

# **STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST**

Obor SOČ: 11. Stavebnictví, architektura a design interiérů

## **Pasivní rodinný dům s keramickou dílnou**

**Tomáš Votruba**

**Kraj: Středočeský**

**Neveklov 2015**

# **STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST**

Obor SOČ: 11. Stavebnictví, architektura a design interiérů

## **Pasivní rodinný dům s keramickou dílnou**

**Tomáš Votruba**

**Škola: Obchodní akademie Neveklov, Školní 303, 257 56 Neveklov**

**Kraj: Středočeský**

**Konzultant: Ing. Markéta Křivánková**

**Neveklov 2015**

Prohlašuji, že jsem svou práci SOČ vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v seznamu vloženém v práci SOČ. Prohlašuji, že tištěná verze a elektronická verze soutěžní práce SOČ jsou shodné. Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Neveklově dne 30. 3. 2015

podpis:.....

# **Anotace**

Autor práce: Tomáš Votruba

Název práce: Pasivní rodinný dům s keramickou dílnou

---

Práci vypracoval žák 4. ročníku Obchodní akademie Neveklov, obor – podnikání ve stavebnictví

Cílem práce je seznámit se s pojmem pasivní dům a následně vyprojektovat pasivní rodinný dům s keramickou dílnou

Úvodní část práce poskytuje obecné informace o pasivních domech.

Následující část práce je věnována charakteristice vlastního projektu. V příloze je pak uveden projekt vlastního vyprojektovaného rodinného domu s keramickou dílnou

Klíčová slova: pasivní dům; dispoziční řešení; projekt

Tímto děkuji Ing. Markétě Křivánkové, vyučující pozemního stavitelství, za cenné rady a připomínky.  
Děkuji také paní Mgr. Miroslavě Hulanové, které mě vedla při této práci.

## Obsah:

ÚVOD .....	7
1 PASIVNÍ DŮM.....	8
1.1 VÝHODY PASIVNÍHO DOMU .....	8
1.2 Porovnání pasivního a nízkoenergetického domu .....	9
1.3 POŽADAVKY NA PASIVNÍ DOMY .....	10
1.3.1 KONCEPCE A DISPOZIČNÍ ŘEŠENÍ.....	10
1.3.2 IZOLACE KONSTRUKCÍ.....	10
1.3.3 KONSTRUKČNÍ SYSTÉMY .....	11
1.3.4 VĚTRÁNÍ .....	11
1.4 KONTAKTNÍ ZATEPLOVACÍ SYSTÉM.....	12
1.5 ATRIBUTY ENERGETICKÝCH VLASTNOSTÍ OBJEKTU.....	12
1.6 JEDNOPATROVÝ VS. VÍCEPATROVÝ DŮM.....	13
1.7 STŘECHA PRO PASIVNÍ DŮM.....	13
2 TECHNICKÁ ZPRÁVA.....	14
2.1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE .....	14
2.2 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O STAVBĚ .....	14
2.3 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O POZEMKU .....	14
2.4. TERMÍNY VÝSTAVBY .....	14
2.5 PŘEDMĚT ŘEŠENÍ PROJEKTU.....	15
2.6 PŘEHLED VÝCHOZÍCH PODKLADŮ .....	15
2.7 STAVENIŠTĚ .....	15
2.8 URBANISTICKÉ A ARCHITEKTONICKÉ ŘEŠENÍ STAVBY .....	15
2.9 STAVEBNĚ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ .....	16
ZÁVĚR .....	22
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	24
SEZNAM PŘÍLOH: .....	25

## ÚVOD

Tento projekt – „Pasivní dům s keramickou dílnou“ byl vybrán proto, že se jedná o něco jiného, neobvyklého, ale hlavním cílem bylo dozvědět něco více těchto domech. Dalším důvodem také bylo to, že projekt měl být originální.

U dispozice domu je výchozím vlastní návrh. Jde o klasický obdélníkový dům s plochou střechou, tudíž ne moc složitý na postavení, ale s náročným odizolováním.

Pro práci byl vytvořen následující harmonogram:

### **Září – Návrh dispozičního řešení**

Tento návrh spočíval v rozvržení místností v domě, určení jeho rozměrů, počtu podlaží. Nakonec následovalo zakreslení oken, dveří a zařizovacích předmětů do jednotlivých místností.

### **Říjen – Půdorys 1. nadzemního podlaží**

Kompletní výkres půdorysu s přesnými rozměry a rozložením místností, zakreslením schodiště, narýsovanými dveřmi a okny

### **Listopad – Půdorys 2. nadzemního podlaží**

Kompletní výkres půdorysu s přesnými rozměry, rozmístěním místností, schodiště ...

### **Prosinec – Půdorys základů a podélný řez**

Návrh a zakreslení řešení základových pasů, včetně sklopených řezů (část řezu, která ukazuje provedení základu v daném místě). Základy jsou okótovány a označeny výškovými údaji.

Podélný řez konstrukcí domu, procházející dveřmi, nosnými konstrukcemi, okny. Detailní skladby podlahové konstrukce, stropní konstrukce a střešního pláště.

### **Leden – Příčný řez**

Příčný řez konstrukcí domu, včetně řezu schodištěm. Detailní skladby podlahové a stropní konstrukce, střešního pláště.

### **Únor – Půdorys střechy, pohledy, specifikace oken a dveří**

Pohledy domu ze severní, východní, jižní a západní části, včetně soklu a střešní krytiny.

### **Březen – Technická a průvodní zpráva**

Detailní popis konstrukce domu, staveniště, co projektu předcházelo, umístění stavby, odhadované náklady. Dále kompletace a odevzdání projektu, jeho prezentace.

# 1 PASIVNÍ DŮM

Termín pasivní dům se používá pro mezinárodně uznávaný standard budov s velmi nízkou spotřebou energie a vysokým komfortem bydlení. Pasivní domy jsou současně základem pro nulové domy, které budou povinné od roku 2020 podle Evropské směrnice o energetické náročnosti budov (EPBD 2).

Oproti stávajícím budovám, které jsou spíše tepelnými zářiči, spotřebují pasivní domy desetkrát méně energie na vytápění. V porovnání s novostavbami splňující současně platné normy činí tato úspora až 85 %. Na komfort a kvalitu vnitřního prostředí to však nemá vliv. Právě naopak! Výborné tepelné pohody a neustále čerstvého vzduchu bez průvanu si můžete užívat bez problémů i při zvyšujících se cenách energie.

Konstrukce pasivního domu je velice jednoduchá. Jde o to, nepustit žádné teplo ven a přitom co nejefektivněji využít tepelné zisky, které jsou k dispozici. Tím lze dosáhnout výrazného snížení výkonu zdroje tepla, objemu technologií i celkové závislosti objektu na dodávkách energie.

Radikální snížení potřeby tepla na vytápění by nebylo možné bez mimořádně kvalitního zateplení bez tepelných mostů. V době vzrůstajících nároků na kvalitu bydlení přinášejí precizně izolované konstrukce na rozdíl od běžných staveb s chladnějšími vnitřními povrchy výtečnou tepelnou pohodu prostředí.

Okna s izolovanými rámy a trojitým zasklením jsou v pasivním domě jakýmsi „radiátorem“, který se výrazně podílí na vytápění domácnosti. Okna je proto důležité správně navrhnout.

Srdcem domu je řízené větrání se zpětným ziskem tepla tzv. rekuperací, které se stará o čerstvý vzduch v obytných místnostech. Znečištěný vzduch se odvádí z míst jako kuchyně, koupelna či WC. To vše bez toho, aby vznikal průvan a zbytečné tepelné ztráty větráním. Má-li správně fungovat větrací jednotka a hlavně rekuperace tepla, nesmí se větrat „neřízeně“ netěsnostmi v konstrukcích. Následkem mohou být nejen větší tepelné ztráty, ale v místě netěsnosti může dojít k poškození konstrukce.

## 1.1 VÝHODY PASIVNÍHO DOMU

Pasivní dům představuje pro obyvatele mnoho výhod. Mezi nejvýznamnější patří:

- vyšší komfort bydlení
- extrémně nízké náklady na vytápění
- stálý přívod čerstvého vzduchu bez průvanu

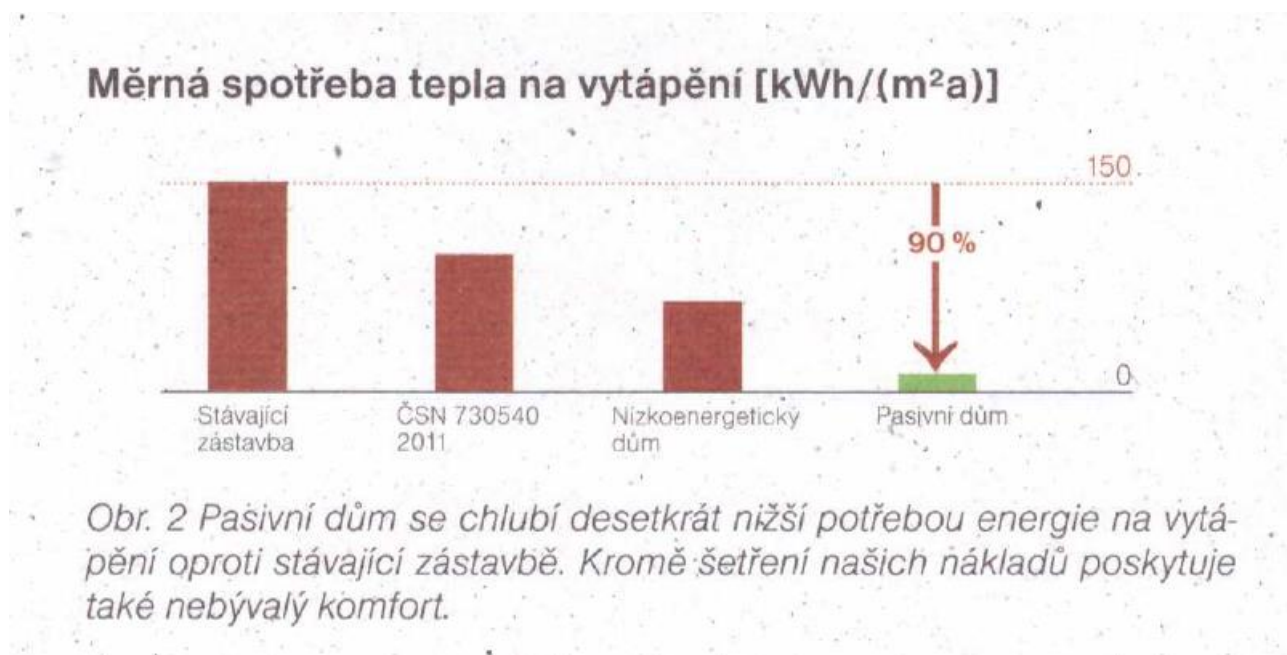


- žádné teplotní rozdíly v místnosti
- příjemné teploty v zimě i v létě
- kvalitní ochrana konstrukcí
- vyšší cena na trhu nemovitostí

## 1.2 Porovnání pasivního a nízkoenergetického domu

Z porovnání spotřeby energie na vytápění jsou patrné rozdíly mezi různými standardy, v kterých jsou budovy u nás stavěny. Nezbytným vývojovým stupněm k pasivnímu domu byly domy nízkoenergetické. Hraniční hodnota měrné potřeby tepla na vytápění pro dosažení tohoto standardu je 50 kWh/(m<sup>2</sup>a).

Nízkoenergetický dům obsahuje v podstatě stejné komponenty jak pasivní dům, pouze v menší míře. Na rozdíl od pasivního domu potřebuje větší zdroj tepla a rozsáhlejší topný systém, čímž se ve výsledku vyrovnají investiční náklady, ale provozní zůstávají o poznání vyšší než u pasivního domu.<sup>1</sup>



<sup>1</sup> Obr. – Centrum pasivního domu, Brno 2013

### 1.3 POŽADAVKY NA PASIVNÍ DOMY

K základním požadavkům patří:

1. **měrná potřeba tepla na vytápění** je maximálně 15 kWh/(m<sup>2</sup>a)
2. **neprůzvučnost obálky budovy**  $n_{50}$  ověřená tlakovou zkouškou nesmí překročit hodnotu 0,6<sup>-1</sup>, což znamená, že při tlaku nebo podtlaku 50 Pa se nesmí za hodinu vyměnit netěsnostmi v obálce více než 60 % vnitřního objemu vzduchu
3. **celková potřeba primární energie** spojená s provozem budovy včetně domácích spotřebičů je nižší než 120 kWh/(m<sup>2</sup>a).

#### 1.3.1 KONCEPCE A DISPOZIČNÍ ŘEŠENÍ

Již prvotní úvahy o tvaru budovy a její dispozici definují budoucí energetickou náročnost budovy a ovlivňují v konečném důsledku i cenu pasivního domu.

Požadavky na dispoziční řešení pasivního domu jsou následující:

1. **kompaktní tvar budovy** – nejzásadnější z parametrů, snaha o dosažení co nejnižšího poměru ochlazovaných konstrukcí k objemu budovy A/V: ideální tvar je koule, ovšem z hlediska využití v praxi pak krychle nebo dispozičně vhodnější kvádr
2. **pokud možno jižní orientace budovy nezastíněná okolní zástavbou**, která zabezpečí dostatek solárních zisků
3. **omezení složitých tvarů v konstrukci budovy**, které při realizaci mohou vytvářet komplikované detaily, tepelné mosty a celkově prodražují stavbu
4. **vnitřní dispozice s ohledem na světové strany**, využití slunečních zisků a optimalizaci délky rozvodů větrání, topení a teplé vody

Panelové domy, školy či administrativní budovy jsou pro energetické úspory takřka stvořené. Díky kompaktnosti tvaru je mnohem jednodušší postavit je v pasivním standardu než samostatně stojící rodinné domy.

#### 1.3.2 IZOLACE KONSTRUKCÍ

Celá obálka domu musí být dobře izolována, z pohledu současné běžné výstavby až extrémně. Přesná tloušťka izolace se určuje výpočtem, běžně se však pohybuje kolem 30 cm izolace u stěn, v konstrukci střechy pak může být až 40 cm.

Stejně dobře je nutné izolovat i podlahu k zemině nebo suterénu. Aby izolace účinně fungovala, musí být provedena bez přerušení, spár a zbytečných prostupů, které by vytvářely tepelné mosty.

Na tloušťce izolace se nevyplatí šetřit, protože izolace samotná je levná a na ceně stavby se navýšení její tloušťky projeví minimálně.

Jako tepelnou izolaci je možné bez větších problémů použít všechny běžně dostupné izolační materiály (polystyren, minerální vlna) nebo jejich přírodní alternativy (foukaná celulóza, dřevovláknité desky, lněné a konopné izolace, sláma). V současné době je dostupná i vakuová izolace s podstatně nižšími hodnotami tepelné vodivosti, která se však díky vyšší ceně používá spíše jen na specifické části stavby.

### **1.3.3 KONSTRUKČNÍ SYSTÉMY**

Typů obvodových konstrukcí vhodných pro pasivní domy je více: masivní konstrukce zděná nebo betonová, dřevostavby lze rozdělit například na prefabrikované a montované.

Výhodou masivních konstrukcí je větší schopnost akumulace tepla, u dřevostaveb zase menší tloušťka stěn a také rychlejší průběh výstavby s menší pracností.

Obecná zásada však platí pro všechny konstrukční systémy: tloušťka konstrukce by měla být co nejmenší při dosažení požadovaných izolačních vlastností. U zděných staveb je proto výhodnější používat co nejtenčí nosnou stěnu a k ní přidat dostatečnou tloušťku izolace. Tato základní volba materiálu stěn značně ovlivní ekonomii stavby. Každý díky tenčí konstrukci stěny ušetřený metr čtvereční zastavěné plochy je výraznou úsporou nákladů.

Z výše uvedených důvodů není ekonomicky výhodné použití zdiva z keramických či pórobetonových tvárnic o tloušťce větší než 30 cm. I když je i tímto způsobem možné postavit pasivní dům, po zateplení výsledná tloušťka stěny zbytečně velká a samotný systém je cenově neefektivní.

Stěny z pevných materiálů, jako vápenopískové boky nebo beton, umožňují dosáhnout subtilní nosné konstrukce o tloušťce i pod 20 cm a po přidání vnějšího zateplení nepřesáhne celková tloušťka stěny 50 cm.

### **1.3.4 VĚTRÁNÍ**

Nedostatečné větrání obytných prostor bývá častým problémem. Uživatelům se nechce v zimním období pouštět dovnitř chladný vzduch nebo jim vadí průvan či hluk. U pasivního domu se stará o potřebnou výměnu vzduchu systém řízeného větrání se zpětným získkem tepla z odpadního vzduchu (tzv. rekuperací).

Rekuperace je zásadní pro vysoký komfort, neboť eliminuje tepelné ztráty a další nevýhody spojené s větráním okny. U řízeného větrání je čerstvý vzduch jednoduše ohříván bez dalších úprav v rekuperačním výměníku odpadním teplým vzduchem s účinností až 90 %.

Kromě toho má systém řadu výhod

- vysoký komfort
- stále čerstvý vzduch bez průvanu
- snížená prašnost
- snížená hlučnost zvenku
- úspora energie – minimálně 75 %

Aby systém fungoval perfektně, je nutné jej správně navrhnout a provést. Vhodné je rozdělení budovy na tři zóny – přívod vzduchu (obytné místnosti), transport vzduchu (chodby, schodiště) a odtah odpadního vzduchu (koupelna, WC, kuchyň). Rozvody by měly být co nejpřímější a nejkratší s ohledem na tlakové ztráty i možnost případného čištění.

#### **1.4 KONTAKTNÍ ZATEPLOVACÍ SYSTÉM**

Kontaktní zateplovací systémy jsou způsobem zateplení domů. Umožňují zachování původní fasády - povrch systému tvoří omítka. Výhodou je celistvé zateplení celé fasády bez jakýchkoli tepelných mostů. Tepelná izolace je u tohoto systému přímo spojena lepící hmotou a hmoždinkami s původním zdivem a strukturovanou omítkou. Kamenná vlna představuje ideální materiál pro použití v kontaktních zateplovacích systémech. Má výborné tepelněizolační vlastnosti, je nehořlavá, prodyšná a zvukopohltivá. Několikanásobně překřížený rošt je vhodný z důvodu eliminace liniových tepelných mostů. Další důležitou částí systému je provětraná mezera o tloušťce minimálně 25 mm. Krycí část vzduchové mezery vytváří fasádní obklad.

#### **1.5 ATRIBUTY ENERGETICKÝCH VLASTNOSTÍ OBJEKTU**

Nízká spotřeba energie pasivních domů není zabezpečena jenom výrazně tlustší izolací, kvalitními okny a rekuperací odpadního vzduchu. Rozhodně se na malých tepelných ztrátách a vysokých pasivních ziscích výrazně podílí víc faktorů, které je potřeba při návrhu domu zohlednit. Navýšení nebo úspora 5 až 10 (i víc) kWh/(m<sup>2</sup>a) u běžných domů nehraje velkou roli, ale u pasivních domů, kde je potřeba tepla na vytápění menší než 15 kWh/(m<sup>2</sup>a), se to odrazí výrazně.

Výslednou energetickou náročnost a chování budovy ovlivní zejména:

- volba pozemku, orientace a osazení budovy, zastínění
- klimatická oblast
- velikost budovy
- tvarové řešení a členitost stavby
- zónování místností
- vlastnosti obvodových konstrukcí, řešení tepelných mostů a vazeb
- velikost prosklených ploch na jednotlivých fasádách
- způsob větrání a distribuce vzduchu
- zdroj tepla
- způsob zajištění proti letnímu přehřívání
- volba elektrických spotřebičů
- skutečný způsob užívání budovy

## **1.6 JEDNOPATROVÝ VS. VÍCEPATROVÝ DŮM**

Z hlediska kompaktnosti stavby je výhodnější vícepodlažní varianta, není však nutností. Z hlediska mobility se často navrhují malé přízemní domy pro seniory nebo mladé rodiny. Tato řešení jsou rozumná, pokud půdorysná plocha domu nepřesáhne 120 až 140 m<sup>2</sup>.

U rozlehlejších domů se výrazně zhoršuje tvarová kompaktnost a dispoziční řešení s ohledem na světové strany. Pasivní domy lze samozřejmě realizovat i jako podsklepené. Je s tím ovšem spojena řada technických komplikací a stavba se tím zpravidla prodražuje. V případě návrhu sklepu je nutno dodržet několik zásad: tepelně oddělit konstrukce s vyloučením tepelných mostů (podobně jako u základů) a vstup navrhovat mimo vytápěnou část domu (samostatný vstup zvenčí nebo z nevytápěného zádveří, které musí být tepelně odděleno od vytápěné zóny).

## **1.7 STŘECHA PRO PASIVNÍ DŮM**

Pasivní domy nejsou omezeny tvarově jen na jeden typ střechy. Výhodnější jsou však střechy s malým sklonem 0,5-20°, ať už střechy ploché, pultové nebo sedlové. Vytvářejí menší ochlazovanou plochu, jsou konstrukčně jednodušší i levnější. Mírný sklon střech nabízí navíc možnost použití zelených vegetačních střech (optimálně bezúdržbových).

Zpomalují odtok vody z krajiny a tím přispívají k jejímu ochlazení, jsou vhodné do přehřátých měst. Toto řešení současně prodlužuje životnost střešního pláště.

## 2 TECHNICKÁ ZPRÁVA

### **2.1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE**

Název a místo stavby	Pasivní rodinný dům, Sokolská 312, Neveklov
Stupeň PD	Dokumentace pro stavební řízení
Investor	Michal Vacek
Projektant	Tomáš Votruba
Datum	duben 2015

### **2.2 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O STAVBĚ**

Funkce stavby	Bydlení + podnikání
Zastavěná plocha	180 m <sup>2</sup>
Obestavěný prostor	1188 m <sup>3</sup>
Počet podlaží	2
Úroveň 1.NP	0,000 m
Vrchol střechy	+ 6,600 m

### **2.3 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O POZEMKU**

Celková plocha pozemku	600 m <sup>2</sup>
Zastavěná plocha	310 m <sup>2</sup>
Zpevněné plochy	130 m <sup>2</sup>
Ostatní plochy	290 m <sup>2</sup>

### **2.4. TERMÍNY VÝSTAVBY**

Předpokládané zahájení výstavby	30. 11. 2015
Předpokládané dokončení výstavby	30. 12. 2017

## **2.5 PŘEDMĚT ŘEŠENÍ PROJEKTU**

Předmětem řešení projektu je dvoupodlažní pasivní dům ve tvaru obdélníku pro rodiče a tři děti. V 1. NP rodinného domu se nachází keramická dílna majitelky domu vybavená samostatným vchodem a sociálním zařízením včetně sprchového koutu.

Do 1. NP objektu je situováno zádveří, chodba, schodiště, koupelna s WC, WC, kuchyně s obývacím pokojem a jídelnou, keramická dílna, sprchový kout, WC a technická místnost.

Ve 2. NP rodinného domu se nacházejí kromě schodiště, chodby, tři dětské pokoje, pracovna, ložnice se samostatnou šatnou a koupelna s WC.

Na pozemku je okolo celého domu a před vstupem do objektu zřízen chodník a na východní straně domu je vytvořeno stání pro osobní automobil.

## **2.6 PŘEHLED VÝCHOZÍCH PODKLADŮ**

- Katastrální mapa
- Geologický průzkum
- Hydrogeologický průzkum
- Radonový průzkum
- Podklady investora
- Průzkum staveniště

## **2.7 STAVENIŠTĚ**

Staveniště se nachází na okraji města Neveklov, nedaleko města Benešov. Tvar staveniště je obdélníkový. Pozemek je připojen k veřejné vodovodní, kanalizační a elektrické přípojce.

Příjezdová cesta vede na jižní části domu, kde se na ni bude napojovat dlážděná příjezdová cesta k domu.

## **2.8 URBANISTICKÉ A ARCHITEKTONICKÉ ŘEŠENÍ STAVBY**

Vstup do objektu je zbudován v jižní části objektu. Po vstoupení do objektu se ocitneme v zádveří se vstupem do haly. Odtud můžeme pokračovat do kuchyně s jídelnou a obývacím pokojem, koupelny s WC, WC, šatny nebo po schodišti do 2. NP.

Po schodišti se dostaneme do haly v 2. NP. Odtud může vstoupit do třech dětských pokojů, pracovny, koupelny s WC a ložnice se samostatnou šatnou.

Samostatným vstupem se dostaneme do zádveří keramické dílny, odkud je přístup na WC a do sprchového koutu.

Dalším samostatným vstupem se dostaneme do technické místnosti, kde je instalována technika pro provoz domu (zařízení pro rekuperaci a rozvod vzduchu po domě, tepelné čerpadlo, které zajišťuje vytápění objektu a zařízení pro ohřev vody.

Střecha objektu je plochá. Díky tomu nedošlo ke zmenšení prostoru místností ve 2. NP, což je nespornou výhodou. Střecha je pokryta dvouvrstvou hydroizolací a okraje střechy jsou oplechovány.

## **2.9 STAVEBNĚ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ**

### **a. Zemní práce**

Prvním bodem je sejmutí ornice v nezbytně nutném rozsahu. Ornice bude uložena cca do 500 m od výkopu. Sejmutá ornice bude v konečné fázi výstavby použita na úpravy terénu.

Dále budou následovat výkopy pro základové pasy a srovnání terénu pro zemní desku. Zemina se opět použije na závěrečné úpravy terénu před dokončením stavby.

Po vyhloubení základových pasů se k místu budoucího domu přivedou inženýrské sítě. Po položení sítí se výkopy se zapuštěnými inženýrskými sítěmi zasypou a označí.

Následovat bude částečné zasypání pasů a spodní části domu určenou vrstvou šterku. Poté se zabetonují základy a základová deska.

Všechny výkopy se budou provádět strojně, případně ručně.

### **b. Základy**

Objekt RD bude založen na betonových základových pasech, které jsou uloženy v základové zemině v hloubce 800 mm. Sokl základové desky po obvodu stavby je obložen tepelně-izolačními deskami Isover EPS Perimetr tl. 150 mm a je vytažen 650 mm nad terén.

Obvodové základy mají šíři 300 mm a jsou obloženy rovněž tepelně-izolačními deskami Isover EPS Perimetr tl. 150 mm. Materiálem je prostý beton a hloubka uložení je 800 mm. Podklad je tvořen šterkovou vrstvou.



Základy pod vnitřními nosnými stěnami mají šíři 300 mm. Hloubka těchto základů je 500 mm a podklad je rovněž tvořen štěrkovou vrstvou.

#### **c. Izolace proti zemní vlhkosti**

Z průzkumu vyplývá, že hladiny podzemní vody jsou pod úrovní základové spáry. Je použita izolace proti zemní vlhkosti. Plošné hydroizolace jsou navrženy i proti případnému pronikání radonu, který se v této lokalitě vyskytuje. Jako izolace jsou použity asfaltové pásy ELASTEK 40 COMBI.

Pod konstrukcemi jsou rovněž použity asfaltové pásy ELASTEK 40 COMBI.

Překrytí obvodových konstrukcí zajišťují opět asfaltové pásy ELASTEK 40 COMBI, které jsou vytaženy 455 mm nad zeminu.

#### **d. Nosné svislé konstrukce**

Stavba je provedena v systému YTONG Lambda, tl. obvodové stěny je 300 mm, která je doplněna o izolaci z tepelně-izolačních desek Isover EPS GreyWall Plus v tl. 200 mm.

Vnitřní nosné zdivo je rovněž v systému YTONG tl. 300 mm.

#### **e. Nosné vodorovné konstrukce – stropy, překlady, věnce**

Stropní konstrukce je tvořena systémem MIAKO v celkové tl. 250 mm. Je nutné dodržovat závazné podmínky pro montáž. Výkresy stropu viz projektová dokumentace.

V celém objektu jsou použity překlady YTONG. V nosných stěnách jsou použity překlady YTONG NOP VII/5/18 a v příčkách jsou použity ploché překlady NOP VI/3/14.

Věnce jsou ze železobetonu a z exteriéru jsou izolovány tepelně-izolačními deskami Isover EPS GreyWall Plus v tl. 200 mm.

#### **f. Schodiště**

Vertikální komunikace v objektu je řešena dvouramenným deskovým schodištěm s mezipodestou. Nosnou konstrukci stupňů tvoří železobetonová monolitická deska tl. 100 mm.

Mezipodesta je vetknuta do nosných stěn a rovněž je ze železobetonu

Nášlapná plocha stupně je tvořena dřevěnou deskou tl. 40 mm s přesahem 20 mm. Mezi schodišťovými rameny je schodišťová stěna, do které je jednostranně vetknutá železobetonová monolitická deska.

- Délka ramene: 2250 mm
- Šířka ramene: 1310 mm
- Počet ramen: 2
- Šířka mezipodesty: 1615 mm
- Výška stupně: 175 mm
- Šířka stupně: 280 mm
- Počet stupňů: 16

#### **g. Příčky**

Příčky jsou v systému YTONG. Přesné příčkovky YTONG mají rozměry 150x249x599 mm. Styčné spára se nemaltuje, neboť je opatřena zámkovým spojem pero-drážka. Ložné spáry se lepí tenkovrstvým tmelem YTONG.

#### **h. Podlahy**

V přízemí je čistá podlaha položena přímo na hrubé podlaze z betonu. Použitým materiálem čistých podlah v RD jsou dřevěné lamely, keramická dlažba a prostý beton. V koupelně, v keramické dílně a v technické místnosti je pod dlažbou uložena hydroizolace.

V 2. NP je čistá podlaha uložena přímo na nosnou konstrukci stropu. Materiálem čisté podlahy jsou dřevěné lamely a keramická dlažba. V koupelně je rovněž pod dlažbou uložena hydroizolace.

#### **i. Výplně otvorů**

V celém objektu jsou použita plastová okna VEKRA. Tyto okna vykazují nejlepší tepelně a zvukově izolační vlastnosti. Barva okna v interiéru bílá, v exteriéru zlatý dub. Okna jsou zasklena

izolační trojsklem. Parapet je v interiéru plastový, barvy bílé, a v exteriéru hliníkový, barvy zlatý dub.

Vstupní dveře jsou vyrobeny z plastu a jsou bezpečnostní. Jsou jednokřídlové s okénkem a ochranou proti vyražení. Konstrukce je hliníková, rámová. Zárubně u vstupních dveří jsou kovové. Barva zlatý dub.

Interiérové dveře jsou obložkové dřevěné s obložkovými, dřevěnými zárubněmi. Všechny interiérové dveře jsou provedeny v barvě světlý dub.

## **j. Střecha**

Ochranu objektu zajišťuje plochý střešní plášť. Základ střechy je tvořen systémem MIAKO celkové tl. 200 mm. Na nosné konstrukci je uložena parotěsná zábrana. Na ní jsou uloženy tepelně-izolační desky ROCKWOOL tl. 250 mm, které zamezují tepelným ztrátám v objektu.

Na TI je uložena dvojitá hydroizolace tl. 100 mm.

Střecha je navíc opatřena hromosvodovou soustavou.

## **k. Tepelné izolace**

Ve skladbě podlahy a střechy jsou použity tepelně-izolační desky ROCKWOOL v tl. 250 mm.

Na obvodové zdivo jsou použity tepelně-izolační desky Isover EPS GreyWall Plus v tl. 200 mm.

Na sokl základové desky po obvodu stavby jsou použity tepelně-izolačními desky Isover EPS Perimetr tl. 150 mm a jsou vytaženy 650 mm nad terén.

## **l. Omítky a obklady**

V celém objektu je použit speciální omítkový systém YTONG.

V rozích, kde by mohlo dojít k poškození, jsou použity hliníkové rohové lišty.

Vnitřní obklady koupelen jsou o rozměru 600x300 mm v různých dekorech a barevných kombinacích. Výška obkladu je 2000 mm.

Dlažba je čtvercového formátu o rozměrech 500x500 mm v různých barevných kombinacích.

Venkovní omítka je zatíraná silikátová omítka, která je vyztužena výztužnou sítí (perlinkou), v světlé modré barvě s bílými okenicemi kolem oken a dveří.

Malby zdí a stropů jsou provedeny barvami CAPAROL, v barvách, které si určí investor.

### **m. Technické zařízení budovy**

Jako primární zdroj tepla pro vytápění bylo zvoleno tepelné čerpadlo Vzduch/voda. TČ je primární zdrojem tepelné energie pro vytápění a ohřev TUV v zásobníku 300 l. Jedná se o plně automatický zdroj tepla pro celoroční přípravu TUV a vytápění.

Vytápěcí soustava je dvou-trubková teplovodní s nuceným oběhem vody. V podlahách je rovněž uloženo podlahové vytápění. Rozdělovač vytápění a TČ jsou umístěny v technické místnosti.

Ohřev TUV je zajištěn v době s dostatečným výkonem tepelného čerpadla (klesá s vnější teplotou), tj. asi do  $-12^{\circ}\text{C}$ , samotným TČ. V době s nedostatečným výkonem bude k ohřevu použita topná tyč 10 kW vestavěná v TČ.

Systém vytápění je doplněn o nucené větrání s rekuperací tepla. Větrání je zajištěno větrací jednotkou DOMEO. Jedná se o rovnotlaký systém s centralizovanými přívody do obytných místností a odtahy z místností (kuchyně, WC a koupelny). Pro zajištění správné a dlouhodobé funkce je třeba zajistit těsnost a neprůzvučnost dveří.

Celý systém je dimenzován na minimálně 50% výměnu vzduchu v obytných místnostech a nejméně 100% výměnu na WC, v koupelnách a 70% v kuchyni. Celková výměna vzduchu tak bude cca 230  $\text{m}^3/\text{h}$ .

Potrubní rozvody jsou dimenzovány na co možná nejtišší chod zařízení, tak aby nebylo v žádném případě narušeno akustické mikroklima v místnostech s trvalým pobytem.

Větrací jednotka je umístěna v technické místnosti.

Přívod studené vody do objektu je z vodovodní přípojky, která je vedena přes základy nového RD. V technické místnosti je umístěna vodoměrná soustava doplněná domovním vodoměrem, a redukčním ventilem, který bude nastaven na výstupní tlak 5 barů. Souprava je osazena ve skřínce, která je 500 mm nad zemí. Z ní pak je proveden rozvod studené vody do všech míst spotřeby v domě.

Rozvody budou vedeny v drážkách ve zdech společně s rozvody TUV. V projektové dokumentaci je uvažováno se standartními zařizovacími předměty v bílém odstínu od firmy JIKA, které budou

vybrány investorem po zahájení stavby. K zařizovacím předmětům budou dodány standartní pákové chromované baterie. Přesný výběr typů baterií bude provádět rovněž investor v průběhu výstavby.

Pro ohřev TUV je osazeno tepelné čerpadlo v technické místnosti. Odtud se TUV rozvádí do všech míst spotřeby RD. Potrubí je vedeno společně s rozvody teplé vody a je opatřeno tepelnou izolací Mirelon. Tloušťka tepelné izolace činí 10 mm. Z důvodu značné vzdálenosti od spotřebičů vody je zajištěna cirkulace TUV. Cirkulační potrubí je navrženo ze stejných materiálů, jako ostatní rozvody, tj. PVC.

Cirkulační čerpadlo TUV je osazeno do prostoru tepelného čerpadla, a je opatřeno speciálními hodinami pro navolení cirkulace vody na celý týden.

Dešťové vody jsou ze střechy odváděny střešními vpustmi do dešťových svodů DN 100 mm, které jsou uloženy ve vnitřních nosných stěnách. V základech vyústují do kanalizace.

Vnitřní kanalizace je navržena z trubek PVC. Potrubí jsou vedena v drážkách ve zdech. V objektu jsou navrženy stoupací potrubí z PVC. Tato potrubí jsou vedena v drážkách ve zdech.

Šikmé přípojovací potrubí je rovněž vedeno částečně v drážkách stěn, částečně v podlahách objektu.

Ležaté kanalizační potrubí je vedeno v prostorách základů. Nutno dodržet montáž potrubí do lože. Lože pod potrubí je z písku tl. 100 mm, potrubí je pak obsypáno pískem do výše 300 mm nad horní hranu potrubí. Pro potrubí kanalizace je nutno provést odpovídající

## ZÁVĚR

Jako pasivní domy jsou v normě ČSN 730540:2 označovány budovy s roční měrnou potřebou tepla na vytápění nepřesahující 15 kWh/m<sup>2</sup> a zároveň musí být splněn velmi přísný požadavek na celkovou neprůvzdušnost budovy (hodnota n<sub>50</sub>=0,6h<sup>-1</sup>). Dále u těchto budov nesmí celkové množství primární energie spojené s provozem budovy (vytápění, ohřev vody...) překračovat hodnotu 60 kWh/m<sup>2</sup>.

Pasivní dům má extrémně nízkou spotřebu tepla. Aby se do něj mohlo dodávat minimální množství energie, a přesto v něm zůstala tepelná pohoda, je třeba teplo v domě chránit.

Silná vrstva tepelné izolace bez tepelných mostů výrazně snižuje tepelné ztráty. Pakliže chceme dosáhnout pasivního standartu, musíme zapomenout na variantu zdiva bez zateplení. Zajištění větrání a výměny vzduchu je u pasivních domů vždy zajištěno rekuperací. Tloušťku celkové izolace je možné zvolit individuálně, od 100 až po 400 mm. U pasivních domů je vhodná tepelná izolace minimálně 250 mm, což je celková tloušťka konstrukce 400 mm a více. Tvarovky jsou připraveny na jednoduchou povrchovou úpravu, vnější tenkovrstvá omítka, vnitřní taktěž, nebo můžete použít jádrovou se štukem, či sádrovou omítku. Další variantou (např. při rekonstrukci) může být kontaktní zateplovací systém.

Oproti stávajícím budovám, které jsou spíše tepelnými zářiči, spotřebují pasivní domy desetkrát méně energie na vytápění. V porovnání s novostavbami splňujícími současně platné normy činí tato úspora až 85 %. I při zvyšujících se cenách energie si můžeme užívat výborné tepelné pohody a neustále čerstvého vzduchu bez průvanu.

Konstrukce pasivního domu je velice jednoduchá. Jde o to nepustit žádné teplo ven a přitom co nejefektivněji využít tepelné zisky, které jsou k dispozici. Tím lze dosáhnout výrazného snížení výkonu zdroje tepla, objemu technologií i celkové závislosti objektu na dodávkách energie.

Radikální snížení potřeby tepla na vytápění není možné bez mimořádně kvalitního zateplení bez tepelných mostů. V době vzrůstajících nároků na kvalitu bydlení přinášejí precizně izolované konstrukce na rozdíl od běžných staveb s chladnějšími vnitřními povrchy výtečnou tepelnou pohodu prostředí.

Závěrem je třeba říci, že samotný projekt byl určitě velkou zkušeností. Seznámil jsem se s problematikou pasivních domů a jejich výstavbou, s jejich energetickou náročností, s požadavky na výstavbu.

Největší zkušeností pro mě byl návrh dispozičního řešení domu a také volba vhodného materiálu pro pasivní dům, včetně izolace konstrukcí.

Práce mě bavila i proto, že jsem vytvářel něco originálního, něco co ve škole nikdo zatím nevytvořil.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Cihlár J. – *Tepelné izolace*, Centrum pasivního domu; Brno 2013

Cihlár J. – *Pasivní domy*, Centrum pasivního domu, Brno 2007

Hazucha J. – *Technické a dispoziční řešení*, Centrum pasivního domu; Brno, 2013

Smola J. – *Stavba a užívání nízkoenergetických a pasivních domů*, Grada 2011

Tywoniak J.- *Nízkoenergetické domy 1, 2, 3*; Grada 2005 – 2012

<http://www.pasivnidomy.cz/co-je-pasivni-dum/t2>

<http://www.euroline.cz/cz/projekty/rodinne-domy/pasivni-dum.html>



## SEZNAM PŘÍLOH:

Projekt pasivního rodinného domu s keramickou dílnou