voda bude do jednotky RainMaster ECO čerpána z akumulární nádrže přes nasávací hadici, pokud v akumulární nádrži nebude dostatečné množství dešťové vody, jednotka se automaticky přepne na zásobování pitnou vodou z řádu.

Z důvodu bezpečnosti bude akumulární nádrž napojena na veřejnou kanalizaci. Vsakovací zařízení není předmětem návrhu, maximální přípustná doba prázdnění vsakovacího zařízení dle normy ČSN 75 9010 nebyla splněna. Bylo uvažováno s koeficientem vsaku pro hlinité půdy, pro přesnější výsledek a návrh vsakovacího zařízení je doporučeno provést hydrogeologický průzkum a vsakovací zkoušku.

13 Vytápění a ohřev teplé vody

13.1 Vytápění

Jako zdroj tepla pro vytápění i ohřev teplé vody bylo navrženo tepelné čerpadlo vzduch-voda systému split NIBE AMS 10-6 s vnitřní jednotkou HBS 05. Nominální výkon TČ je při 7/35 °C 2,67 kW, COP 5,32. Doplnkový zdroj tepla (elektrokotel) má výkon 5 kW. Venkovní jednotka tepelného čerpadla je umístěna na severní fasádě domu, vnitřní jednotka je umístěna v technické místnosti. V objektu je navržen teplovodní systém podlahového vytápění.

13.2 Ohřev teplé vody

Zdroj pro ohřev teplé vody je tepelné čerpadlo vzduch-voda. V letních měsících je ohřev teplé vody zajištěn solárními termickými panely Regulus KPG1 ALC. Celkový instalovaný počet panelů je 2 ks s plochou 5,04 m² s výkonem 4,09 kW. Solární panely jsou instalovány na plochou střechu rodinného domu, sklon solárních termických panelů je 45°. Zásobník TV je navržen jako

nepřímotopný stacionární zásobník OKC 400 NTRR/HP/SOL o objemu 352 l. Zásobník má dva trubkové výměníky, horní je určen pro topný systém (tepelné čerpadlo), dolní výměník je určen pro solární systém.

14 Větrání

Nucené větrání zajišťuje rekuperační jednotka Zehnder ComfoAir Q350 TR s maximálním průtokem vzduchu 350 m³/h. Vzduchová bilance je navržena jako rovnotlaká s průtokem 310 m³/h. Zpětné získávání tepla je zajištěno protiproudým entalpickým výměníkem pro dosažení co největšího tepelného komfortu. Ve vzduchotechnické jednotce je integrován modulační letní bypass.

Část Vzduchotechnika je zpracována na úrovni prováděcího projektu.

Jednotka Zehnder ComfoAir Q350 TR je umístěna v technické místnosti. Hlavní rozvod je navržen ze Spiro potrubí, ze Spiro potrubí k vyústkám je vedeno ohebné potrubí Sonoflex. Sonoflex byl zvolen na základě ohebnosti a dobrých akustických vlastností. Potrubí je vedeno v podhledu. Do obytných místností je přiváděn čerstvý vzduch a z místností, kde se vzduch nejvíce znečistí (kuchyně, koupelna, WC, zádveří), je odváděn. Vzduch prochází přes prostor chodby a schodiště, je proto zajištěné proudění vzduchu – dveře bez prahů. Uvnitř jednotka Zehnder ComfoAir Q350 TR je entalpický výměník s 86 % účinností (hodnota z technického listu).

15 Chlazení

V rodinném domě není navržen systém chlazení.

16 Umělé osvětlení

Je navrženo osvětlení LED.

17 Elektroinstalace

Elektrická energie bude zajištěna napojením na vedení NN. Od dodavatele elektrické energie byla již na řešeném pozemku vyhotovena přípojka. V objektu bude instalována elektroměrová skříň a pojistková skříň. Rodinný dům i garáž budou chráněny aktivním hromosvodem.

18 Požárně bezpečnostní řešení

Požárně bezpečnostní řešení stavby je detailně řešeno zvláště v kapitole A.5_Požárně bezpečnostní řešení.

18.1 Požární charakteristiky objektu

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

Dle normy ČSN 73 0833 je objekt klasifikován jako Budova pro bydlení – budova skupiny OB1. Požární výška objektu je $h = 3,1$ m. Konstrukční systém objektu je DP1 – NEHOŘLAVÝ. U objektů OB1 lze SPB určit tabulkově dle ČSN 73 0833. Pro 2 nadzemní podlaží, nehořlavý konstrukční systém je SPB – II.

18.2 Rozdělení objektu na požární úseky

Navržen je jeden požární úsek. Označení požárního úseku je N01.01/N02.

18.3 Zařízení pro protipožární zásah

Objekt OB1 musí být vybaven zařízením autonomní detekce a signalizace. Zařízení autonomní detekce a signalizace bude umístěno v 1NP v místnosti č. 1.04 chodba a ve 2NP na schodišti, také bude zařízení autonomní detekce a signalizace instalováno do garáže.

Objekt bude vybaven 1x přenosným hasicím přístrojem s hasicí schopností 34 A. Garáž bude vybavena 1x přenosným hasicím přístrojem s hasicí schopností 183 B.

19 Vliv stavby na okolí (hluk, vibrace, prašnost)

Výstavba rodinného domu a garáže bude mít negativní dopad na okolní stavby a pozemky, budou však v průběhu výstavby a následného používání dodržována opatření, aby tento vliv byl minimální. Užívání stavby nebude mít negativní vliv na životní prostředí a okolní zástavbu. Součástí projektové dokumentace bude žádost o vynětí pozemku ze zemědělského půdního fondu.

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 – práce budou probíhat v denní dobu (8-18 hod), hlučné práce budou prováděny pouze v pracovní dny, proti zvýšené prašnosti a znečištění obslužných komunikací – šíření prachu je nutno omezit příslušným opatřením (zkrápění, použití plachet, ...), proti případnému znečištění okolí stavby způsobené vlivem stavební činnosti – je nutné ihned odstraňovat nebo jim předcházet. Vliv hluku je řešen v A.6_Stavební fyzika.

20 Dopravní řešení

Objekt je napojen na stávající příjezdovou komunikaci. Novostavba rodinného domu bude přístupná z obslužné komunikace. Na pozemku bude vedle objektu RD vystavěna samostatná garáž pro 1 OA. Další možnosti parkování je možné na zpevněné příjezdové ploše před garáží. V přímé blízkosti pozemku se nevyskytují cyklistické a pěší trasy.

Nejedná se o veřejně přístupnou stavbu, není třeba řešit bezbariérový přístup a užívání objektu. Investor nepožaduje řešit objekt jako bezbariérový dle vyhlášky č. 268/2009 Sb., O obecných technických požadavcích na stavbu.

21 Terénní úpravy a řešení vegetace

Okolo novostavby rodinného domu budou provedeny terénní úpravy. Pro terénní úpravy bude zpětně využita vytěžená zemina ze základových prací, bude oseta travním semenem, přebytková zemina bude odvezena na skládku. V místě stavby bude odstraněna náletová zeleň. Použití konkrétních vegetačních prvků není předmětem této projektové dokumentace.

22 Orientační náklady stavby

RD + garáž: $918,90 \text{ m}^3 \times 7\,000 \text{ Kč} = 6\,432\,300 \text{ Kč}$

Zpevněné plochy: $67,85 \text{ m}^2 \times 1\,850 \text{ Kč} = 125\,522 \text{ Kč}$

Přípojky:

- vodovod $1 \text{ m} = 6\,800 \text{ Kč} \rightarrow 69\,360 \text{ Kč}$
- vodoměrná šachta $25\,000 \text{ Kč}$
- splašková kanalizace $1 \text{ m} = 5\,700 \text{ Kč} \rightarrow 57\,570 \text{ Kč}$
- revizní šachta $10\,500 \text{ Kč}$

Aku. nádrž + jednotka RainmasterEco: $68\,000 \text{ Kč}$

Zdroj vytápění (TČ) + ohřev TV: $100\,000 + 45\,000 + 34\,000 = 179\,000 \text{ Kč}$

Rekuperační jednotka: $90\,000 \text{ Kč}$

Celkem: 7 060 000 Kč

Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo zpracování projektové dokumentace novostavby dvoupodlažního rodinného domu ve stupni pro vydání stavebního povolení v návaznosti na techniku prostředí stavby, tak aby bylo dosaženo požadavku budovy s téměř nulovou spotřebou energie. Pro minimalizování až omezení tepelných mostů jsem navrhla rodinný dům jednoduchého obdélníkového tvaru s kompaktní obálkou budovy. Rodinný dům a garáž jsou založeny na železobetonové desce s podsypem z pěnového skla, střešní konstrukci tvoří vegetační plochá střecha. Pro využití, co nejvíce solárních zisků byla navržena okna především orientovaná na jih a západ, pro dosažení tepelné pohody a zamezení přehřátí budovy v letních měsících byly navrženy vnější stínící prvky. Integrací vhodného systému TZB s využitím obnovitelných zdrojů energie – tepelné čerpadlo, solární termické panely a rekuperační jednotka, bylo spolu se stavebně-konstrukčním řešením dosaženo klasifikační třídy A – mimořádně úsporná.

Zpracování bakalářské práce pro mě bylo velmi přínosné. V průběhu zpracování jsem si uvědomila důležitost vzájemného propojení jednotlivých částí.

Seznam použitých zdrojů

Odborná literatura

BÁRTA, Ladislav; DOLEŽALOVÁ, Jana; MAUREROVÁ, Lenka a WIERZBICKÁ, Helena. BT51 – Technická zařízení budov I (S): AT01 – Technická zařízení budov I. A – Technická infrastruktura: návody do cvičení se vzorovými úlohami. Návody do cvičení se vzorovými úlohami. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2015. ISBN 978-80-214-5132-2

BENEŠ, Petr; SEDLÁKOVÁ, Markéta; RUSINOVÁ, Marie; BENEŠOVÁ, Romana a ŠVECOVÁ, Táňa. Požární bezpečnost staveb. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2021. ISBN 978-80-7623-070-5

Použité normy a předpisy

- [1] Stavební zákon č. 283/2021 Sb. ve znění pozdějších předpisů
- [2] Vyhl. č.268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby
- [3] Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb ve znění pozdějších předpisů
- [4] ČSN 73 0540-1, 3, 4:2005, ČSN 73 0540-2:2011 + Z1:2012 Tepelná ochrana budov
- [5] ČSN 01 3420:2004 Výkresy pozemních staveb – Kreslení výkresů stavební části
- [6] Vyhláška č. 264/2020 Sb. o energetické náročnosti budov
- [7] Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací se změnami: č. 217/2016 Sb., 241/2018 Sb.
- [8] ČSN 73 0532:2020 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky.
- [9] ČSN 73 4301:2004 ve znění Z4:2019 Obytné budovy.
- [10] ČSN EN 17 037 Denní osvětlení budov:2019
- [11] ČSN 73 0580-1:2007 Denní osvětlení budov – část 1: Základní požadavky + Z3:2019
- [12] ČSN 73 0580-2:2007 Denní osvětlení budov – část 2: Denní osvětlení obytných budov + Z1:2019
- [13] ČSN 73 0833 Požární bezpečnost staveb – Budovy pro bydlení a ubytování
- [14] ČSN 73 0802 ed. 2 Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty

- [15] ČSN 73 0818 Požární bezpečnost staveb – Obsazení objektů osobami
- [16] ČSN 73 0873 Požární bezpečnost staveb – Zásobování požární vodou
- [17] Vyhláška č. 428/2001 Sb. Vyhláška Ministerstva zemědělství, kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)
- [18] ČSN 75 6101 Stokové sítě a kanalizační přípojky
- [19] ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod
- [20] ČSN 33 2130 ed.3 Elektrické instalace nízkého napětí – Vnitřní elektrické rozvody
- [21] ČSN EN 62 305-1 ed.2 Ochrana před bleskem – Část 1: Obecné principy
- [22] Vyhláška č. 48/1982 Sb., základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení
- [23] ČSN 01 3454 Technické výkresy – Instalace – Vzduchotechnika, klimatizace
- [24] ČSN 12 7010 Vzduchotechnická zařízení – Navrhování větracích a klimatizačních zařízení – Obecná ustanovení

Webové stránky

- [1] *Český úřad zeměměřický a katastrální* [online]. Dostupné z: <https://www.mesto-lipnik.cz/>
- [2] *Úplné znění ÚP Lipník nad Bečvou po změně č.11* [online]. Dostupné z: <https://www.mesto-lipnik.cz/>
- [3] *GEOPORTÁL ČÚZK* [online]. Dostupné z: <https://geoportal.cuzk.cz/>
- [4] *Vápenopískové zdivo Sendwix* [online]. Dostupné z: <https://www.kmbeta.cz/sendwix>
- [5] *Isover EPS GreyWall Plus* [online]. Dostupné z: <https://www.isover.cz/produkty/isover-eps-greywall-plus#descriptions>
- [6] *Isover T-P* [online]. Dostupné z: <https://www.isover.cz/produkty/isover-eps-greywall-plus#descriptions>

- [7] *Isover EPS Sokl 3000* [online]. Dostupné z: <https://www.isover.cz/produkty/mineralni-vlna/isover-t-p#descriptions>
- [8] *Styro EPS 150* [online]. Dostupné z: <https://www.isover.cz/produkty/eps/isover-eps-sokl-3000>
- [9] *PĚNOVÉ SKLO REFAGLASS* [online]. Dostupné z: <https://styrotrade.cz/sk/>
- [10] *PROPASIV® Block A* [online]. Dostupné z: <https://www.refaglass.cz/>
- [11] *VEKRA ALU DESIGN CLASSIC* [online]. Dostupné z: <https://www.vekra.cz/produkt/alu-design-classic/>
- [12] *TZB info* [online]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/>
- [13] *Zehnder ComfoAir Q350 TR* [online]. Dostupné z: <https://www.zehnder.cz/cs>
- [14] *NIBE SPLIT HBS* [online]. Dostupné z: <https://www.nibe.eu/cz/cs/produkty/tepelna-cerpadla/tepelna-cerpadla-vzduch-voda/split-hbs>
- [15] *NEPŘÍMOTOPNÝ ZÁSOBNÍK OKC NTRR/HP/SOL* [online]. Dostupné z: <https://www.dzd.cz/>
- [16] *Regulus Sluneční kolektor KPG1 - 10336* [online]. Dostupné z: <https://www.reguluseshop.cz/>
- [17] *Dešťovka.eu* [online]. Dostupné z: <https://www.reguluseshop.cz/>
- [18] *Elektrodesign* [online]. Dostupné z: <https://www.cuzk.cz/>
- [19] *Schöck Tronsole® typ L* [online]. Dostupné z: <https://www.elektrodesign.cz/>

Seznam použitých softwarů

Autodesk AutoCAD 2019

Microsoft – Word, Excel

BuildingDesign

Hluk+

DEKSOFT – Teplo, Energetika

Seznam použitých zkratek a symbolů

par. č.	parcelní číslo
LUg	luzem oglejená
SEm	šedozem modální
PVC	polyvinylchlorid
SO	stavební objekt
IO	inženýrský objekt
NN	nízké napětí
EPS	expandovaný polystyren
U_f	součinitel prostupu tepla rámu okna
U_g	součinitel prostupu tepla zasklení
U	součinitel prostupu tepla
f_{Rsi}	teplotní faktor
M_c	množství zkondenzované vodní páry
$\Delta\theta_{10}$	rozdíl teplot pro výpočet poklesu dotykové teploty podlahy
λ	tepelná vodivost
τ	součinitel konstrukce otvoru
g	solární konstanta
ψ_g	lineární činitel prostupu tepla
R_w	laboratorní vzduchová neprůzvučnost
R_w'	vážená stavební neprůzvučnost
$L_{n,w}'$	normalizovaná hladina akustického tlaku kročejového zvuku
$L_{A,eq,T}$	ekvivalentní hladina akustického tlaku
D_{min}	minimální hodnota činitele denní osvětlenosti
D_m	průměrná hodnota činitele denní osvětlenosti
TČ	tepelné čerpadlo
COP	teplotní faktor
TV	teplá voda
OA	osobní automobil

Seznam příloh

Příloha A Pozemní stavby

A.1 Průvodní zpráva

A.2 Souhrnná technická zpráva

A.3 Situace

A.3.1 Situace širších vztahů 1:1000

A.3.2 Katastrální situace 1:500

A.3.3 Koordinační situační výkres 1:200

A.4 Architektonicko-stavební řešení

A.4.1 Architektonicko-stavební řešení

A.4.1.1 Půdorys 1NP 1:50

A.4.1.2 Půdorys 2NP 1:50

A.4.1.3 Řez A-A' 1:50

A.4.1.4 Řez B-B' 1:50

A.4.1.5 Pohledy severní a východní 1:50

A.4.1.6 Pohledy jižní a západní 1:50

A.4.1.7 Detail – sokl 1:10

A.4.1.8 Detail – výstup na terasu 1:10

A.4.1.9 Detail – výplně otvorů 1:5

A.4.1.9 Detail – napojení vegetační střechy na obvodovou stěnu 1:10

A.4.1.10 Detail – ukončení vegetační střechy 1:10

A.4.1.11 Skladby konstrukcí

A.4.1.12 Výpis oken a dveří

A.4.1.13 Výpis prvků

A.4.2 Stavebně-konstrukční řešení

A.4.2.1 Základy 1:50

A.4.2.2 Stropní konstrukce 1:50

A.4.2.3 Vegetační plochá střecha 1:50

A.5 Požárně bezpečnostní řešení

A.6 Stavební fyzika

Příloha B Technická zařízení budov

B.1 Koncepční řešení systémů TZB v budově

B.1.1 Koncepční návrh systémů TZB

B.1.2 Hlavní trasy kanalizace 1:50

B.1.3 Hlavní trasy vodovodu – půdorys 1NP 1:50

B.1.4 Hlavní trasy vodovodu – půdorys 2NP 1:50

B.1.5 Schéma vytápění 1:100

B.1.6 Hromosvod, umístění domovního rozvaděče 1:100

B.2 Prováděcí projekt – Vzduchotechnika

B.2.1 Technická zpráva – Vzduchotechnika

B.2.2 Půdorys 1NP 1:50

B.2.3 Půdorys 2NP 1:50

B.2.4 Řez A-A', Řez B-B' 1:50

B.2.5 Funkční schéma 1:10

B.2.6 Příloha č.1 – hx diagramy

B.3 Průkaz energetické náročnosti