



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

# ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY S TĚMĚŘ NULOVOU SPOTŘEBOU ENERGIE

THE ENERGY DEMAND OF BUILDINGS WITH ALMOST ZERO ENERGY CONSUMPTION

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Leona Horáčková

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

BRNO 2020



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

## FAKULTA STAVEBNÍ

<b>Studijní program</b>	N3607 Stavební inženýrství
<b>Typ studijního programu</b>	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
<b>Studijní obor</b>	3608T001 Pozemní stavby
<b>Pracoviště</b>	Ústav technických zařízení budov

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>Student</b>	Bc. Leona Horáčková
<b>Název</b>	Energetická náročnost budovy s téměř nulovou spotřebou energie
<b>Vedoucí práce</b>	doc. Ing. Petr Horák, Ph.D.
<b>Datum zadání</b>	31. 3. 2019
<b>Datum odevzdání</b>	10. 1. 2020

V Brně dne 31. 3. 2019

---

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.  
Vedoucí ústavu

---

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

## Podklady a literatura

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální právní předpisy ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

## Zásady pro vypracování

### A. Analýza tématu, cíle a metody řešení

Analýza zadaného tématu, normové a právní podklady

Cíl práce, zvolené metody řešení

Aktuální technická řešení v praxi

Teoretické řešení (s využitím fyzikální podstaty dějů)

Experimentální řešení (popis metody a přístrojové techniky)

Řešení využívající výpočetní techniku a modelování

### B. Aplikace tématu na zadané budově - koncepční řešení

Analýza spotřeby energie posuzovaného energetického hospodářství pro zadaný objekt.

Výkres schéma zapojení kotelny, popř. strojovny VZT v jedné variantě.

### C. Volitelná část

Energetický posudek v souladu s vyhláškou č. 480/2012 Sb. hodnotící 2 až 3 konstrukční systémy budovy, průkaz energetické náročnosti budovy dle vyhlášky č. 78/2013 Sb.

## Struktura diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

---

doc. Ing. Petr Horák, Ph.D.

Vedoucí diplomové práce

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce je zaměřena na hodnocení budov s téměř nulovou spotřebou energie. Teoretická část shrnuje obecné požadavky na budovy s téměř nulovou spotřebou energie. Dále pojednává o dalších kategoriích budov z hlediska energetické náročnosti a o vlivech a činitelích působících na energetickou náročnost budov. Výpočtová část porovnává tři různé konstrukční systémy navrženého rodinného domu z hlediska energetické náročnosti pomocí energetického posudku a průkazů energetické náročnosti budov.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Energetická náročnost budovy, energetický posudek, rodinný dům, konstrukční systém, tepelné čerpadlo, součinitel prostupu tepla, tepelný tok, tepelná akumulace

## **ABSTRACT**

The master thesis is focused on rating of buildings with almost zero energy consumption. Theoretical part summarizes general requirements on buildings with almost zero energy consumption. It also discusses other categories of buildings on terms of energy demand and influences and factors affecting the energy performance of buildings. The calculating part comparing three different construction systems of designed family house by means of energy demand with energy assessment and energy performance certificate of buildings.

## **KEYWORDS**

Energy demand of the building, energy assessment, family house, construction system, heat pump, transmission heat loss coefficient, heat flux, heat accumulation

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

Bc. Leona Horáčková *Energetická náročnost budovy s téměř nulovou spotřebou energie*.  
Brno, 2019. 175 s., 10 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta  
stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce doc. Ing. Petr Horák, Ph.D.

## **PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Energetická náročnost budovy s téměř nulovou spotřebou energie* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 10. 1. 2020

---

Bc. Leona Horáčková  
autor práce

## **PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Energetická náročnost budovy s téměř nulovou spotřebou energie* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 10. 1. 2020

---

Bc. Leona Horáčková  
autor práce

## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji panu doc. Ing. Petru Horákovi, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady při vypracování této diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat celé rodině za podporu při studiu.



# OBSAH

ÚVOD.....	11
<b>A TEORETICKÁ ČÁST.....</b>	<b>12</b>
1. Úvod.....	13
2. Definice a požadavky pro budovy s téměř nulovou spotřebou energie.....	15
2.1. Směrnice 2010/31/EU.....	15
2.2. Zákon 406/2000 Sb., o hospodaření s energií.....	15
2.3. Vyhláška 78/2013 Sb.....	16
2.3.1. Obálka budovy.....	17
2.3.2. Zdroje energie.....	18
3. Kategorie budov z hlediska energetické náročnosti.....	21
3.1. Nízkoenergetický standard.....	21
3.2. Pasivní standard.....	22
3.3. Energeticky nulová budova.....	25
3.4. Standard blízký energeticky nulovému.....	26
3.5. Energeticky nezávislé budovy.....	26
3.6. Budovy s velmi nízkou energetickou náročností.....	27
3.7. Srovnání standardů.....	28
4. Vlivy a činitelé působící na energetickou náročnost budovy.....	29
4.1. Geometrie.....	29
4.2. Místo výstavby a osazení budovy do terénu.....	30
4.2.1. Zeměpisná poloha.....	30
4.2.2. Orientace pozemku ke světovým stranám.....	30
4.2.3. Hustota okolní zástavby, hustota a druh okolní vegetace, tvar terénu.....	31
4.2.4. Vodní toky a plochy.....	31
4.2.5. Povětrnostní poměry.....	32
4.3. Orientace objektu a jeho zasklených ploch vůči světovým stranám.....	33
4.4. Konstrukce a izolace.....	34
4.5. Tepelné mosty.....	34
4.6. Otvorové výplně.....	35
4.7. Neprůvzdušnost.....	36
<b>B VÝPOČTOVÁ ČÁST.....</b>	<b>37</b>
1. Analýza objektu.....	38
1.1. Konstruktivní řešení objektu.....	38
1.1.1. Varianta A.....	38
1.1.2. Varianta B.....	39
1.1.3. Varianta C.....	40
1.2. Dispoziční řešení.....	42
1.3. Zónování objektu.....	42
1.4. Poloha a klimatické podmínky.....	43
2. Použitý software a výpočtové vztahy.....	45
2.1. Výpočtový software DEKSOFT.....	45
2.2. Posouzení tepelně technických vlastností konstrukcí budovy.....	46
3. Varianty konstrukčního systému.....	48
3.1. Varianta A – jednovrstvé zdivo - cihelné bloky s integrovaným tepelným izolantem....	48
3.1.1. Výhody systému.....	49
3.1.2. Nevýhody systému.....	49
3.1.3. Výrobci.....	50
3.1.4. Skladby konstrukcí řešeného objektu varianty A.....	52
3.2. Varianta B - Vápenopískové zdivo a kontaktní zateplovací systém (ETICS).....	59

3.2.1. Výhody systému.....	59
3.2.2. Nevýhody systému.....	60
3.2.3. Výrobci.....	61
3.2.4. Zásady provádění.....	61
3.2.5. Skladby konstrukcí řešeného objektu varianty B.....	64
3.3. Varianta C - Lehká dřevěná sloupková konstrukce.....	72
3.3.1. Výhody systému.....	72
3.3.2. Nevýhody systému.....	73
3.3.3. Skladby konstrukcí řešeného objektu varianty C.....	74
3.4. Přehled výsledků součinitele prostupu tepla U.....	81
4. Vytápění a příprava TUV.....	82
4.1. Klimatické podmínky.....	82
4.2. Otopné plochy.....	82
4.3. Zdroj tepla.....	82
4.4. Akumulační nádrž.....	84
4.5. Příprava TUV.....	84
5. Nucené větrání objektu VZT jednotkou s rekuperací.....	87
6. Energetická náročnost budovy.....	88
6.1. Tepelná kapacita.....	88
6.2. Geometrická charakteristika budovy.....	89
6.3. Tepelné ztráty a zisky prostupem konstrukcí a větráním.....	89
6.3.1. Varianta A.....	89
6.3.2. Varianta B.....	90
6.3.3. Varianta C.....	90
6.4. Požadavky na energie.....	91
6.5. Energetická náročnost budovy.....	92
C ENERGETICKÝ POSUDEK A PENB.....	93
ZÁVĚR.....	166
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	167
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	170
SEZNAM TABULEK.....	171
POUŽITÝ SOFTWARE.....	172
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	173
SEZNAM PŘÍLOH.....	174

## ÚVOD

Cílem této diplomové práce je posoudit tři navržené konstrukční systémy rodinného domu z hlediska energetické náročnosti budov s téměř nulovou spotřebou energie. Objekt je ve variantě A navržen z jednovrstvého zdiva Porothem T Profi Dryfix, ve variantě B z vápenopískových tvárníc Sendwix s kontaktním zateplovacím systémem, varianta C řeší lehkou sloupkovou konstrukci dřevostavby. K výpočtu je použit software DEKSOFT.

Teoretická část se zabývá obecně budovami s téměř nulovou spotřebou energie. Zmíněny jsou definice a legislativní požadavky. Dále jsou popsány kategorie budov z hlediska energetické náročnosti a vlivy a činitele působící na energetickou náročnost budovy.

Výpočtová část popisuje jednotlivé konstrukční systémy objektu, specifikuje parametry obálky budovy a hodnotí a porovnává energetickou náročnost jednotlivých variant.

V části C je vypracován energetický posudek a tři průkazy energetické náročnosti budov (PENB) pro jednotlivé konstrukční varianty objektu.

# **A TEORETICKÁ ČÁST**

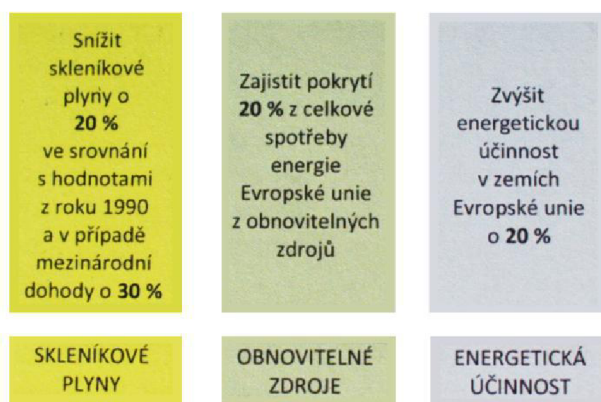
## **BUDOVY S TĚMĚŘ NULOVOU SPOTŘEBOU ENERGIE**

## 1. Úvod

Vzhledem k nárůstu spotřeb energií, které nebude v budoucnu možné pokrýt převážně používanými fosilními palivy, tedy neobnovitelným zdrojem energie, je kladen stále větší důraz na šetření energií a omezení užívání právě neobnovitelných zdrojů energie. Mimo vyčerpatelnost fosilních paliv se řeší také jejich negativní vliv na životní prostředí. Jejich spalováním se uvolňují do ovzduší skleníkové plyny. Výrazný dopad je pozorován na změně klimatu.

Mezi největší spotřebitele neobnovitelných zdrojů energie a největší znečišťovatele životního prostředí v současné době patří zejména budovy, doprava a průmysl.

Na aktuální stav reaguje směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU, o energetické náročnosti budov EPBD II. Její cíl je snížit emise skleníkových plynů pocházejících z provozu budov. Směrnice postupně plošně zavádí povinnost zpracování průkazů energetické náročnosti budov PENB a snížení energetické náročnosti novostaveb i renovací stávajících budov. [1]



Obr. 1) Základní požadavky směrnice Evropského parlamentu a Rady Evropské unie 2010/31/EU o energetické náročnosti budov [1]

Směrnice dále říká, že “Členské státy zajistí, aby: a) do 31. prosince 2020 všechny nové budovy byly budovami s téměř nulovou spotřebou energie a b) po dni 31. prosince 2018 nové budovy užívané a vlastněné orgány veřejné moci byly budovami s téměř nulovou spotřebou energie.” [9]

V České republice bude od 1. ledna roku 2020 povinnost všechny novostavby projektovat a provádět jako budovy s téměř nulovou spotřebou energie. Již v roce 2016 musely tento požadavek splňovat některé budovy. Tehdy se jednalo o budovy vlastněné orgánem veřejné moci nebo subjekty, jímž zřízené s energeticky vztažnou plochou větší než 1 500 m<sup>2</sup>. Postupně byl požadavek rozšířen na větší okruh staveb (viz tab.).

Energeticky vztažná plocha	Vlastník budovy	
	orgán veřejné moci nebo subjekt nímž zřízený	ostatní
> 1 500 m <sup>2</sup>	1. 1. 2016	1. 1. 2018
> 350 m <sup>2</sup>	1. 1. 2017	1. 1. 2019
< 350 m <sup>2</sup>	1. 1. 2018	1. 1. 2020

Tab. 1) Data platnosti požadavku na budovy s téměř nulovou spotřebou energie v ČR [8]

## **2. Definice a požadavky pro budovy s téměř nulovou spotřebou energie**

### **2.1. Směrnice 2010/31/EU**

Primárně standard budovy s téměř nulovou spotřebou energie uvedla směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU, o energetické náročnosti budov EPBD II (energy performance of building directive).

Směrnice říká: „*Je třeba přijmout opatření s cílem zvýšit počet budov, které nejenže splňují současné minimální požadavky na energetickou náročnost, ale jsou i energeticky účinnější, čímž dojde ke snížení spotřeby energie i emisí oxidu uhličitého. Za tímto účelem by členské státy měly vypracovat vnitrostátní plány na zvýšení počtu budov s téměř nulovou spotřebou energie a pravidelně o těchto plánech předkládat zprávy Komisi.*“ [9]◦

Budovu s téměř nulovou spotřebou dále směrnice definuje jako budovu, „*jejíž energetická náročnost určená podle přílohy I je velmi nízká. Téměř nulová či nízká spotřeba požadované energie by měla být ve značném rozsahu pokryta z obnovitelných zdrojů, včetně energie z obnovitelných zdrojů vyráběné v místě či v jeho okolí*“ [9]

### **2.2. Zákon 406/2000 Sb., o hospodaření s energií**

Dle zákona 406/2000 Sb. je definice NZEB následující: „*Budovou s téměř nulovou spotřebou energie (NZEB - nearly zero energy building) se rozumí budova s velmi nízkou energetickou náročností, jejíž potřeba energie je ve značném rozsahu pokryta z obnovitelných zdrojů.*“ [8]

### 2.3. Vyhláška 78/2013 Sb.

Každá členská země si dále podrobněji stanoví povinnosti pro návrh a realizaci objektů ve standardu budov s téměř nulovou spotřebou energie. V ČR se řídíme vyhláškou 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov (se změnou 230/2015 Sb.).

Ukazatele energetické náročnosti budovy jsou podle vyhlášky:

- a) celková primární energie za rok,
- b) neobnovitelná primární energie,
- c) celková dodaná energie za rok,
- d) dílčí dodané energie pro technické systémy vytápění, chlazení, větrání, úpravu vlhkosti vzduchu, přípravu teplé vody a osvětlení za rok,
- e) průměrný součinitel prostupu tepla
- f) součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici,
- g) účinnost technických systémů. [11]

Vyhláška stanovuje dva požadavky pro budovy s téměř nulovou spotřebou energie. Jedním z požadavků je “velmi nízká energetická náročnost” z hlediska obálky budovy. Druhý požadavek řeší zdroje energie. Spotřeba energie bude “ve značném rozsahu pokryta z obnovitelných zdrojů”.

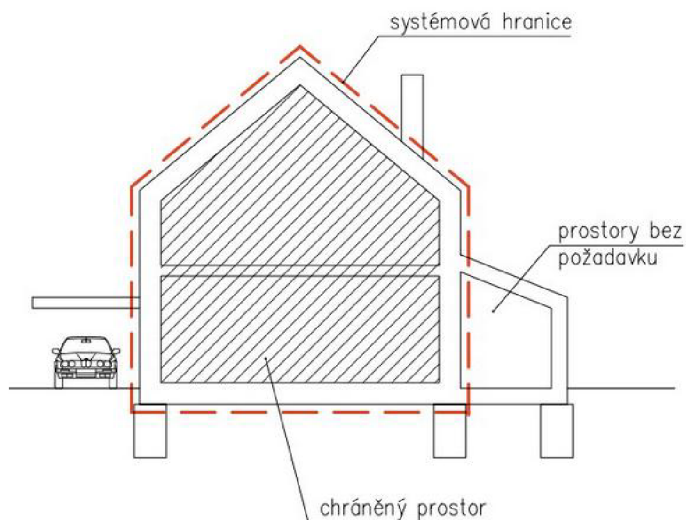
Pro výpočty se v České republice používá metodika referenční budovy. Referenční budova je výpočtově definovaná budova téhož druhu, stejného geometrického tvaru a velikosti včetně prosklených ploch a částí, stejné orientace ke světovým stranám, stínění okolní zástavbou a přírodními překážkami, stejného vnitřního uspořádání a se stejným typickým užíváním a stejnými uvažovanými klimatickými údaji jako hodnocená budova, avšak s referenčními hodnotami vlastností budovy, jejích konstrukcí a technických systémů budovy. [11]



### 2.3.1. Obálka budovy

Obálkou budovy se rozumí soubor všech teplosměnných konstrukcí na systémové hranici celé budovy nebo zóny, jež jsou vystaveny přilehlému prostředí, které tvoří venkovní vzduch, přilehlá zemina, vnitřní vzduch v přilehlém nevytápěném prostoru, sousední nevytápěné budově nebo sousední zóně budovy vytápěné na nižší vnitřní návrhovou teplotu. [3]

Systémová hranice budovy je hranice vytápěného prostoru tvořená vnějším povrchem konstrukcí, které ohraničují vytápěnou zónu. U dvouplášťových větraných konstrukcí se za vnější hranu konstrukce považuje povrch vnitřního pláště. [12]



Obr. 2) Schéma chráněného prostoru a systémové hranice budovy [13]

Při hodnocení novostaveb z hlediska obalových konstrukcí se stanoví součinitel prostupu tepla. Nejdříve se stanoví pro jednotlivé konstrukce zvlášť. Každá konstrukce obklopující vytápěný prostor musí splnit alespoň požadované hodnoty součinitele prostupu tepla. Dále se stanoví pro budovu jako celek průměrný součinitel prostupu tepla  $U_{em}$ .

Aby byla splněna podmínka pro budovy s téměř nulovou spotřebou tepla, musí být průměrný součinitel prostupu tepla objektu menší než násobek průměrného součinitele prostupu tepla referenční budovy a redukčního činitele požadované základní hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla  $f_R$ .

Průměrného součinitele prostupu tepla  $U_{em}$  referenční budovy je dosaženo při použití požadovaných hodnot součinitelů prostupu tepla jednotlivých konstrukcí a referenční přírážky na vliv tepelných vazeb.

Parametr	Označení	Jednotky	Referenční hodnota		
			Dokončená budova a její změna	Nová budova	Budova s téměř nulovou spotřebou energie
Redukční činitel požadované základní hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla	$f_R$	-	1,0	0,8	0,7
Přirážka na vliv tepelných vazeb	$\Delta U_{em,R}$	W/(m <sup>2</sup> .K)	0,02		

Tab. 2) Redukční činitel požadované základní hodnoty [11]

Z toho vyplývá, že hodnota průměrného součinitele prostupu tepla referenční budovy musí být snížena o 30 % oproti požadované základní hodnotě. Průměrný součinitel prostupu tepla hodnocené budovy nesmí být vyšší než průměrný součinitel prostupu tepla referenční budovy.

### 2.3.2. Zdroje energie

Parametry obálky budovy jsou vstupním parametrem pro výpočet celkové dodané a neobnovitelné primární energie.

Vyhláška stanovuje požadavek na snížení hodnoty neobnovitelné primární energie pro referenční budovu procentem ze spotřeby primární neobnovitelné energie referenční budovy  $\Delta e_{p,R}$ . Primární energie je energie, která neprošla žádným procesem přeměny, tedy energie taková, jak se vyskytuje v přírodě. Primární energie je dělena na obnovitelnou (získanou např. ze slunečního záření, větru, vodní energie či biomasy - délka obnovy je srovnatelná s délkou lidského života) a neobnovitelnou (získávána z neobnovitelných zdrojů jako např. fosilní paliva - uhlí, ropa, zemní plyn, jaderná energie - doba, za kterou vznikají, mnohonásobně převyšuje délku lidského života). [11]

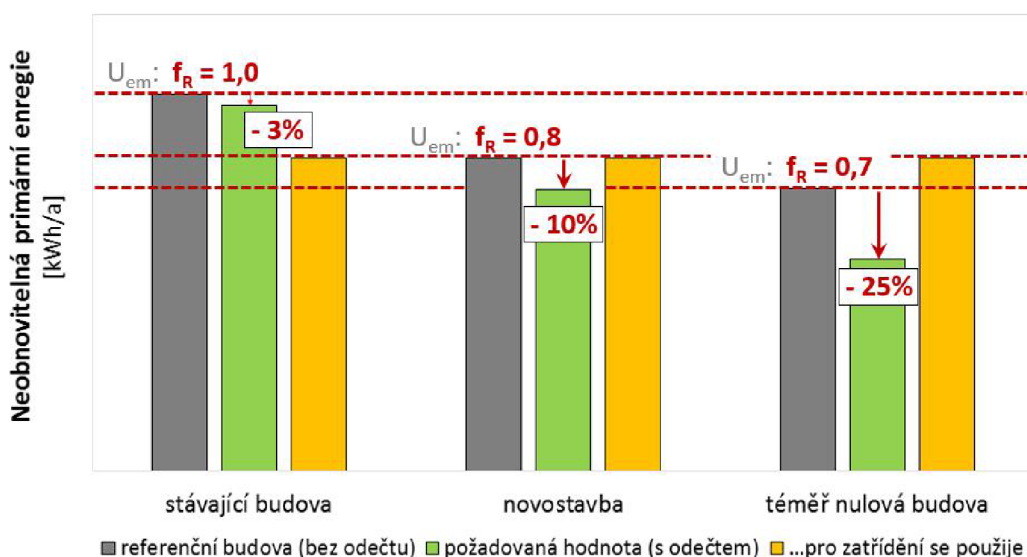
Parametr	Označení	Jednotky	Druh budovy nebo zóny	Referenční hodnota		
				Dokončená budova a její změna po 1.1.2015	Nová budova po 1.1.2015	Budova s téměř nulovou spotřebou energie
Snižení hodnoty neobnovitelné primární energie stanovené pro referenční budovu	$\Delta e_{p,R}$	%	Rodinný dům	3	10	25
			Bytový dům	3	10	20
			Ostatní budovy	3	8	10

Tab. 3) Snížení hodnoty neobnovitelné primární energie [11]

Postup výpočtu je tedy takový, že proběhne výpočet referenční budovy s parametry obálky budovy ( $f_R = 0,7$ ) a s dalšími vstupy pro referenční budovu, např. účinnost zdroje tepla pro vytápění. Stanovenou spotřebu primární neobnovitelné energie je pro splnění požadavku  $\Delta e_{p,R}$  třeba procentuálně snížit. Mezi možná řešení patří použití zdrojů s nižším faktorem primární neobnovitelné energie, zdrojů s vyšší účinností nebo obnovitelných a alternativních zdrojů. [14]

Dalším možným řešením pro zlepšení parametrů je zlepšit obálku budovy, tedy docílit lepších součinitelů prostupu tepla.

Snížení neobnovitelné energie je dle vyhlášky požadováno již od roku 2015 u novostaveb a změn dokončených budov. Pro každý případ je vyžadovaná jiná hodnota snížení  $\Delta e_{p,R}$ .



Obr. 3) Grafické znázornění požadavků na obálku a neobnovitelnou primární energii [14]

Pro výpočet potřeby neobnovitelné primární energie  $nPE$  [MWh] na dodávku energie daného energonositele do budovy se používá tzv. faktor neobnovitelné primární energie  $F$  [-], neboli konverzní faktor. Jde o bezrozměrný podíl mezi potřebou neobnovitelné primární energie a potřebou energie dodané na hranici budovy. [10]

Zdroj	$F$ [kWh/kWh]
Zemní plyn, černé uhlí, hnědé uhlí	1,1
Propan-butan, LPG, topný olej	1,2
Elektrická energie	3,0
Dřevo, ostatní biomasa	0,1
Dřevěné peletky	0,2
Energie okolní prostředí (elektřina, teplo)	0
Elektřina – dodávka mimo budovu	-3,0
Teplo – dodávka mimo budovu	-1,0
Soustava zásobování teplem s podílem OZE < 50 %	1,0
Soustava zásobování teplem s podílem OZE mezi 50 % a 80 %	0,3
Soustava zásobování teplem s podílem OZE > 80 %	0,1

Tab. 4) Faktory neobnovitelné primární energie pro ČR [11]

Na příkladu využití elektrické energie v budově lze ukázat řetězec procesů, které souvisejí s vlastní dodávkou elektrické energie do budovy a ovlivňují související potřebu  $nPE$ , a tedy hodnotu konverzního faktoru. Nejdříve je vytěženo uhlí s vynaložením určité energie pro samotnou těžbu. Dále je vytěžené uhlí zpracováno a naloženo na dopravní prostředek, kterým je dopraveno do místa využití, v tomto případě elektrárny. Uhelná elektrárna využívá energii uhlí v termodynamickém cyklu pro produkci elektřiny, případně tepla (v případě kogenerační výroby) s určitou účinností. Elektřina, jako vyrobený energonositel, je pak rozváděna pomocí rozvodných sítí zatížených ztrátami až na hranici budovy. [10]



Obr. 4) Příklad řetězce dodávky elektrické energie [13]

### 3. Kategorie budov z hlediska energetické náročnosti

Budova s téměř nulovou spotřebou energie (NZEB) je jediným legislativně závazným standardem v České republice. Jsou ale další pojmy, které vymezují úrovně objektů z hlediska energetické náročnosti.

#### 3.1. Nízkoenergetický standard

Nízkoenergetický standard je první standard, který se objevil v České republice. Jeho charakteristikou je nízká potřeba tepla na vytápění. Nízkoenergetický standard je považován za předchůdce pasivního standardu. [15]

Dosažení energetického standardu je zejména optimalizovaným stavebním řešením obálky budovy. Obvodové stěny musí být zatepleny dostatečnou tloušťkou tepelné izolace, používají se okna s nižším součinitelem prostupu tepla, s kvalitnějšími rámy (většinou pětikomorovými) se zasklením izolačním trojsklem. Je třeba dbát na dobré provedení detailů, aby nevznikaly tepelné mosty apod.

V české technické normě ČSN 73 0540-2 je definován měrnou potřebou tepla na vytápění, která nepřekračuje  $50 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ .

Technická normalizační informace TNI 73 0329 udává také požadavek na měrnou potřebu tepla. Dále doporučuje dosažení doporučených hodnot součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí, hodnotu průměrného součinitele prostupu tepla (menší nebo roven  $0,35 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ ), neprůvzdušnost obálky ( $n_{50} = 1,5^{-\text{h}}$ ), účinnost zpětného získávání tepla (větší nebo rovna 75%).

Při určování energetického standardu se nehodnotí potřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů na vytápění a přípravu teplé vody a technické systémy budovy.

Žádný z výše uvedených požadavků ale není legislativně závazný. V dnešní době řada nových domů splňuje energetický standard, aniž by to bylo záměrem.

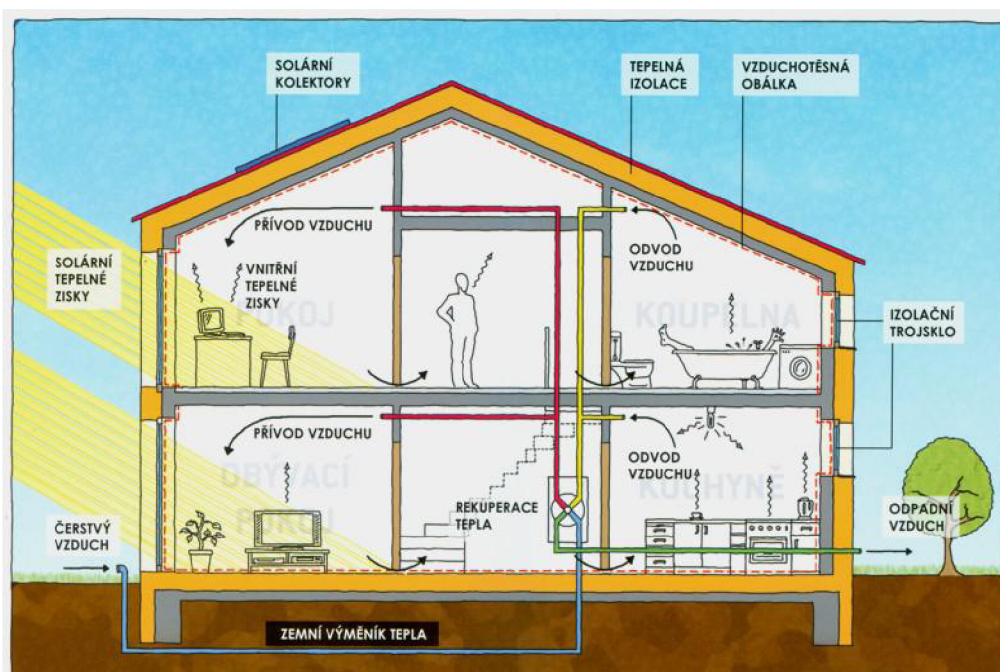
### 3.2. Pasivní standard

Pasivní dům je definován v ČSN 73 0540-2 a TNI 730329. Žádná z podmínek však není závazná a není ukotvena v českých zákonech. Pasivní standard je nejobvyklejší standard pro výstavbu objektů s velmi nízkou energetickou náročností.

Pasivní domy se vyznačují velmi nízkou energetickou náročností a kvalitním vnitřním prostředím. To je zajištěno zejména zabezpečením trvalého přísunu čerstvého vzduchu, vhodným způsobem vytápění s optimalizovaným nízkým výkonem, často s použitím obnovitelného zdroje, zajištěním tepelné stability interiéru zejména v letním období stíněním prosklených ploch proti nežádoucím tepelným ziskům. [17]

Snížení tepelných ztrát větráním je u pasivních domů zajištěno použitím zpětného získávání tepla z odpadního vzduchu k ohřívání vzduchu přiváděného. Takový systém se nazývá rekuperace.

Nízká energetická náročnost je dále dosažena dobře izolovanou obálkou budovy s eliminací tepelných mostů. Dále je nutná optimalizace budovy z hlediska umístění na pozemku, orientace prosklených ploch na jih, tvar objektu tak, aby ochlazovaná obálka byla vůči vytápěnému objemu co nejmenší.



Obr. 5) Schéma prvků pasivního domu [16]

Koncept je tedy založen na těchto hlavních bodech:

- vysoce izolovaná obálka budovy pro snížení tepelných ztrát;
- konstrukce bez tepelných mostů;
- využívání solárních zisků;
- neprůvzdušnost obálky;
- zpětný zisk tepla z odpadního vzduchu.

PHPP neboli Passive House Planning Package je metoda hodnocení pasivních domů vyvíjená německým Passivhaus Institutem. Tato metoda je založena na kvazistacionární metodě s časovým krokem 1 měsíc popsané v ČSN EN ISO 13790. Vstupní údaje pro výpočet mají co nejpodrobněji a nejreálněji popisovat budoucí provozní podmínky objektu a jsou průběžně upravovány na základě měření reálného provozu pasivních budov. V České republice jsou využívány metody, které používají jiná vstupní, tj. hodnoty vnitřních tepelných zisků, klimatická data. Dále jsou používány tabulkové hodnoty, které mohou být velice odlišné od reálného stavu. [5]

Kritéria dle Passivhaus Institutu:

- měrná roční potřeba tepla na vytápění je maximálně 15 kWh/(m<sup>2</sup>·a), (v regionech s nutností chlazení je měrná potřeba energie na chlazení 15 kWh/(m<sup>2</sup>·a);
- neprůvzdušnost obálky budovy  $n_{50}$  ověřená tlakovou zkouškou nesmí překročit hodnotu 0,6<sup>-1</sup>/hod (při přetlaku nebo podtlaku 50 Pa se nesmí za hodinu vyměnit netěsností v obálce více než 60% vnitřního vzduchu);
- ve všech obytných místnostech musí být splněno kritérium tepelného komfortu v letním a zimním období, tzn. nesmí ve více než 10 % hodin v roce dojít k vzestupu teploty nad 25°C.

Passivhaus Institut definuje tři třídy pasivních domů. Jde o Pasivní dům “Classic”, Pasivní dům “Plus” a Pasivní dům “Premium”. Pasivní dům “Classic” je tradičním pasivním domem. Pasivní dům “Plus” a Pasivní dům “Premium” musejí vyrobit určitý

podíl obnovitelné energie. Potřeba energie se počítá na  $m^2$  energeticky vztažené plochy a výroba je vztažena na  $m^2$  zastavěné plochy objektu. [18]

Potřeba primární obnovitelné energie pro pasivní domy dle Passivhaus Institutu pro dané třídy je:

- Pasivní dům “Classic” - potřeba primární obnovitelné energie je max. 60 kWh/( $m^2 \cdot a$ );
- Pasivní dům “Plus” - potřeba primární obnovitelné energie je max. 45 kWh/( $m^2 \cdot a$ ); výroba obnovitelné energie min. 60 kWh/( $m^2 \cdot a$ );
- Pasivní dům “Premium” - potřeba primární obnovitelné energie je max. 30 kWh/( $m^2 \cdot a$ ); výroba obnovitelné energie min. 120 kWh/( $m^2 \cdot a$ ).

Energeticky pasivní standard dle českých TNI 73 0329 (pro rodinné domy) a TNI 73 0330 (pro bytové domy) Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění k vyjádření měrných hodnot ukazatelů využívá celkovou vnitřní podlahovou plochu včetně půdorysné plochy příček, šachet a dalších. Tato plocha bude vždy větší než podlahová plocha uvažovaná v metodě dle Passivhaus Institut.

Jev, veličina	Rodinné domy	Bytové domy
Měrná potřeba tepla na vytápění $E_A$ maximálně dle ČSN EN ISO 13790	20 kWh/ $m^2$	15 kWh/ $m^2$
Součinitel prostupu tepla $U$ jednotlivých konstrukcí na systémové hranici	dle doporučených hodnot ČSN 73 0540-2	dle doporučených hodnot ČSN 73 0540-2
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em}$ nejvýše	0,22 W/ $m^2K$	0,30 W/ $m^2K$
Zajištění přívodu čerstvého vzduchu do všech obytných místností	Ano	Ano
Účinnost zpětného získávání tepla z odváděného vzduchu minimálně	75 %	70 %
Neprůvzdušnost obálky budovy $n_{50}$	0,6 h <sup>-1</sup>	0,6 h <sup>-1</sup>
Nejvyšší teplota vzduchu v obytné místnosti $\theta_{a,max}$ podle ČSN 73 0540-4, bez strojního chlazení	27 °C	27 °C
Potřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů na vytápění, přípravu teplé vody a technické systémy budovy $PE_A$ maximálně	60 kWh/ $m^2a$	60 kWh/ $m^2a$

Tab. 5) Požadavky na pasivní rodinné a bytové domy [19] [20]



### 3.3. Energeticky nulová budova

Často se pod pojmem energeticky nulové budovy myslí, že její potřeba na vytápění je nulová. Takový stav pro převažující návrhovou teplotu kolem 20°C pro budovy s běžným provozem není možný. Tepelné zisky jak solární, tak vnitřní např. tepelné zisky od osob či spotřebičů, jsou neregulovatelné a nikdy nenahradí teplo dodávané systémem vytápění.

Hodnocení energeticky nulové budovy vychází z roční bilance energetických potřeb a energetické produkce v budově a jejím okolí. Hodnocení je vyjádřené v hodnotách primární energie. Předpokladem je, že je budova připojena na obvyklé energetické sítě. Roční bilance dodávané a vyprodukované energie je vyrovnaná. Není však důležité, zda se vyprodukovaná energie využije přímo v budově nebo zda je distribuována dále. Jedná se tedy o bilančně nulovou budovu (net zero energy building, nZEB).

Vzhledem k tomu, že jde o bilanci roční v hodnotách primární, nebude vyrovnána v každém časovém období. Zpravidla systémy produkující energii budou mít v letním období výrazné přebytky, které v ročním součtu vyrovnají nedostatek výroby v zimním období. [21]

Stanoveny jsou dvě úrovně hodnocení, kdy pro úroveň A se do energetických potřeb budovy zahrne potřeba tepla na vytápění, potřeba energie na chlazení, energie na přípravu teplé vody, pomocná elektrická energie na provoz energetických systémů budovy, elektrická energie na umělé osvětlení a elektrické spotřebiče.

Pro úroveň B se zahrnou všechny body jako u úrovně A mimo zahrnutí elektrické energie na elektrické spotřebiče. [3]

Do hodnocení primární energie vyprodukované v souvislosti s budovou se zahrnuje roční produkce z obnovitelných zdrojů energie, sloužící potřebám domu, i energie využitá jinde prostřednictvím energetické sítě. Ve prospěch budovy je možné dále zahrnout produkci elektrické energie z obnovitelných zdrojů umístěných na dalších blízkých stavebních objektech, jako jsou přístřešky, opěrné stěny, oplocení a jiné budovy, ale pouze v případě, že tato produkce nebyla zahrnuta ve prospěch jiných budov. Dále je také možné zahrnout produkci tepla z obnovitelných zdrojů jako je spalování biomasy, bioplynu apod., které je předáváno dalším budovám nebo tepelné síti.

### 3.4. Standard blízký energeticky nulovému

Tento standard má definovaná kritéria obdobná jako energeticky nulová budova. Bilance v primárních energiích ale připouští nenulovou. Je tedy mírnější.

Závaznost kritéria	Požadovaná hodnota	Doporučená hodnota	Požadovaná hodnota podle zvolené úrovně hodnocení	
	Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em}$ [W/(m <sup>2</sup> .K)]	Měrná potřeba tepla na vytápění [kWh/(m <sup>2</sup> .a)]	Měrná roční bilance potřeby a produkce energie vyjádřená v hodnotách primární energie z neobnovitelných zdrojů [kWh/(m <sup>2</sup> .a)]	
			Úroveň A	Úroveň B
Obytné budovy				
Nulový	Rodinné domy ≤ 0,25	Rodinné domy ≤ 0,20	0	0
Blízký nulovému	Bytové domy ≤ 0,35	Bytové domy ≤ 0,15	80	30
Neobytné budovy				
Nulový	≤ 0,35	≤ 0,30	0	0
Blízký nulovému			120	90

Tab. 6) Základní požadavky na energeticky nulové budovy a budovy blízké nulovému [13]

(V tabulce jsou neobytné budovy specifikovány pro převažující návrhovou vnitřní teplotu 18°C až 22°C včetně. Pro jiné budovy nejsou požadované hodnoty stanoveny).

### 3.5. Energeticky nezávislé budovy

Budovy bez potřeby dodávek energie mimo budovu se označují jako energeticky nezávislé budovy nebo také autonomní či ostrovní. Takové budovy jsou většinou stavěny mimo zastavěná území a tam, kde je těžké nebo nemožné napojení na energetické sítě.

Primárně se u těchto budov vychází z konceptu minimalizace potřeb s jejich následným hrazením produkcí obnovitelných zdrojů.

K vyrovnání mezi energetickou produkcí a spotřebou energie slouží akumulace energie do tepelných zásobníků, elektrických akumulátorů a využití akumulace energie v podzákladi. [3]

### 3.6. Budovy s velmi nízkou energetickou náročností

S pojmem budovy s velmi nízkou energetickou náročností se v České republice můžeme setkat v dotačním titulu Nová zelená úsporám.

Nová zelená úsporám je program Ministerstva životního prostředí administrovaný Státním fondem životního prostředí České republiky zaměřený na úspory energií v rodinných a bytových domech. Zaměřuje se na snižování energetické náročnosti stávajících rodinných či bytových domů, na výstavbu rodinných nebo bytových domů s velmi nízkou energetickou náročností a efektivní využití zdrojů energie. Podporuje zateplení, výměnu oken a dveří, výstavbu rodinného domu, bytového domu a zdroje energie.

Parametry objektu s velmi nízkou energetickou náročností jsou velmi podobné jako parametry pro pasivní domy. Pro vyhodnocení kritérií se používá metoda vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov. Energeticky vztažná plocha je stanovena z vnějších rozměrů budovy.

Dotační program NZÚ stanovuje požadované parametry budovy pro podoblasti podpory. Dle dosažené podoblasti je vyplacena daná částka podpory.

Sledovaný parametr	Označení [jednotky]	Podoblast podpory B.0	Podoblast podpory B.1	Podoblast podpory B.2
Měrná roční potřeba tepla na vytápění	$E_A$ [kWh.m <sup>-2</sup> .rok <sup>-1</sup> ]	-	≤ 20	≤ 15
Měrná neobnovitelná primární energie	$E_{pN,A}$ [kWh.m <sup>-2</sup> .rok <sup>-1</sup> ]	≤ 120	≤ 90	≤ 60
Součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici	$U$ [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	≤ $U_{rec}$	≤ $U_{pas}$	≤ $U_{pas}$
Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy	$U_{em}$ [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	≤ 0,7* $U_{em,N}$	≤ 0,22	≤ 0,22
Průvzdušnost obálky budovy po dokončení stavby	$n_{50}$ [h <sup>-1</sup> ]	≤ 1,0	≤ 0,6	≤ 0,6
Nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období	$\theta_{ai,max}$ [°C]	≤ 27 °C	≤ 27 °C	≤ 27 °C
Povinná instalace systému nuceného větrání se zpětným získáváním tepla	[ ]	ano	ano	ano

Tab. 7) Požadované parametry budovy pro podoblasti podpory [6]

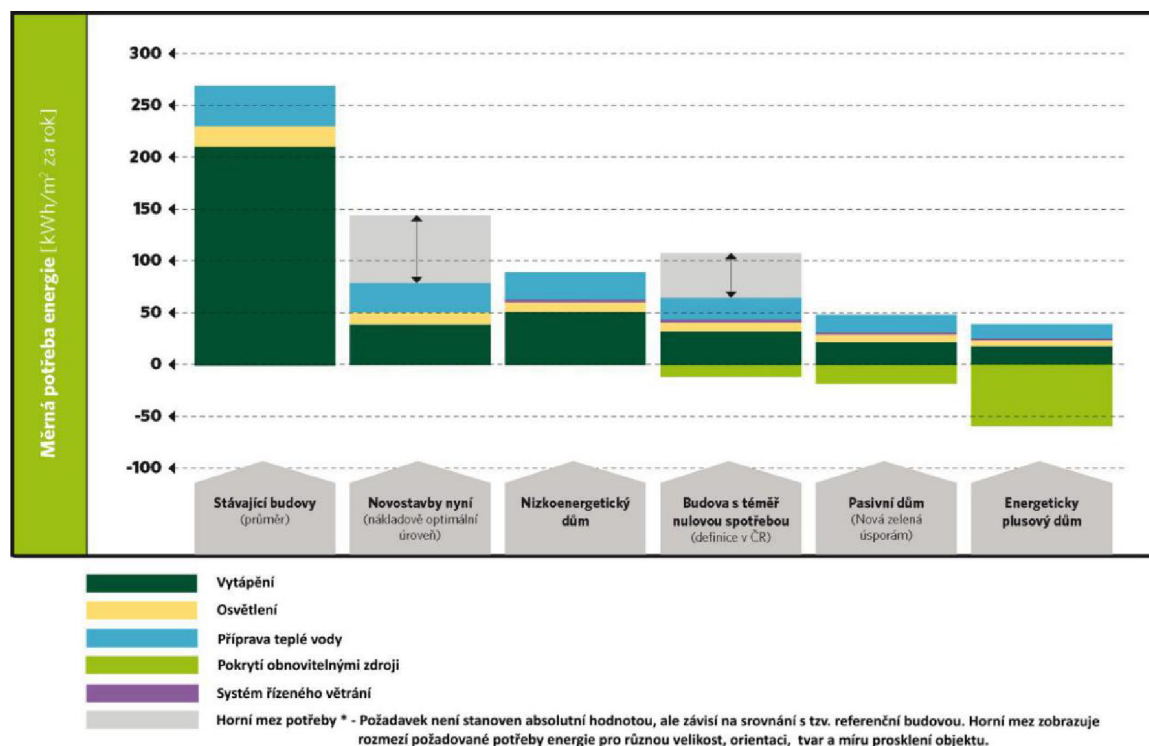
Dotační program NZÚ dále podporuje výstavbu zelené střechy, využití tepla z odpadních vod, zpracování odborného posudku a zajištění měření průvzdušnosti obálky budovy, venkovní stínící techniku, využití materiálů s vydaným environmentálním prohlášením typu III. [6]

Environmentální prohlášení typu III spočívá v tom, že jednotným způsobem stanovuje dopady produktů na životní prostředí - za celý životní cyklus. [7]

Z hlediska zdrojů energie poskytuje program dotace na solární termické a fotovoltaické systémy, systém řízeného větrání se zpětným získáváním tepla z odpadního vzduchu (s rekuperací), výměnu elektrického vytápění za systém s tepelným čerpadlem, výměnu lokálních topidel na tuhá paliva.

### 3.7. Srovnání standardů

V následujícím grafu je znázorněno běžné rozpětí orientačních měrných potřeb tepla na vytápění, přípravu teplé vody, osvětlení a pomocné energie.



Obr. 6) Srovnání energetických standardů [22]

## 4. Vlivy a činitelé působící na energetickou náročnost budovy

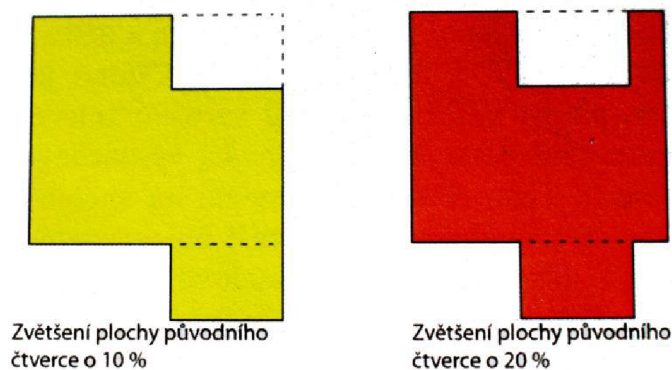
### 4.1. Geometrie

Geometrie, tedy tvar objektu, má vliv na optimální návrh budovy. V útvarech se shodným objemem mohou být různé velikosti ploch obvodového pláště. Na ploše obvodového pláště pak závisí tepelné ztráty, které těmito plochami vznikají. Z toho plyne, že objekty se stejným objemem, ale s různou plochou obvodového pláště, mají různé tepelné ztráty. [1]

Optimálním tělesem je koule, která ale ve stavebnictví bývá využívána pouze ve velmi ojedinělých případech.

Ve stavebnictví je z hlediska geometrie a následné spotřebě energie vhodné navrhovat objekty jen s nezbytnou členitostí. Navýšení ochlazované plochy znamená větší tepelné ztráty. Nejvíce je to patrné z rodinných domů, kde je menší obestavěný prostor než například u velkých budov škol.

Z obr. je patrné, že při změně geometrie objektu z půdorysně jednoduchého čtverce na členitý půdorys, se zvětší jeho obvod a s tím i jeho ochlazovaná plocha.

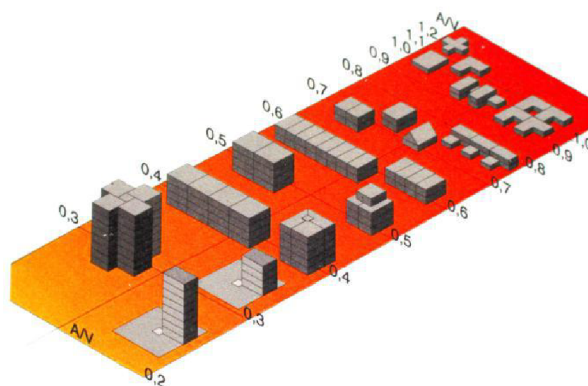


Obr. 7) Faktor tvaru na příkladu čtverce [1]

V zástavbě z hlediska energetické náročnosti jsou výhodnější dvojdomky nebo řadové domy než samostatně stojící objekty. Mají menší ochlazovanou plochu a tím se zároveň zmenšují tepelné ztráty a spotřeba energie.

Geometrii objektu definuje faktor tvaru. Je odvozen z poměru  $A/V$ , kde  $A$  [ $m^2$ ] je ochlazovaná plocha a  $V$  [ $m^3$ ] obestavěný prostor. Čím je tento poměr menší, tím jsou lepší podmínky pro eliminaci tepelných ztrát. Jinak řečeno, teplo koncentrované

v určitém objemu má menší plochu na únik. U rodinných domů optimálně vychází faktor tvaru 0,7 až 0,8 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>.



Obr. 8) Optimální faktory tvaru u různých objektů [1]

#### 4.2. Místo výstavby a osazení budovy do terénu

Lokalitu výstavby lze zvolit dle spousty kritérií, mezi které patří například občanská vybavenost, pracovní příležitosti, dostupnost veřejnou dopravou aj. Z hlediska energetické náročnosti se v dané lokalitě posuzuje teplota venkovního vzduchu, rychlost a směr větru, vlhkost vzduchu a intenzita slunečního záření.

##### 4.2.1. Zeměpisná poloha

Na bilanci spotřeby energie má vliv zeměpisná poloha - zeměpisná šířka a délka, nadmořská výška. Výhodnější oblasti v rámci spotřeby energie jsou oblasti s průměrnými vyššími teplotami a s delší dobou slunečního záření. Čím vyšší jsou teploty v exteriéru, tím nižší jsou tepelné ztráty objektu a tím nižší je potřeba energie pro vytápění. Přibližně platí, že rozdíl teploty venkovního vzduchu 1°C představuje změnu tepelné ztráty o 3 %.

Dále platí, že s nárůstem nadmořské výšky o 100 m poklesne teplota vnějšího vzduchu zhruba o 0,5°C.

##### 4.2.2. Orientace pozemku ke světovým stranám

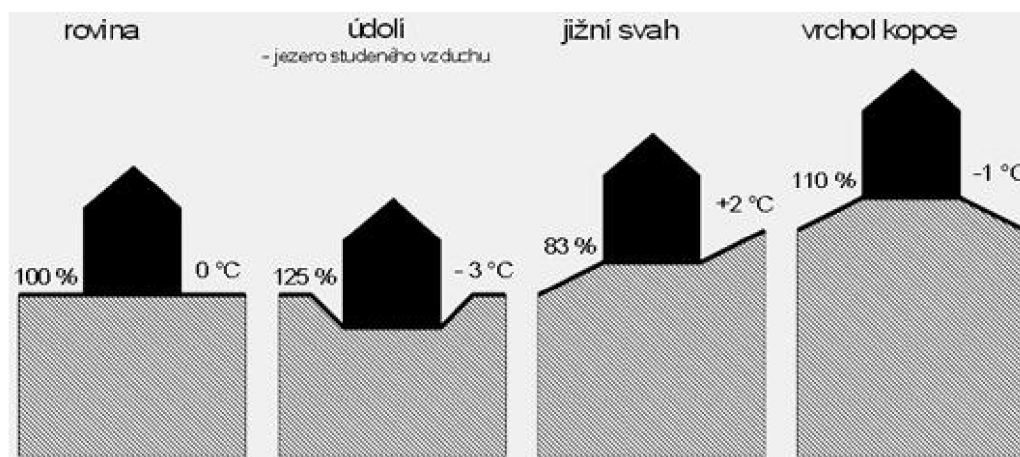
Pro umístění objektu je důležité vybrat správný směr svahu. Na jižně orientované svahy dopadá v zimě o 10 až 30 % globálního slunečního záření více než na severní svahy. Solární zisky mohou být zejména v podzimním období sníženy mlhami.

### 4.2.3. Hustota okolní zástavby, hustota a druh okolní vegetace, tvar terénu

Rozdílné parametry z hlediska teploty v exteriéru může způsobit poloha budovy v otevřené krajině a urbanizovaném území. V aglomerované zástavbě budou teploty vyšší než v otevřené krajině. V hustě zastavěných lokalitách může být teplota vnějšího vzduchu o 5 až 10 °C vyšší než ve volné krajině.

Zalesněné plochy ovlivňují vlhkost a teplotu okolního vzduchu. Naopak vytváří přirozenou ochranu před větrem a před nadměrnými solárními zisky.

Závětrná poloha zlepšuje energetickou náročnost. Pokud je ale budova umístěna na dně údolí, pak ale vznikají zejména pro menší rodinné objekty zhoršené obytné podmínky od stékání chladného vzduchu do údolí nebo prostřednictvím tvorby mlh. Pokud objekt zvedneme nad tuto mez a situujeme na jižní svah v závětrné poloze, je bilance příznivější. Pokud ale umístíme budovu do nechráněné polohy na vyvýšenině, může být zhoršení o zhruba 17 %.



Obr. 9) Vliv terénu [23]

### 4.2.4. Vodní toky a plochy

Voda má vysokou akumulační schopnost. To znamená, že velké vodní toky a plochy mohou zmírňovat teplotní výkyvy ve svém okolí

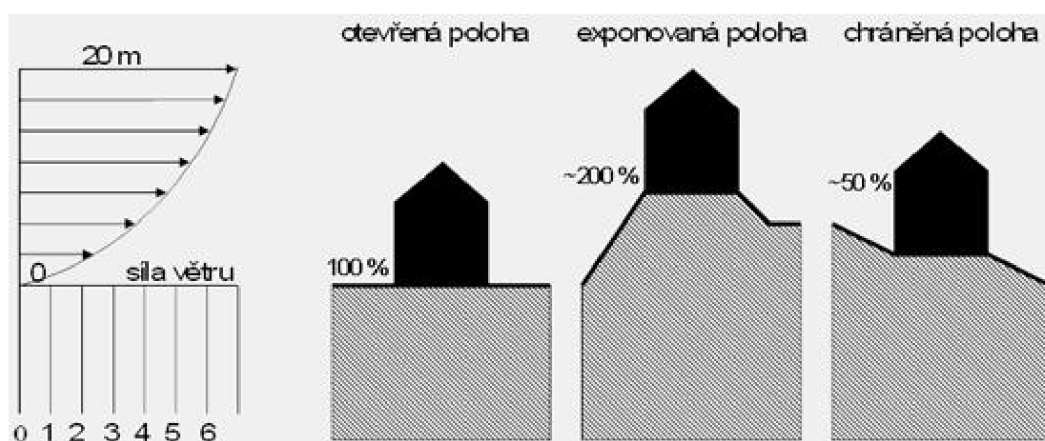
#### 4.2.5. Povětrnostní poměry

Významný klimatický činitel, který ovlivňuje energetickou náročnost budov, je vítr a jeho směr a rychlost. Rychlost proudícího vzduchu lze eliminovat např. vytvářením dostatečně vysokých clon, budovy, zeleň, větrolamy. Clona snižuje rychlost proudění vzduchu nejen za ní, ale i před ní. Pro naše klimatické podmínky je vhodná realizace objektu do výšky až devíti podlaží. Budovy převyšující zástavbu jsou vystaveny přímým nárazům větru, který se tím odchyluje v horizontálním i vertikálním směru od původního proudění. Při odrazu dochází ke zvyšování rychlosti vzduchového proudu v přízemní vrstvě v přímém okolí budovy.

Pokud jsou deskové objekty seskupovány do tvaru chodeb, soutěsek, popř. do tvaru nálevek v pravých nebo ostrých úhlech, dochází k vytváření tzv. Venturiho efektu. S výškou zástavby narůstá rychlost proudění. U výškových objektů, před nimiž na návětrné straně je v určité vzdálenosti nízká budova, dochází k Wiesovu efektu. [1]

Zatížení větrem ovlivňuje spotřebu tepla na vytápění v zimním období. Rychlost větru je mimo jiné závislá na výškové poloze a tvaru budovy. Proudění vzduchu významně ovlivňuje hodnotu součinitele přestupu tepla na vnější straně konstrukce.

Negativní vliv větru lze eliminovat vhodnou orientací budovy ke směru převládajících zimních větrů, kompaktním tvarem budovy, omezení její výšky, dobrou tepelnou izolací, vzduchtěsností obvodových konstrukcí.

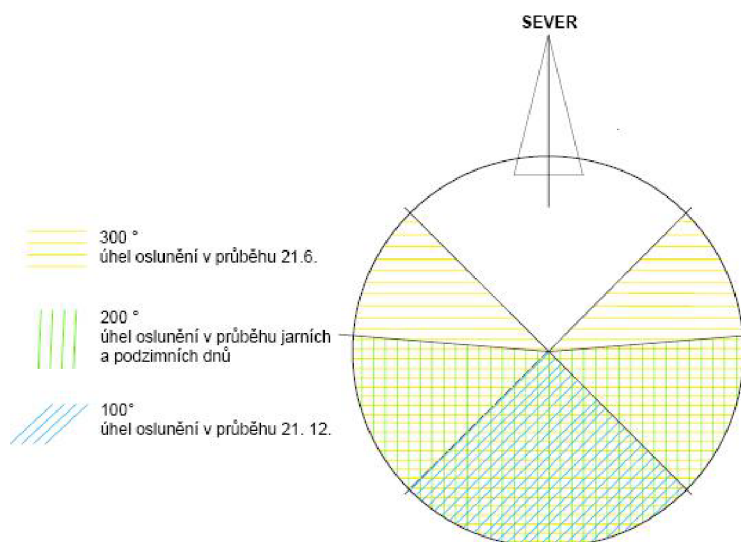


Obr. 10) Tepelné ztráty budovy v závislosti na síle větru a na jejím umístění v terénu [23]



### 4.3. Orientace objektu a jeho zasklených ploch vůči světovým stranám

Jednotlivé světové strany mají rozdílné vlastnosti z hlediska oslunění a přirozeného osvětlení. S tím souvisí přirozené teploty uvnitř objektu. Nutné je vzít v potaz sluneční svit v průběhu celého roku z hlediska doby a úhlu dopadu paprsků.



Obr. 11) Schéma situace slunečního svitu [24]

Severní strana je chladná, bez slunečního světla. Její výhodou je rovnoměrné osvětlení. Je vhodné na tuto stranu situovat místnosti nevyužívané pro stálý pobyt, mezi které patří zádveří, šatny, koupelny, WC, garáže, sklady atd. Bývají zde také menší prosklené plochy než v místnostech obytných, což úzce souvisí také s požadavkem na intenzitu denního osvětlení. Navíc jsou okna na severní fasádě zdrojem velkých tepelných ztrát.

Východní strana umožňuje výrazné proslunění v ranních hodinách. V letním období je osvětlení příjemné, v zimním je tato strana spíše chladná. Vhodné je na tuto stranu umístit ložnice, kuchyně, jídelny, pracovny apod.

Obytné prostory objektu by měly být situovány na prosluněné strany, tedy ideálně jižní (jihovýchodní až jihozápadní) směr. Tento požadavek je vhodný dodržet jak z energetického hlediska, tak z hlediska hygienického a psychologického. [24]

Velikost prosklených ploch na fasádě k jihu by měla být v rozmezí 30 až 40 % z plochy fasády. Při větších plochách zasklení by mohlo docházet k přehřívání.

Významnou roli hraje velikost, tvar a uspořádání oken. Pro úsporu energie na vytápění je nejvhodnější orientace oken na jih, popřípadě na jihozápad. Velikost prosklených ploch na fasádě k jihu by však měla být v rozmezí 30 až 40 % z plochy fasády. Při větších plochách zasklení by mohlo docházet k přehřívání.

Poměr prosklení na západní a východní fasádě by neměl překročit 20% plochy celé fasády. [1]

Obecně platí, že jedním oknem se prosvětlí přibližně 6 m hloubky místnosti o výšce stěny 2,5 m. Přirozené osvětlení je dostatečné tehdy, když se plocha oken rovná přibližně 1/8 plochy místnosti při světlé výšce 2,5 m. Více světla propustí vysoká a úzká okna. Střešní okna propustí přibližně dvakrát více světla než okna svislá. [24]

#### **4.4. Konstrukce a izolace**

Konstrukce obklopující vytápěnou obálku budovy musí splnit předepsané hodnoty. Kromě snížení tepelných ztrát prostupem jsou hlavními atributy kvalitně izolovaných konstrukcí vysoké povrchové teploty a snížení rizika růstu plísní. Jejich vysoký tepelný odpor také v létě zabraňuje přehřívání objektu. Důležité jsou akumulční vlastnosti objektu.

Nejzásadnější předpoklady pro vhodný konstrukční systém:

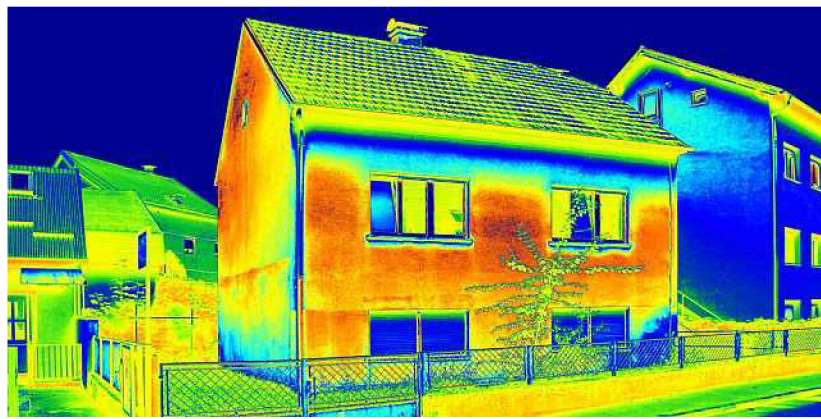
- vhodnost konstrukce pro zvolený typ izolace a povrchových úprav;
- co nejmenší tloušťka konstrukce při dosažení potřebných izolačních parametrů;
- jednoduchost a spolehlivost provedení vzduchotěsnicí vrstvy;
- možnost jednoduchého řešení napojení konstrukcí bez tepelných mostů.

#### **4.5. Tepelné mosty**

Tepelným mostem se rozumí místo se zvýšeným tepelným tokem. Nejčastěji jde o místa s oslabenou tepelnou izolační vrstvou v důsledku napojení konstrukcí. V tomto místě dochází ke zvýšené prostupnosti tepla, což znamená větší tepelné ztráty. Toto místo je pak na vnitřní straně konstrukce více ochlazované. Se snižováním teploty roste relativní vlhkost až po takzvaný rosný bod, kdy dochází ke kondenzaci. Ve vlhkém prostředí pak vznikají nežádoucí plísně. Je tedy třeba řešit detaily v objektech tak, aby k tepelným mostům nedocházelo.

Nejčastější riziková místa jsou:

- tepelná vazba v místě napojení konstrukcí (balkonová deska, napojení oken, atika atd.);
- rozdílné tepelné toky způsobené geometrií objektu (rohy, kouty atd.);
- oslabení izolace nehomogenitou ve formě chybějící izolace nebo vložených konstrukčních prvků (např. opakující se dřevěné nosníky v izolaci);
- bodové prvky s vyšší tepelnou vodivostí procházející vrstvou izolace (např. konzoly, kotvy izolace). [25]



*Obr. 12) Termovizní snímkování oslabených míst [26]*

#### **4.6. Otvorové výplně**

Okna a dveře tvoří základ energeticky úsporné výstavby. Je totiž důležité efektivně využívat solární zisky.

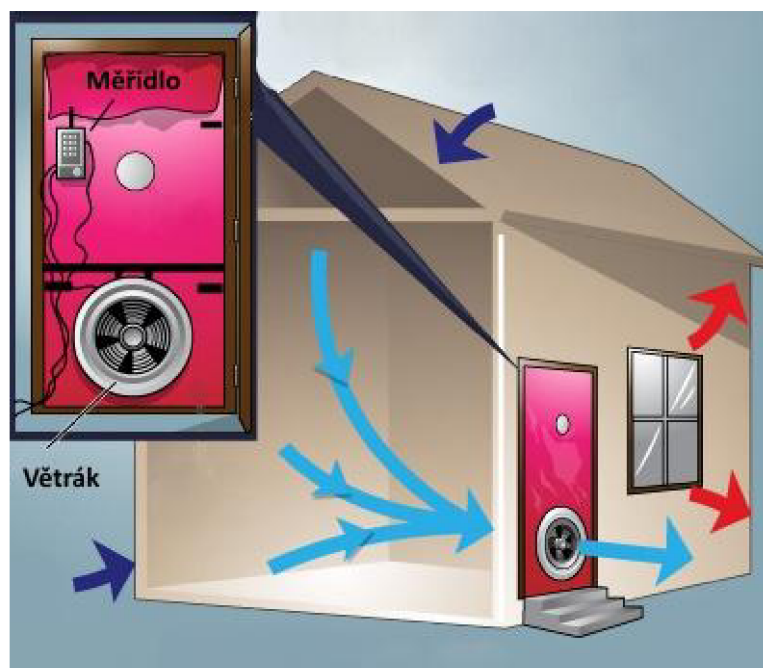
Zásady pro výběr a provedení otvorových výplní:

- vhodná velikost a rozmístění oken;
- volba kvalitního rámu s nízkým součinitelem prostupu tepla;
- izolační zasklení s tepelným distančním rámečkem (nejlépe izolační trojskla);
- osazení do konstrukce bez vzniku tepelných mostů;
- ochrana proti letnímu přehřívání. [25]

#### 4.7. Neprůvzdušnost

Každá budova by měla být do jisté míry vzduchotěsná. Netěsnosti způsobují nekontrolovatelné tepelné ztráty a snižují účinnost zpětného získávání tepla - větrací vzduch prochází namísto rekuperačním zařízením spárami.

Těsnost obálky budovy vyjadřuje hodnota  $n_{50}$  [ $\text{h}^{-1}$ ] při tlakovém rozdílu 50 Pa. Pro pasivní objekty je povinná zkouška neprůvzdušnosti, kdy se určuje neprůvzdušnost objektu, tzv. Blower-door test. Blower-door test se provádí buď při výstavbě po dokončení vzduchotěsnících opatření, nebo po dokončení stavby. Jde také o kontrolu kvality provedení stavby. [25]



Obr. 13) Blower-door test [27]

## **B VÝPOČTOVÁ ČÁST**

# 1. Analýza objektu

## 1.1. Konstrukční řešení objektu

Řešeným objektem je novostavba rodinného dvoupodlažního nepodsklepeného domu. Stavba je navržena ve třech různých konstrukčních systémech. Předmětem posouzení je srovnání těchto tří konstrukčních systémů z hlediska energetické náročnosti objektu.

### 1.1.1. Varianta A

Stavba je navržena z jednovrstvého zdiva z cihelných bloků s integrovaným tepelným izolantem Porotherm 44 T Profi Dryfix. Vnitřní nosné zdivo je navrženo taktéž z cihelných bloků Porotherm 44 T Profi Dryfix, 30 T Profi Dryfix a 30 Profi.

Pro první vrstvu zdiva - sokl - budou použity cihelné bloky Porotherm 38 TS Profi s hydroizolací a protiradonovou ochranou mPVC fólií a tepelnou izolací soklu XPS tl. 60 mm.

Vnitřní příčky jsou navrženy sádkartonové v tloušťce 125 mm. Jako vodící profil pro příčku byl zvolen ocelový profil Rigips UW 100, opláštění jednoduché sádkartonovou deskou Rigips 12,5 mm, uvnitř minerální izolace.

Podlaha na terénu je tvořena podkladní betonovou deskou o tl. 180 mm. Na ní je umístěna asfaltová hydroizolace, tepelná izolace EPS 100 S tl. 200 mm, systémová deska pro podlahové vytápění DEKPERIMETER PV NR-75 50 mm zalitá 55 mm betonové mazaniny.

Podlaha na terénu v garáži je tvořena podkladní betonovou deskou o tl. 180 mm, asfaltovou hydroizolací, tepelnou izolací EPS 150S tl. 80 mm a betonovou mazaninou tl. 90 mm.

Nad 1.NP je navržena keramická vnitřní stropní konstrukce systému Porotherm strop celkové tl. 250 mm. Je tvořený cihelnými vložkami MIAKO 19 PTH a keramobetonovými stropními trámy vyztuženými svařovanou prostorovou výztuží zalitými betonem vyztuženým vázanou výztuží. Podlaha je tvořena kročejovou izolací ISOVER T-N tl. 30 mm, systémovou deskou pro podlahové vytápění DEKPERIMETER PV NR-75 50 mm zalitou 55 mm betonové mazaniny. Podhled stropní konstrukce bude tvořen zavěšenou SDK konstrukcí.

Podlaha nad venkovním prostorem je zespodu zateplena tepelnou izolací EPS 70F o tloušťce 240 mm a pro zateplení podlahy nad garáží jsou do zavěšené SDK konstrukce vloženy desky z minerální plsti Isover Uni tl. 200mm.

Plochá střecha jednopodlažní části je tvořena taktéž systémem Porotherm strop. Na této nosné konstrukci je umístěn asfaltový hydroizolační pás, dále spádové klány EPS 200 s průměrnou tl. 80 mm, EPS 200 tl. 140 mm a hydroizolační fólie z PVC-P.

Nosná část stropu nad 2.NP (pod nevytápěným prostorem půdy) je tvořena filigránovou stropní deskou z liaporbetonu o celkové tl. 180 mm. Na ní jsou položeny skelné izolační pásy Isover UNIROL PROFI. Podhled stropní konstrukce bude taktéž tvořen zavěšenou SDK konstrukcí.

Střešní konstrukce je tvořena příhradovým vazníkem se sklonem střešní roviny 20 °.

Okna jsou navržena plastová s izolačním trojsklem. Vstupní dveře jsou taktéž plastové. Garážová vrata jsou zateplena ocelová sekční.

### **1.1.2. Varianta B**

Stavba je navržena z vápenopískových tvárnic KM Beta 1.17 Sendwix 14DF-LD tl. 200 mm s kontaktním zateplovacím systémem ETICS z desek EPS 70F tl. 240 mm. Vnitřní nosné zdivo je taktéž 1.17 sendwix 14DF-LD tl. 200 mm.

Pro první vsrtvu zdiva - sokl - budou použity tepelněizolační tvárnice KM Beta 1.14 Sendwix 14DF-D Therm. V nevytápěném prostoru garáže a technického zázemí bude do vzdálenosti 1 m od stropu lepená izolace EPS pro eliminaci tepelných mostů.

Vnitřní příčky jsou navrženy z tvárnic 2.2 Sendwix 4DF-LDE tl. 115 mm a sádkartonové v tloušťce 125 mm. Jako vodící profil pro příčku byl zvolen ocelový profil Rigips UW 100, opláštění jednoduché sádkartonovou deskou Rigips 12,5 mm, uvnitř minerální izolace.

Podlaha na terénu je tvořena podkladní betonovou deskou o tl. 180 mm. Na ní je umístěna asfaltová hydroizolace, tepelná izolace EPS 100 S tl. 200 mm, systémová deska pro podlahové vytápění DEKPERIMETER PV NR-75 50 mm zalitá 55 mm betonové mazaniny.

Podlaha na terénu v garáži je tvořena podkladní betonovou deskou o tl. 180 mm, asfaltovou hydroizolací, tepelnou izolací EPS 150S tl 80 mm a betonovou mazaninou tl. 90 mm.

Nad 1.NP je navržena keramická vnitřní stropní konstrukce KMB strop celkové tl. 250 mm. Je tvořený cihelnými vložkami MIAKO 19 a keramobetonovými stropními trámy vyztuženými svařovanou prostorovou výztuží zalitými betonem vyztuženým vázanou výztuží. Podlaha je tvořena kročejovou izolací ISOVER T-N tl. 30 mm, systémovou deskou pro podlahové vytápění DEKPERIMETER PV NR-75 50 mm zalitou 55 mm betonové mazaniny. Podhled stropní konstrukce bude tvořen zavěšenou SDK konstrukcí.

Podlaha nad venkovním prostorem je zespondu zateplena tepelnou izolací EPS 70F o tloušťce 240 mm a pro zateplení podlahy nad garáží je zespondu na strop celoplošně přilepena tepelná izolace z EPS 100F tl. 200 mm.

Plochá střecha jednopodlažní části je tvořena taktéž systémem KMB strop. Na této nosné konstrukci je umístěn asfaltový hydroizolační pás, dále spádové klíny EPS 200 s průměrnou tl. 80 mm, EPS 200 tl. 140 mm a hydroizolační fólie z PVC-P.

Nosná část stropu nad 2.NP (pod nevytápěným prostorem půdy) je tvořena filigránovou stropní deskou z liaporbetonu o celkové tl. 180 mm. Na ní jsou položeny skelné izolační pásy Isover UNIROL PROFÍ. Podhled stropní konstrukce bude taktéž tvořen zavěšenou SDK konstrukcí.

Střešní konstrukce je tvořena příhradovým vazníkem se sklonem střešní roviny 20 °.

Okna jsou navržena plastová s izolačním trojsklem. Vstupní dveře jsou taktéž plastové. Garážová vrata jsou zateplena ocelová sekční.

### **1.1.3. Varianta C**

Stavba je navržena jako dřevostavba s lehkou sloupkovou konstrukcí. Nosné obvodové zdivo je tvořeno dřevěným rámem 60x120 mm vyplněným tepelnou izolací Isover Woodsil. Z vnitřní strany je opláštěna sádrovláknitou deskou Fermacell 12,5 mm na instalační předstěně z dřevěného rámu 60x40 mm vyplněné izolací Isover Uni. Vnější strana je taktéž opláštěna sádrovláknitou deskou Fermacell tl. 12,5 mm



s kontaktním zateplovacím systémem EPS 100F tl. 120 mm. Vnitřní ztužující stěny jsou navrženy z dřevěného rámu 60x120 mm opláštěného z obou stran sádrovláknitou deskou Fermacell tl. 12,5mm.

Vnitřní příčky jsou navrženy sádrokartonové v tloušťce 125 mm. Jako vodící profil pro příčku byl zvolen ocelový profil Rigips UW 100, opláštění jednoduché sádrokartonovou deskou Rigips 12,5 mm, uvnitř minerální izolace.

Podlaha na terénu je tvořena podkladní betonovou deskou o tl. 180 mm. Na ní je umístěna asfaltová hydroizolace, tepelná izolace EPS 100 S tl. 200 mm, systémová deska pro podlahové vytápění DEKPERIMETER PV NR-75 50 mm zalitá 55 mm betonové mazaniny.

Podlaha na terénu v garáži je tvořena podkladní betonovou deskou o tl. 180 mm, asfaltovou hydroizolací, tepelnou izolací EPS 150S tl 80 mm a betonovou mazaninou tl. 90 mm.

Nad 1.NP je navržen trámový strop z trámu tl. 240 mm vyplněných 100 mm tepelné izolace Isover Unirol Profi se záklopem OSB deskou tl. 15 mm. Podlaha je tvořena kročejovou izolací ISOVER T-N tl. 30 mm, systémovou deskou pro podlahové vytápění DEKPERIMETER PV NR-75 50 mm zalitou 55 mm betonové mazaniny. Podhled stropní konstrukce bude tvořen zavěšenou SDK konstrukcí.

Podlaha nad venkovním prostorem je zesponu zateplena tepelnou izolací EPS 100F o tloušťce 160 mm a pro zateplení podlahy nad garáží jsou do zavěšené SDK konstrukce vloženy desky z minerální plsti Isover Uni tl. 120 mm.

Plochá střecha jednopodlažní části je tvořena taktéž trámovou konstrukcí. Na této nosné konstrukci je umístěn asfaltový hydroizolační pás, dále spádové klány EPS 100 s průměrnou tl. 80 mm, EPS 100 tl. 100 mm a hydroizolační fólie z PVC-P.

Strop nad 2.NP (pod nevytápěným prostorem půdy) je tvořen dolními pásnicemi vazníku tl. 240 mm vyplněnými tepelnou izolací Isover Orsik. Do zavěšené SDK konstrukce je vložena izolace Isover Orsik tl. 60 mm.

Střešní konstrukce je tvořena příhradovým vazníkem se sklonem střešní roviny 20 °.

Okna jsou navržena plastová s izolačním trojsklem. Vstupní dveře jsou taktéž plastové. Garážová vrata jsou zateplena ocelová sekční.




## 1.2. Dispoziční řešení

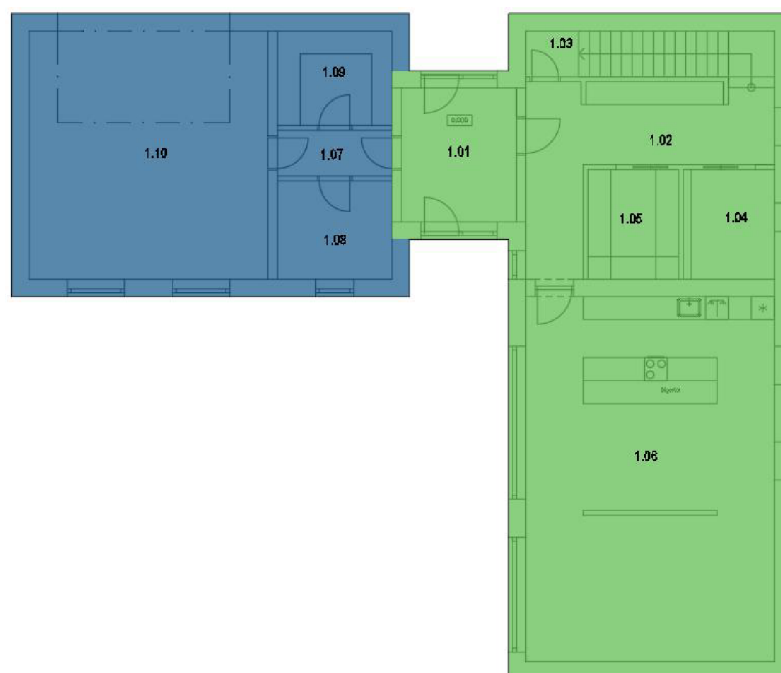
Rodinný dům bude dvoupodlažní nepodsklepený s garáží, která je součástí objektu. 1NP má půdorysný tvar písmene L. 2NP má tvar obdélníkový umístěný na přední části 1NP. Tato část je zastřešena sedlovou střechou. Jednopodlažní část je zastřešena střechou plochou.

Příjezd do objektu a i vstup do objektu je situován na severozápad. Obytné prostory mají většinu prosklených ploch situovaných na jihozápad a jihovýchod. V 1NP se nachází vstupní prostory, chodba, šatna, koupelna a obytný prostor. V severozápadní části je garáž, technické zázemí a sklad. Ve 2NP jsou pak tři pokoje, ložnice se šatnou, WC a dvě koupelny.

## 1.3. Zónování objektu

Objekt je pro potřeby výpočtu členěn na 3 zóny:

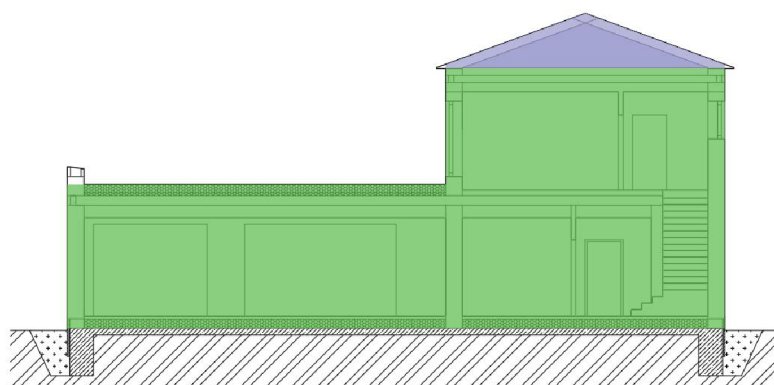
-  Zóna 1 - Obytné vytápěné a nuceně větrané prostory
-  Zóna 2 - Nevytápěný prostor garáže a technického zázemí
-  Zóna 3 - Nevytápěný půdní prostor



Obr. 14) Schéma zónování - Půdorys 1NP



Obr. 15) Schéma zónování - Půdorys 2NP

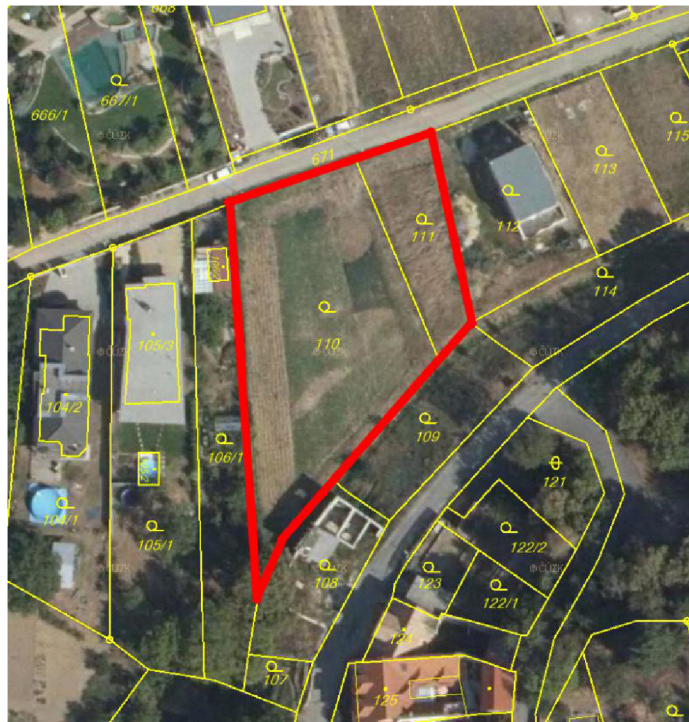


Obr. 16) Schéma zónování - Řez A-A'

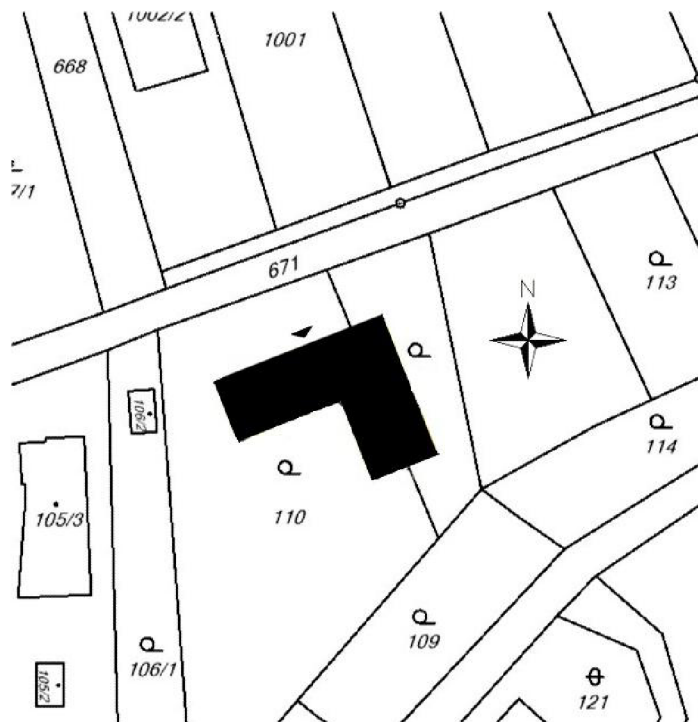
#### 1.4. Poloha a klimatické podmínky

Objekt bude umístěn v obci Jinačovice. Jinačovice leží v okrese Brno-venkov asi 5 km severozápadním směrem od městské části Brno-Kníničky.

Obec:	Jinačovice [583171]
Katastrální území:	Jinačovice [660272]
Parcela:	110, 111
Klimatická oblast (dle ČSN 73 0540-3 přílohy H):	2
Nadmořská výška budovy:	320 m.n.m.
Vnější zimní extrémní návrhová teplota (dle ČSN 73 0540-3):	-15 °C
Převažující vnitřní návrhová teplota:	20 °C



Obr. 17) Katastrální mapa + ortofoto [katastr]



Obr. 18) Umístění budovy na pozemku

## 2. Použitý software a výpočtové vztahy

### 2.1. Výpočtový software DEKSOFT

Výpočet a posouzení byl proveden pomocí cloudového softwaru DEKSOFT. Použity byly moduly Energetika a Tepelná technika 1D.

Výpočty modulu Energetika jsou realizovány dle norem:

- ČSN EN ISO 13790 - Energetická náročnost budov - výpočet spotřeby energie na vytápění a chlazení;
- ČSN EN ISO 13789 - Tepelné chování budov - Měrné tepelné toky prostupem tepla a větráním - Výpočtová metoda;
- ČSN EN ISO 13370 - Tepelné chování budov - Přenos tepla zeminou - Výpočtové metody;
- ČSN EN 15316-3-1 - Tepelné soustavy v budovách - Výpočtová metoda pro stanovení potřeb energie a účinností soustavy - Část 3-1: Soustavy teplé vody, charakteristiky potřeb (požadavky na odběr vody);
- TNI 73 0302 - Energetické hodnocení solárních tepelných soustav - Zjednodušený výpočtový postup;
- Program obsahuje také katalogy hodnot dle TNI 73 0331 Energetická náročnost budov - Typické hodnoty pro výpočet.

Výpočty modulu Tepelná technika 1D jsou realizovány dle norem:

- ČSN 73 0540-1:2005 - Tepelná ochrana budov - Část 1: Terminologie;
- ČSN 73 0540-2:2011 - Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky;
- ČSN 73 0540-3:2005 - Tepelná ochrana budov - Část 3: Návrhové hodnoty veličin;
- ČSN 73 0540-4:2005 - Tepelná ochrana budov - Část 4: Výpočtové metody;
- ČSN EN ISO 6946:2008 - Stavební prvky a stavební konstrukce - Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla - Výpočtová metoda;
- ČSN EN ISO 10077-1:2007 - Tepelné chování oken, dveří a okenic - Výpočet součinitele prostupu tepla - Část 1: Všeobecně;

- ČSN EN ISO 13788:2013 - Tepelně-vlhkostní chování stavebních dílců a stavebních prvků - Vnitřní povrchová teplota pro vyloučení kritické povrchové vlhkosti a kondenzace uvnitř konstrukce - Výpočtové metody;
- ČSN EN ISO 13786:2008 - Tepelné chování stavebních dílců - Dynamické tepelné charakteristiky - Výpočtové metody.

## 2.2. Posouzení tepelně technických vlastností konstrukcí budovy

Výpočet a posouzení součinitele prostupu tepla byl proveden dle ČSN 73 0540 pomocí cloudového softwaru DEK Soft - tepelná technika 1D.

Použité výpočtové vztahy

Tepelný odpor konstrukce  $R$

$$R = \sum \frac{d_i}{\lambda_i} [m^2 \cdot K \cdot W^{-1}]$$

kde  $d_i$  tloušťka  $i$ -té vrstvy skladby posuzované konstrukce [m]  
 $\lambda_i$  součinitel tepelné vodivosti [ $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ ], výpočtová hodnota

Součinitel prostupu tepla stavební konstrukcí  $U$

$$U = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} + \Delta U_{tb} = \frac{1}{R_T} + \Delta U_{tb} [W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$$

kde  $R_{si}$  odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [ $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$ ]  
 $R$  odpor konstrukce [ $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$ ]  
 $R_{se}$  odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce [ $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$ ]  
 $R_T$  odpor při přestupu tepla konstrukcí [ $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$ ]  
 $\Delta U_{tb}$  přírážka na vliv tepelných mostů [ $W/m^2 \cdot K^{-1}$ ]

Povrch	Povrch/ konstrukce	Tepelný odpor při přestupu tepla $R_{si}$ [ $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$ ]
vnitřní	horizontální tepelný tok (stěna)	0,13
	tepelný tok vzhůru (střecha)	0,10
	tepelný tok dolů (podlaha)	0,17

Povrch	Povrch/ konstrukce	Tepelný odpor při přestupu tepla $R_{sc}$ [m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]
vnější	jednoplášťová	0,04
	dvouplášťová	(stejně jako $R_{si}$ )
	styk se zeminou	0

Tab. 8) Tepelný odpor při přestupu tepla [28]

Přirážka na vliv tepelných mostů  $\Delta U_{tb}$

Obvyklé hodnoty dle ČSN 73 0540-4 jsou:

- konstrukce téměř bez tepelných mostů  $\Delta U_{tb} = 0,02$ ;
- konstrukce s mírnými tepelnými mosty  $\Delta U_{tb} = 0,05$ ;
- konstrukce s běžnými tepelnými mosty  $\Delta U_{tb} = 0,1$ ;
- konstrukce s výraznými tepelnými mosty  $\Delta U_{tb} = 0,2$ .

Součinitel prostupu tepla výplní otvorů  $U_w$

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_p \cdot U_p + A_f \cdot U_f + l_g \cdot \psi_g + l_p \cdot \psi_p}{A_g + A_p + A_f} \quad [\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}]$$

kde	$A_g$	plocha zasklení [m <sup>2</sup> ]
	$U_g$	součinitel prostupu tepla zasklení [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
	$A_p$	plocha neprůsvitné výplně [m <sup>2</sup> ]
	$U_p$	součinitel prostupu tepla neprůsvitné výplně [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
	$A_f$	plocha rámu [m <sup>2</sup> ]
	$U_f$	součinitel prostupu tepla rámu [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
	$l_g$	celkový viditelný obvod zasklení [m]
	$\psi_g$	lineární činitel prostupu tepla zasklení způsobený tepelnou vazbou mezi zasklením, distančním rámečkem a rámem [W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]
	$l_p$	celkový viditelný obvod neprůsvitné výplně [m]
	$\psi_p$	lineární činitel prostupu tepla zasklení způsobený tepelnou vazbou mezi neprůsvitnou výplní a rámem [W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]

### 3. Varianty konstrukčního systému

#### 3.1. Varianta A – jednovrstvé zdivo - cihelné bloky s integrovaným tepelným izolantem

Základními požadavky na obvodové nosné konstrukce jsou únosnost, tepelně technická a zvukově izolační funkce a požární odolnost. V případě jednovrstvého zdiva tyto nejdůležitější funkce plní jeden stavební materiál. V jednovrstvém zdivu to jsou právě cihly, které přebírají nejzásadnější funkce konstrukce.

Cihelné bloky pro jednovrstvou konstrukci představují v podstatě malé prefabrikáty, u kterých jsou hlavní vlastnosti získávány již při výrobě cihel. Tím je zaručena jejich stálá kvalita.

Cihelné bloky pro jednovrstvé zdivo jsou v posledních letech hojně rozšířeny a na trhu se objevuje velké množství takto upraveného zdiva. Jsou vhodné pro výstavbu i nízkoenergetických i pasivních domů.



Obr. 19) Zdění ze systému Heluz [29]



### 3.1.1. Výhody systému

Klady systému jednovrstvého zdiva jsou:

- spojení dvou přírodních materiálů - navzájem zvyšují svůj výkon;

Cihelný stěp:	Minerální vata:
výborné tepelně izolační vlastnosti	tepelná a protihluková izolace
snadno propouští vodní páru	snadno propouští vodní páru
nehořlavý, bezpečný	nohořlavá
trvalý a odolný	rozměrově stabilní
vysoká pevnost a únosnost	cihly vyplňovány vatou při výrobě
jednoduché a rychlé zdění	v případě navlhnutí vysychá
přírodní materiál (lze recyklovat)	přírodní materiál (lze recyklovat)

Tab. 9) Vlastnosti cihelného střepeu a minerální vaty [30]

- jednoduchost návrhu;
- jednoduchost a rychlost výstavby;
- jednodušší řešení technických detailů konstrukce;
- energetická efektivnost - snížení spotřeby energie na vytápění nebo chlazení;
- zdravé prostředí pro bydlení - cihelné zdivo neobsahuje látky znečišťující ovzduší interiéru;
- prodyšnost - regulace vlhkosti v místnosti;
- výborné akustické vlastnosti;
- trvanlivost a odolnost;
- dosažení deklarovaných vlastností díky kvalitní velkosériové výrobě cihelných bloků;
- ekologie - přírodní materiály;
- vhodnost pro množství povrchových úprav;
- dlouhá životnost.

### 3.1.2. Nevýhody systému

Jednovrstvé zdivo má i zápory, jako např.:

- nižší nosnost (děrované cihelné bloky);
- nutnost použití speciální zdící malty;
- nutnost technologické kázně pro realizaci stavby;

- nutnost přesného zdění;
- větší tloušťka nosných obvodových konstrukcí - zmenšení užitého prostoru;
- vyšší ceny - při stejném součiniteli prostupu tepla vyšší cena než při použití dvouvrstvého zdění;
- rosný bod v konstrukci.

V případě dodatečného zateplení izolantem je zhoršena akustika či prodyšnost vodních par této konstrukce.

### 3.1.3. Výrobci

Systém jednovrstvého zdění je moderní inovace, která se objevila na trhu před nedávnem. Takto upravené zdící prvky začala produkovat například firma Wienerberger se svou řadou cihel Porotherm T Profi s integrovanou tepelnou izolací z minerální vaty.

Porotherm	Součinitel prostupu tepla $U$ [W/m <sup>2</sup> K]
50 T Profi	0,13
44 T Profi	0,14
38 T Profi	0,17
30 T Profi	0,20

Tab. 10) Součinitele prostupu tepla řady Porotherm T Profi [31]



Obr. 20) Cihla řady Porotherm T Profi [31]

Dalším výrobcem cihel s integrovanou tepelnou izolací pro jednovrstvé zdění je firma Heluz. Jde o řadu cihelných bloků Family 2in1. Tento systém se pyšní

nejlepšími tepelněizolačními vlastnostmi na českém trhu v porovnání s materiály pro jednovrstvé zdivo.

Integrovaným tepelným izolantem v této řadě cihel je expandovaný polystyren v sypké formě. Cihly mají vysoký počet dutin, které jsou vysypány právě tímto izolantem. Primárně je polystyrén použit pro snížení přenosu tepla sáláním mezi jednotlivými žebry cihel oddělených vzduchovými dutinami. Je minimalizován přenos tepla prouděním vzduchu. [32]

Heluz Family 2in1	Součinitel prostupu tepla U [W/m <sup>2</sup> K]
50 broušená	0,11
44 broušená	0,13
38 broušená	0,15
30 broušená	0,23
25 broušená	0,26

Tab. 11) Součinitele prostupu tepla řady Heluz Family 2in1 [33]



Obr. 21) Cihla řady Heluz Family 2in1 [33]

### 3.1.4. Skladby konstrukcí řešeného objektu varianty A

#### STN1 Vnější stěna

č.v.	Materiál	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
1	Sádrová omítka	0,01	0,5	850	1200	10	0,020
2	Porotherm 44 T Profi Dryfix	0,44	0,067	1000	670	5	6,567
3	Baumit Termo omítka + Baumit přednástriek	0,02	0,121	900	470	8	0,165
4	Lepicí hmota Baumit ProContact se síťovinou	0,002	0,88	900	1500	18	0,002
5	Pastovitá fasádní omítka Baumit SilikatTop	0,002	0,77	900	1800	40	0,003

Tab. 12) Skladba STN1 var. A

Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Korekční součinitel prostupu tepla	$\Delta U = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$
Celková tloušťka konstrukce	$d = 0,474 \text{ m}$
Plošná hmotnost konstrukce	$m_s = 322,8 \text{ kg/m}^2$
Odpor při prostupu tepla bez vlivu přestupů	$R = 6,757 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 6,927 \text{ m}^2.\text{K/W}$
<b>Součinitel prostupu tepla konstrukce</b>	<b><math>U = 0,164 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})</math></b>

#### STN2 Vnější stěna - sokl

č.v.	Materiál	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
1	Porotherm 38 TS Profi	0,38	0,069	1000	670	5	5,507
2	Hydroizol. a protirad. ochrana (mPVC folie)	0,0015	0,16	960	1400	20000	0,009
3	BAUMIT BituFix 2K Dvousložkové živичné bezrozpuštědlové lepidlo	0,01	0,66	900	690	17	0,015
4	BAUMIT Austrotherm XPS TOP P TB GK 30-60 mm	0,06	0,033	2060	30	100	1,818
5	Stěrková hmota se síťovinou BAUMIT StarContact	0,002	0,88	900	1500	50	0,002
6	Omítka soklu BAUMIT MosaikTop	0,002	0,77	900	1800	125	0,003

Tab. 13) Skladba STN2 var. A

Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Korekční součinitel prostupu tepla	$\Delta U = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Celková tloušťka konstrukce	$d = 0,4555 \text{ m}$
Plošná hmotnost konstrukce	$m_s = 272,0 \text{ kg/m}^2$
Odpor při prostupu tepla bez vlivu přestupů	$R = 7,354 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 7,524 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
<b>Součinitel prostupu tepla konstrukce</b>	<b><math>U = 0,153 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></b>

STN3 Stěna přilehlá k nevytápěnému prostoru (garáž + tech. místnost + sklad)

č.v.	Materiál	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
1	Sádrová omítka	0,01	0,5	850	1200	10	0,020
2	Porotherm 30 T Profi Dryfix	0,3	0,065	1000	650	5	4,615
3	Sádrová omítka	0,01	0,5	850	1200	10	0,020

Tab. 14) Skladba STN3 var. A

Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	$R_{se} = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Korekční součinitel prostupu tepla	$\Delta U = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Celková tloušťka konstrukce	$d = 0,32 \text{ m}$
Plošná hmotnost konstrukce	$m_s = 219,0 \text{ kg/m}^2$
Odpor při prostupu tepla bez vlivu přestupů	$R = 4,655 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 4,915 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
<b>Součinitel prostupu tepla konstrukce</b>	<b><math>U = 0,223 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></b>

STN4 Štítová stěna (nevyt. půda)

č.v.	Materiál	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
1	OSB	0,015	0,15	1580	630	40	0,100
2	Baumit Termo omítka + Baumit přednástrík	0,02	0,121	900	470	8	0,165
3	Lepicí hmota Baumit ProContact se síťovinou	0,002	0,88	900	1500	18	0,002
4	Pastovitá fasádní omítka Baumit SilikatTop	0,002	0,77	900	1800	40	0,003

Tab. 15) Skladba STN4 var. A

Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
Korekční součinitel prostupu tepla	$\Delta U = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Odpor při prostupu tepla bez vlivu přestupů	$R = 0,27 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 0,44 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
<b>Součinitel prostupu tepla konstrukce</b>	<b><math>U = 2,293 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></b>

PDL(z)5 Podlaha na terénu

č.v.	Materiál	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
1	Keramická dlažba	0,01	1,01	840	2000	200	0,010
2	Malta cementová	0,005	1,16	840	2000	19	0,004
3	Betonová mazanina	0,055	1,3	1020	2200	20	0,042
4	Bet. mazanina mezi nopy	0,03	1,3	1020	2200	20	0,023
5	DEKPERIMETER PV-NR75	0,02	0,034	1450	100	100	0,588
6	ISOVER EPS 100	0,2	0,037	1270	19	30	5,405
7	SBS Modifikovaný asfaltový pás s Al vložkou	0,004	0,21	1470	1400	100000	0,019

Tab. 16) Skladba PDL(z)5 var. A

Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	$R_{si} = 0,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	$R_{se} = 0,00 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
Korekční součinitel prostupu tepla	$\Delta U = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Celková tloušťka konstrukce	$d = 0,324 \text{ m}$
Plošná hmotnost konstrukce	$m_s = 228,4 \text{ kg}/\text{m}^2$
Odpor při prostupu tepla bez vlivu přestupů	$R = 6,091 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 6,261 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
<b>Součinitel prostupu tepla konstrukce</b>	<b><math>U = 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></b>

PDL(z)6 Podlaha na terénu v nevyt. prostoru (garáž + tech. místnost + sklad)

č.v.	Materiál	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
1	Betonová mazanina	0,09	1,3	1020	2200	20	0,069
2	ISOVER EPS 150	0,08	0,035	1270	25	50	2,286
3	SBS Modifikovaný asfaltový pás s Al vložkou	0,004	0,21	1470	1400	100000	0,019

Tab. 17) Skladba PDL(z)6 var. A

Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	$R_{si} = 0,17 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	$R_{se} = 0,00 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Korekční součinitel prostupu tepla	$\Delta U = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$
Celková tloušťka konstrukce	$d = 0,174 \text{ m}$
Plošná hmotnost konstrukce	$m_s = 205,6 \text{ kg/m}^2$
Odpor při prostupu tepla bez vlivu přestupů	$R = 2,374 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 2,544 \text{ m}^2.\text{K/W}$
<b>Součinitel prostupu tepla konstrukce</b>	<b><math>U = 0,413 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})</math></b>

PDL7 Podlaha nad venkovním prostorem

č.v.	Materiál	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
1	Keramická dlažba	0,01	1,01	840	2000	200	0,010
2	Malta cementová	0,005	1,16	840	2000	19	0,004
3	Betonová mazanina	0,055	1,3	1020	2200	20	0,042
4	Bet. mazanina mezi nopy	0,03	1,3	1020	2200	20	0,023
5	DEKPERIMETER PV-NR75	0,02	0,034	1450	100	100	0,588
6	ISOVER T-N	0,03	0,04	800	148	1	0,750
7	Železobeton	0,06	1,58	1020	2400	29	0,038
8	Stropní konstrukce z keramických tvarovek MIAKO s keramickými nosníky, prostor u nosníků vyplněn maltou na výšku stropnice, výška tvarovky 190 mm, nosníku 160 mm	0,19	0,83	960	800	18	0,229
9	ETICS - lepicí malta k podkladu nanášena na terče 40 % plochy	0,005	0,300	920	520	17	0,017
10	ISOVER EPS 70F	0,24	0,039	1270	14	30	6,154
11	BAUMIT Termo omítka	0,02	0,121	900	470	8	0,165
12	BAUMIT ProContact	0,002	0,88	900	1500	18	0,002
13	BAUMIT SilikatTop	0,002	0,77	900	1800	40	0,003

Tab. 18) Skladba PDL7 var. A

Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	$R_{si} = 0,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Korekční součinitel prostupu tepla	$\Delta U = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Celková tloušťka konstrukce	$d = 0,669 \text{ m}$
Plošná hmotnost konstrukce	$m_s = 541,4 \text{ kg/m}^2$
Odpor při prostupu tepla bez vlivu přestupů	$R = 8,025 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 8,235 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
<b>Součinitel prostupu tepla konstrukce</b>	<b><math>U = 0,141 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></b>

PDL8 Podlaha nad nevytápěným prostorem (garáž + tech. místnost + sklad)

č.v.	Materiál	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
1	Keramická dlažba	0,01	1,01	840	2000	200	0,010
2	Malta cementová	0,005	1,16	840	2000	19	0,004
3	Betonová mazanina	0,055	1,3	1020	2200	20	0,042
4	Bet. mazanina mezi nopy	0,03	1,3	1020	2200	20	0,023
5	DEKPERIMETER PV-NR75	0,02	0,034	1450	100	100	0,588
6	ISOVER T-N	0,03	0,04	800	148	1	0,750
7	Železobeton	0,06	1,58	1020	2400	29	0,038
8	Stropní konstrukce z keramických tvarovek MIAKO s keramickými nosníky, prostor u nosníků vyplněn maltou na výšku stropnice, výška tvarovky 190 mm, nosníku 160 mm	0,19	0,83	960	800	18	0,229
9	ISOVER Uni	0,2	0,038	800	40	1	5,263
10	Parozábrana DEKFOL N 110	0,0002	0,35	1470	1470	100000	0,001
11	Sádkarton 12,5 mm	0,0125	0,22	1060	750	9	0,057

Tab. 19) Skladba PDL8 var. A

Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	$R_{si} = 0,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	$R_{se} = 0,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Korekční součinitel prostupu tepla	$\Delta U = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Celková tloušťka konstrukce	$d = 0,6125 \text{ m}$
Plošná hmotnost konstrukce	$m_s = 536,8 \text{ kg/m}^2$
Odpor při prostupu tepla bez vlivu přestupů	$R = 7,005 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 7,345 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
<b>Součinitel prostupu tepla konstrukce</b>	<b><math>U = 0,156 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></b>



## STR9 Střecha šikmá

č.v.	Materiál	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
1	Difuzně otevřená fólie DEKTEN MULTI-PRO II	0,00048	0,35	1470	560	42	0,001

Tab. 20) Skladba STR9 var. A

Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	$R_{si} = 0,10 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Korekční součinitel prostupu tepla	$\Delta U = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$
Odpor při prostupu tepla bez vlivu přestupů	$R = 0,001 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 0,141 \text{ m}^2.\text{K/W}$
<b>Součinitel prostupu tepla konstrukce</b>	<b><math>U = 7,112 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})</math></b>

## STR10 Strop pod nevytápěným prostorem (pod půdou)

č.v.	Materiál	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
1	Sádkartón 12,5 mm	0,0125	0,22	1060	750	9	0,057
2	Nevětraná vzduchová vrstva	0,25	1,563	1010	1,3	0,4	0,160
3	Parozábrana DEKFOL N 110	0,0002	0,35	1470	1470	100000	0,001
4	Filigránová stropní deska z liaporbetonu (LC 25/28 D1,6), výška filigránu 90 mm, celková výška 180 mm	0,18	0,631	880	1800	10	0,285
5	ISOVER Unirol Profi	0,2	0,036	840	21	1	5,556

Tab. 21) Skladba STR10 var. A

Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	$R_{si} = 0,10 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	$R_{se} = 0,10 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Korekční součinitel prostupu tepla	$\Delta U = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$
Celková tloušťka konstrukce	$d = 0,6427 \text{ m}$
Plošná hmotnost konstrukce	$m_s = 338,2 \text{ kg/m}^2$
Odpor při prostupu tepla bez vlivu přestupů	$R = 6,059 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 6,259 \text{ m}^2.\text{K/W}$
<b>Součinitel prostupu tepla konstrukce</b>	<b><math>U = 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})</math></b>

## STR11 Střecha plochá

č.v.	Materiál	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
1	Sádkokarton 12,5 mm	0,0125	0,22	1060	750	9	0,057
2	Nevětraná vzduchová vrstva	0,3	1,875	1010	1,3	0,4	0,160
3	Stropní konstrukce z keramických tvarovek MIAKO s keramickými nosníky, prostor u nosníků vyplněn maltou na výšku stropnice, výška tvarovky 190 mm, nosníku 160 mm	0,19	0,83	960	800	18	0,229
4	Železobeton (2400)	0,06	1,58	1020	2400	29	0,038
5	SBS modifikovaný asfaltový pás	0,004	0,21	1470	1200	30000	0,019
6	Spádové klíny EPS 200	0,08	0,033	1270	25	70	2,424
7	EPS 200	0,14	0,033	1270	25	70	4,242
8	Fólie z PVC-P DEKPLAN 76	0,002	0,16	1400	1400	20000	0,013

Tab. 22) Skladba STR11 var. A

Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	$R_{si} = 0,10 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Korekční součinitel prostupu tepla	$\Delta U = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$
Celková tloušťka konstrukce	$d = 0,7885 \text{ m}$
Plošná hmotnost konstrukce	$m_s = 321,1 \text{ kg/m}^2$
Odpor při prostupu tepla bez vlivu přestupů	$R = 7,182 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 7,322 \text{ m}^2.\text{K/W}$
<b>Součinitel prostupu tepla konstrukce</b>	<b><math>U = 0,157 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})</math></b>

### **3.2. Varianta B - Vápenopískové zdivo a kontaktní zateplovací systém (ETICS)**

Obvodové zdivo objektu musí plnit statickou, akumulaci a izolační funkci. Vysoká pevnost zdiva zajišťuje dobré statické, akumulaci a akustické vlastnosti. K zajištění izolačních vlastností je naopak třeba co nejnižší objemová hmotnost. Proto je vhodné volit systém vápenopískového zdiva v kombinaci s kontaktním zateplovacím systémem. Nadstandardní tepelná izolace ve spojení s tepelnou akumulací zajistí příjemné mikroklima a snížení spotřeb energií za vytápění. Je vhodný pro stavby energeticky úsporných a pasivních domů.

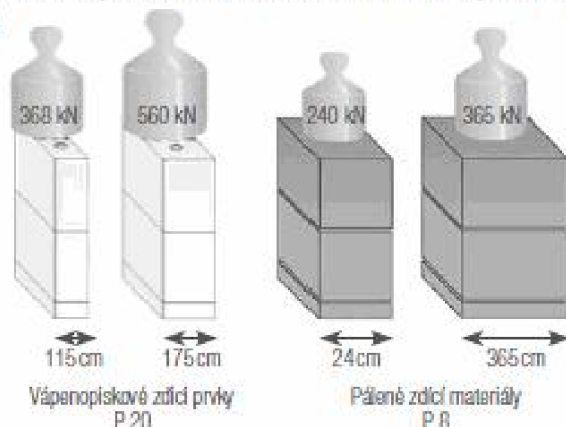
#### **3.2.1. Výhody systému**

Mezi významné klady systému patří:

- jednoduchost návrhu;
- efektivita výstavby a jednoduchost provádění - vysoká přesnost zdiva a rychlost zdění, s tím související úspora omítkových směsí a snazší práce při omítání stěn;
- výrazné snížení tloušťky zdiva - vysoká pevnost při malé tloušťce nosné stěny - na obvodovou stěnu vyhoví pro rodinné domy zeď o tloušťce 150 mm, pro bytové domy zeď o tloušťce 175 mm, pro vnitřní nosné stěny jsou používány tvárnice o tloušťce stěny 115 mm;
- výborné tepelně izolační vlastnosti při výsledné tloušťce zdiva 450 mm s kontaktním zateplovacím systémem;
- výborné akustické vlastnosti díky vysoké objemové hmotnosti;
- vysoká požární odolnost
- ochrana proti přehřívání a tepelná stabilita - trvale vyrovnává vnitřní teplotu v domě - díky vysoké objemové hmotnosti a vysoké specifické tepelné kapacitě působí jako akumulaci hmota - zmírňuje vysoké letní teploty, využívá pasivní tepelné zisky;
- cenová dostupnost;
- vápenopísková cihla funguje jako přirozený regulátor vlhkosti;
- ekologie - pro výrobu není nutné pálení v peci, spotřeba primární energie je oproti ostatním zdícím systémům nižší.

## Štíhlé stěny = zisk užité plochy až 7 %

Vápenopískové zdivo je enormně zatížitelné a umožňuje tak zdění obzvláště štíhlých stěn



Obr. 22) Porovnání zatížení vápenopískových zdících prvků s pálenými [34]

### 3.2.2. Nevýhody systému

Při návrhu objektu ze systému vápenopískového zdiva s ETICS je třeba myslet na jeho nevýhody a popřípadě počítat s možným řešením.

Mezi nevýhody systému patří:

- vysoká tepelná vodivost materiálu - nutné precizní provádění návazností na ostatní konstrukce jako jsou podlahy, stropy, střechy, otvorové výplně, a bodové kotvení doplňkových prvků, např. svody, vedení žaluzií apod.;
- ztížené provádění drážek ve zdivu z důvodu vysoké pevnosti materiálu, drážky pro vedení např. potrubí vody, topení či elektrické rozvody; lze využít systémové kanálky uvnitř bloků;
- velká akumulční schopnost - spíše výhodou, nevýhodou pro objekty s občasným využitím při potřebě rychlého náběhu teploty.
- vysoká hmotnost bloků - vhodné využít mechanizaci při výstavbě;



*Obr. 23) Strojní zdění hrubé stavby pomocí minijeřábu [35]*

### **3.2.3. Výrobci**

Na trhu je velká řada výrobců zaměřujících se na výrobu vápenopískových bloků. Mezi ně patří např. vápenopískové cihly SENDWIX od výrobce KM Beta, které byly použity pro návrh řešeného objektu. Dalšími výrobci jsou Silka, Vapis, Kalksandstein atd.

### **3.2.4. Zásady provádění**

Principy zdění

Pro zdění je k dispozici řada doplňkových bloků. Bloky lze ale také snadno dělit pomocí pily na bloky nebo štípačky.

Bloky jsou zděny na tenkovrstvou maltu. Svislé spáry se provádějí bez lepení, pouze na sraz.

Pro nosné stěny menší tloušťky jsou vhodné tuhé stropní systémy. Používají se stropy filigránové, monolitické nebo skládané s betonovou zálivkou. Prefabrikované panelové stropy, zejména pak předpjaté, jsou nevhodné.

Zdivo se v rozích neprovazuje. I při napojení vnitřních stěn se využívají nerezové spony. Při dotvarování by totiž mohlo dojít k mikrotrhlinám na omítce.

## Vzduchotěsnost

Vzduchotěsnost domu je důležitá pro minimalizaci tepelných ztrát domu a pro efektivní funkci větrání se zpětným získáváním tepla. U systému vápenopískových zdících prvků hlavní vzduchotěsnou rovinu tvoří vnitřní omítky. Díky vysoké přesnosti a rovinnosti stěn není nutné provádět základní vrstvy a omítky vyztužovat. Lze zvolit také tenkovrstvé systémy omítek na cementovápenné bázi, sádrové nebo přírodní hliněné. V rozích a napojeních je třeba využít výztužné omítkové profily nebo pancéřovou výztužnou tkaninu pro vyšší namáhání.

Aby byla vytvořena správná vzduchotěsnost systému, je třeba omítky provést i na místech, která nebudou vidět. Jsou to místa za instalacemi, napojení stropu v místě podhledu, za napojením přiček a ostatních konstrukcí, které nejsou provázané s obvodovou stěnou, v místě podlahy dotažení až po hydroizolaci nebo základovou desku.

Někdy může tvořit vzduchotěsnou rovinu z vnější strany vrstva stavebního lepidla.

## Tepelná izolace

Systém ETICS je zpravidla lepen celoplošně v jedné vrstvě potřebné tloušťky bez přídavného kotvení. Všechny prvky na fasádě je třeba kotvit bez tepelných mostů pomocí konzol a kotvicích prvků pro ETICS.



Obr. 24) Vápenopísková cihla a šedý EPS lepený celoplošně [36]

V případě provětrávané fasády se upevní rošt z I-nosníků nebo dřevěných žebříků. Další variantou je kotvení pouze kontralát přes ETICS do vápenopískové stěny pomocí speciálních hmoždinek. Výhodou je možnost využití vláknité tepelné izolace na přírodní bázi nebo možnost kombinace obkladu a omítky. Nevýhodou je vyšší cena a vyšší pracnost.



*Obr. 25) Vápenopísková cihla a I nosníky [36]*



*Obr. 26) Vápenopísková cihla a příložky z OSB a latě na fasádní obklad [36]*

### 3.2.5. Skladby konstrukcí řešeného objektu varianty B

#### STN1 Vnější stěna

č.v.	Materiál	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
1	Sádrová omítka	0,01	0,5	850	1200	10	0,020
2	KM BETA 1.17 SENDWIX 14DF-LD	0,2	0,4	1000	1200	5	0,500
3	ETICS - lepicí malta k podkladu nanášena na terče 40 % plochy	0,005	0,3	920	520	17	0,017
4	ISOVER EPS 70F	0,24	0,039	1270	14	30	6,154
5	ETICS - výztužná vrstva	0,003	0,8	900	1800	49	0,004
6	ETICS - omítka silikátová	0,002	0,8	900	1800	50	0,003

Tab. 23) Skladba STN1 var. B

Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Korekční součinitel prostupu tepla	$\Delta U = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$
Celková tloušťka konstrukce	$d = 0,46 \text{ m}$
Plošná hmotnost konstrukce	$m_s = 267,0 \text{ kg/m}^2$
Odpor při prostupu tepla bez vlivu přestupů	$R = 6,698 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 6,868 \text{ m}^2.\text{K/W}$
<b>Součinitel prostupu tepla konstrukce</b>	<b><math>U = 0,166 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})</math></b>

#### STN2 Vnější stěna (garáž)

č.v.	Materiál	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
1	ETICS - omítka silikátová	0,002	0,8	900	1800	50	0,003
2	ETICS - výztužná vrstva	0,003	0,8	900	1800	49	0,004
3	ISOVER EPS 100F	0,16	0,037	1260	20	30	4,324
4	ETICS - lepicí malta k podkladu nanášena na terče 40 % plochy	0,005	0,3	920	520	17	0,017
5	KM BETA 1.17 SENDWIX 14DF-LD	0,2	0,4	1000	1200	5	0,500
6	ETICS - lepicí malta k podkladu nanášena na terče 40 % plochy	0,005	0,3	920	520	17	0,017
7	ISOVER EPS 70F	0,24	0,039	1270	14	30	6,154
8	ETICS - výztužná vrstva	0,003	0,8	900	1800	49	0,004
9	ETICS - omítka silikátová	0,002	0,8	900	1800	50	0,003

Tab. 24) Skladba STN2 var. B



Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Korekční součinitel prostupu tepla	$\Delta U = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Celková tloušťka konstrukce	$d = 0,62 \text{ m}$
Plošná hmotnost konstrukce	$m_s = 269,8 \text{ kg/m}^2$
Odpor při prostupu tepla bez vlivu přestupů	$R = 11,026 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 11,196 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
<b>Součinitel prostupu tepla konstrukce</b>	<b><math>U = 0,109 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></b>

### STN3 Vnější stěna - sokl

č.v.	Materiál	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
1	Sádrová omítka	0,01	0,5	850	1200	10	0,020
2	KM BETA 1.14 - SENDWIX 14DF-D THERM	0,2	0,33	1000	1135	5	0,606
3	ETICS - lepicí malta k podkladu nanesená na terče 40 % plochy	0,005	0,3	920	520	17	0,017
4	ISOVER EPS 70F	0,24	0,039	1270	14	30	6,154
5	ETICS - výztužná vrstva	0,003	0,8	900	1800	49	0,004
6	ETICS - omítka silikátová	0,002	0,8	900	1800	50	0,003

Tab. 25) Skladba STN3 var. B

Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Korekční součinitel prostupu tepla	$\Delta U = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Celková tloušťka konstrukce	$d = 0,46 \text{ m}$
Plošná hmotnost konstrukce	$m_s = 254,0 \text{ kg/m}^2$
Odpor při prostupu tepla bez vlivu přestupů	$R = 6,804 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 6,974 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
<b>Součinitel prostupu tepla konstrukce</b>	<b><math>U = 0,163 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></b>

STN4 Stěna přilehlá k nevytápěnému prostoru (garáž + tech. místnost + sklad)

č.v.	Materiál	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
1	Sádrová omítka	0,01	0,5	850	1200	10	0,020
2	KM BETA 2.2 SENDWIX 4DF-LD	0,115	0,46	1000	1400	5	0,250
3	ETICS - lepicí malta k podkladu nanesená na terče 40 % plochy	0,005	0,3	920	520	17	0,017
4	ISOVER EPS 100F	0,16	0,037	1260	20	30	4,324
5	ETICS - výztužná vrstva	0,003	0,8	900	1800	49	0,004
6	ETICS - omítka silikátová	0,002	0,8	900	1800	50	0,003

Tab. 26) Skladba STN4 var. B

Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	$R_{se} = 0,13 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Korekční součinitel prostupu tepla	$\Delta U = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$
Celková tloušťka konstrukce	$d = 0,295 \text{ m}$
Plošná hmotnost konstrukce	$m_s = 187,8 \text{ kg/m}^2$
Odpor při prostupu tepla bez vlivu přestupů	$R = 4,618 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 4,878 \text{ m}^2.\text{K/W}$
<b>Součinitel prostupu tepla konstrukce</b>	<b><math>U = 0,225 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})</math></b>

STN5 Štítová stěna (nevyt. půda)

č.v.	Materiál	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
1	OSB	0,015	0,150	1580	630	40	0,100
2	ETICS - lepicí malta k podkladu nanesená na terče 40 % plochy	0,005	0,3	920	520	17	0,017
3	ISOVER EPS 70F	0,24	0,039	1270	14	30	6,154
4	ETICS - výztužná vrstva	0,003	0,8	900	1800	49	0,004
5	ETICS - omítka silikátová	0,002	0,8	900	1800	50	0,003

Tab. 27) Skladba STN5 var. B

Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Korekční součinitel prostupu tepla	$\Delta U = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$
Odpor při prostupu tepla bez vlivu přestupů	$R = 6,278 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 6,448 \text{ m}^2.\text{K/W}$
<b>Součinitel prostupu tepla konstrukce</b>	<b><math>U = 0,175 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})</math></b>

PDL(z)6 Podlaha na terénu

č.v.	Materiál	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
1	Keramická dlažba	0,01	1,01	840	2000	200	0,010
2	Malta cementová	0,005	1,16	840	2000	19	0,004
3	Betonová mazanina	0,055	1,3	1020	2200	20	0,042
4	Bet. mazanina mezi nopy	0,03	1,3	1020	2200	20	0,023
5	DEKPERIMETER PV-NR75	0,02	0,034	1450	100	100	0,588
6	ISOVER EPS 100	0,2	0,037	1270	19	30	5,405
7	SBS Modifikovaný asfaltový pás s Al vložkou	0,004	0,21	1470	1400	100000	0,019

Tab. 28) Skladba PDL(z)6 var. B

Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	$R_{si} = 0,17 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	$R_{se} = 0,00 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Korekční součinitel prostupu tepla	$\Delta U = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$
Celková tloušťka konstrukce	$d = 0,324 \text{ m}$
Plošná hmotnost konstrukce	$m_s = 228,4 \text{ kg/m}^2$
Odpor při prostupu tepla bez vlivu přestupů	$R = 6,091 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 6,261 \text{ m}^2.\text{K/W}$
<b>Součinitel prostupu tepla konstrukce</b>	<b><math>U = 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})</math></b>

PDL(z)7 Podlaha na terénu v nevyt. prostoru (garáž + tech. místnost + sklad)

č.v.	Materiál	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
1	Betonová mazanina	0,09	1,3	1020	2200	20	0,069
2	ISOVER EPS 150	0,08	0,035	1270	25	50	2,286
3	SBS Modifikovaný asfaltový pás s Al vložkou	0,004	0,21	1470	1400	100000	0,019

Tab. 29) Skladba PDL(z)7 var. B

Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	$R_{si} = 0,17 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	$R_{se} = 0,00 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Korekční součinitel prostupu tepla	$\Delta U = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$
Celková tloušťka konstrukce	$d = 0,174 \text{ m}$
Plošná hmotnost konstrukce	$m_s = 205,6 \text{ kg/m}^2$
Odpor při prostupu tepla bez vlivu přestupů	$R = 2,374 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 2,544 \text{ m}^2.\text{K/W}$
<b>Součinitel prostupu tepla konstrukce</b>	<b><math>U = 0,413 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})</math></b>

PDL8 Podlaha nad venkovním prostorem

č.v.	Materiál	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
1	Keramická dlažba	0,01	1,01	840	2000	200	0,010
2	Malta cementová	0,005	1,16	840	2000	19	0,004
3	Betonová mazanina	0,055	1,3	1020	2200	20	0,042
4	Bet. mazanina mezi nopy	0,03	1,3	1020	2200	20	0,023
5	DEKPERIMETER PV-NR75	0,02	0,034	1450	100	100	0,588
6	ISOVER T-N	0,03	0,04	800	148	1	0,750
7	Železobeton	0,06	1,58	1020	2400	29	0,038
8	Stropní konstrukce z keramických tvarovek MIAKO s keramickými nosníky, prostor u nosníků vyplněn maltou na výšku stropnice, výška tvarovky 190 mm, nosníku 160 mm	0,19	0,83	960	800	18	0,229
9	ETICS - lepicí malta k podkladu nanášena na terče 40 % plochy	0,005	0,300	920	520	17	0,017
10	ISOVER EPS 70F	0,24	0,039	1270	14	30	6,154
11	ETICS - výztužná vrstva	0,003	0,8	900	1800	49	0,004
12	ETICS - omítka silikátová	0,002	0,8	900	1800	50	0,003

Tab. 30) Skladba PDL8 var. B

Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	$R_{si} = 0,17 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	$R_{sc} = 0,04 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
Korekční součinitel prostupu tepla	$\Delta U = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$
Celková tloušťka konstrukce	$d = 0,65 \text{ m}$
Plošná hmotnost konstrukce	$m_s = 534,4 \text{ kg}/\text{m}^2$
Odpor při prostupu tepla bez vlivu přestupů	$R = 7,862 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 8,072 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
<b>Součinitel prostupu tepla konstrukce</b>	<b><math>U = 0,144 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})</math></b>

PDL9 Podlaha nad nevytápěným prostorem (garáž + tech. místnost + sklad)

č.v.	Materiál	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
1	Keramická dlažba	0,01	1,01	840	2000	200	0,010
2	Malta cementová	0,005	1,16	840	2000	19	0,004
3	Betonová mazanina	0,055	1,3	1020	2200	20	0,042
4	Bet. mazanina mezi nopy	0,03	1,3	1020	2200	20	0,023
5	DEKPERIMETER PV-NR75	0,02	0,034	1450	100	100	0,588
6	ISOVER T-N	0,03	0,04	800	148	1	0,750
7	Železobeton	0,06	1,58	1020	2400	29	0,038
8	Stropní konstrukce z keramických tvarovek MIAKO s keramickými nosníky, prostor u nosníků vyplněn maltou na výšku stropnice, výška tvarovky 190 mm, nosníku 160 mm	0,19	0,83	960	800	18	0,229
9	ETICS - lepicí malta k podkladu plnoplošně nanesena	0,005	0,7	920	1300	40	0,007
10	ISOVER EPS 100F	0,2	0,037	1260	20	30	5,405
11	ETICS - výztužná vrstva	0,003	0,8	900	1800	49	0,004
12	ETICS - omítka silikátová	0,002	0,8	900	1800	50	0,003

Tab. 31) Skladba PDL9 var. B

Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	$R_{si} = 0,17 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	$R_{sc} = 0,17 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
Korekční součinitel prostupu tepla	$\Delta U = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$
Celková tloušťka konstrukce	$d = 0,61 \text{ m}$
Plošná hmotnost konstrukce	$m_s = 538,9 \text{ kg}/\text{m}^2$
Odpor při prostupu tepla bez vlivu přestupů	$R = 7,103 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 7,443 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
<b>Součinitel prostupu tepla konstrukce</b>	<b><math>U = 0,154 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})</math></b>

## STR10 Střecha šikmá

č.v.	Materiál	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
1	Difuzně otevřená fólie DEKTEN MULTI-PRO II	0,00048	0,35	1470	560	42	0,001

Tab. 32) Skladba STR10 var. B

Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	$R_{si} = 0,10 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
Korekční součinitel prostupu tepla	$\Delta U = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$
Odpor při prostupu tepla bez vlivu přestupů	$R = 0,001 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 0,141 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
<b>Součinitel prostupu tepla konstrukce</b>	<b><math>U = 7,112 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})</math></b>

## STR11 Strop pod nevytápěným prostorem (pod půdou)

č.v.	Materiál	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
1	Sádkokarton 12,5 mm	0,0125	0,22	1060	750	9	0,057
2	Nevětraná vzduchová vrstva	0,25	1,563	1010	1,3	0,4	0,160
3	Parozábrana DEKFOL N 110	0,0002	0,35	1470	1470	100000	0,001
4	Filigránová stropní deska z liaporbetonu (LC 25/28 D1,6), výška filigránu 90 mm, celková výška 180 mm	0,18	0,631	880	1800	10	0,285
5	ISOVER Unirol Profi	0,2	0,036	840	21	1	5,556

Tab. 33) Skladba STR11 var. B

Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	$R_{si} = 0,10 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	$R_{se} = 0,10 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
Korekční součinitel prostupu tepla	$\Delta U = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$
Celková tloušťka konstrukce	$d = 0,6427 \text{ m}$
Plošná hmotnost konstrukce	$m_s = 338,2 \text{ kg}/\text{m}^2$
Odpor při prostupu tepla bez vlivu přestupů	$R = 6,059 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 6,259 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
<b>Součinitel prostupu tepla konstrukce</b>	<b><math>U = 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})</math></b>

## STR12 Střecha plochá

č.v.	Materiál	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
1	Sádkokarton 12,5 mm	0,0125	0,22	1060	750	9	0,057
2	Nevětraná vzduchová vrstva	0,3	1,875	1010	1,3	0,4	0,160
3	Stropní konstrukce z keramických tvarovek MIAKO s keramickými nosníky, prostor u nosníků vyplněn maltou na výšku stropnice, výška tvarovky 190 mm, nosníku 160 mm	0,19	0,83	960	800	18	0,229
4	Železobeton (2400)	0,06	1,58	1020	2400	29	0,038
5	SBS modifikovaný asfaltový pás	0,004	0,21	1470	1200	30000	0,019
6	Spádové klíny EPS 200	0,08	0,033	1270	25	70	2,424
7	EPS 200	0,14	0,033	1270	25	70	4,242
8	Fólie z PVC-P DEKPLAN 76	0,002	0,16	1400	1400	20000	0,013

Tab. 34) Skladba STR12 var. B

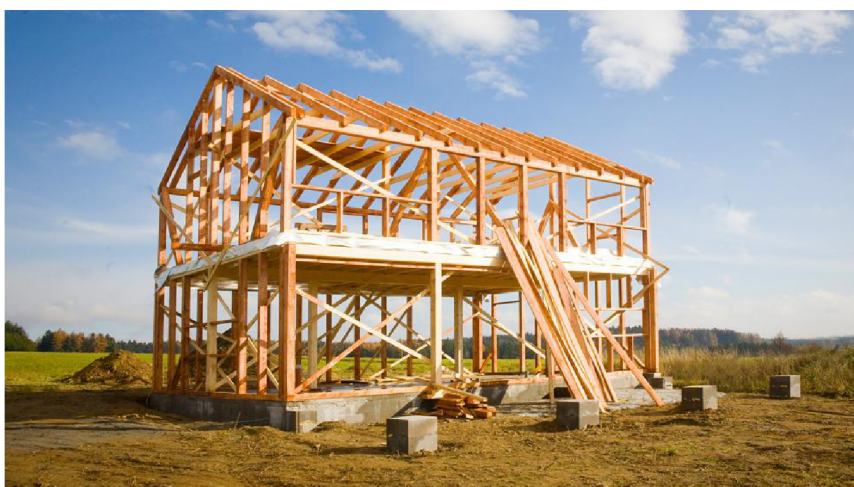
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	$R_{si} = 0,10 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Korekční součinitel prostupu tepla	$\Delta U = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$
Celková tloušťka konstrukce	$d = 0,7885 \text{ m}$
Plošná hmotnost konstrukce	$m_s = 321,1 \text{ kg/m}^2$
Odpor při prostupu tepla bez vlivu přestupů	$R = 7,182 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 7,322 \text{ m}^2.\text{K/W}$
<b>Součinitel prostupu tepla konstrukce</b>	<b><math>U = 0,157 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})</math></b>

### 3.3. Varianta C - Lehká dřevěná sloupková konstrukce

Lehký dřevěný skelet je hojně využíván v zahraničí, odkud k nám přišel. Bývá označován jako Two by Four - odvozeno od nejrozšířenějšího smrkového fošnového profilu 2'' x 4'' (v palcích), v přepočtu 50 x 100 mm. U nás bývá nejčastěji využíváno hoblované sušené řezivo označované KVH. Jedná se o délkově napojované řezivo zubovitým spojem nejčastějších rozměrů 60 x 120 mm. Na trhu lze najít ale celou škálu výrobců, kteří se rozměry liší. Jde o řezivo rozměrů např. 60 x 140 mm nebo 40 x 140 mm.

Ke stavbě lze také použít masivní ostrohranné smrkové řezivo, kde je přirozená odolnost smrkového dřeva posílena ochrannými impregnačními nátěry.

Stavba je skládána na místě jako stavebnice z jednoho fošnového profilu. Vytvoří se základní kostra domu. Ta je ztužena z deskových prvků, které se podílejí na statice objektu. Nejčastěji jsou to cementovláknité nebo dřevoštěpkové desky. Kotvení do kostry probíhá hřebíky nebo sponkami. [37]



Obr. 27) Rámová nosná konstrukce dřevostavby [38]

#### 3.3.1. Výhody systému

Mezi hlavní výhody systému patří:

- menší tloušťka stěny - nosné sloupky systému jsou vloženy do vrstvy tepelné izolace;
- dřevěné prvky v konstrukci netvoří zásadní tepelné vazby - není nutné termicky oddělovat napojení nosných konstrukcí;



- rychlost výstavby - možnost pouze suché výstavby bez technologických přestávek;
- montáž na staveništi - není třeba těžké techniky;
- možnost částečné nebo úplné prefabrikace - žebříkové nosníky nebo celý stěnový panel;
- jednoduchost a flexibilita - snadná montáž jednotlivých dílců, díky jednoduchosti postačí méně řemeslníků;
- variabilita interiéru
- ekologie - lze využít různé alternativy přírodních izolací;
- kombinace s jinými technologiemi - s těžkým dřevěným skeletem nebo zděnou stavbou.

### **3.3.2. Nevýhody systému**

Dřevostavby jsou často používány pro výstavbu nízkoenergetických či pasivních objektů. Mají ale pár nevýhod, na které je třeba dát pozor. Jsou to:

- nižší tepelně akumulční vlastnosti - v letním a přechodném období větší výkyvy teplot a častější přehřívání, nutné řešení stínění oken, letní noční větrání, naopak může být výhodou pro objekty s požadavkem na rychlý zátop;
- vlhkost - nutnost dodržovat zásady - ochrana proti vlhkosti zevnitř i zvenku, dřevo nesmí být umístěno pod úroveň terénu atd.;
- životnost - nižší než u zděných objektů, proto je nutná kvalita projektové dokumentace a provedení
- nižší požární odolnost než u cihlových objektů
- horší akustické vlastnosti [39]

### 3.3.3. Skladby konstrukcí řešeného objektu varianty C

#### STN1 Vnější stěna

č.v.	Materiál	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
1	FERMACELL Sádrovláknité desky	0,0125	0,320	1100	1150	13	0,039
2	Dřevěný rám 60x40 mm vyplněný tep. izol. Isover Uni	0,04	0,045	902,6	61,6		0,889
3	DEKFOL N 110	0,0002	0,35	1470	1470	100000	0,001
4	Dřevěný rám 60x120 mm vyplněný tep. izolací Isover Woodsil	0,12	0,048	964,2	71,9		2,500
5	FERMACELL Sádrovláknité desky	0,0125	0,320	1100	1150	13	0,039
6	ETICS - lepicí malta k podkladu nanášena na terče 40 % plochy	0,005	0,3	920	520	17	0,017
7	ISOVER EPS 100F	0,12	0,037	1260	20	30	3,243
8	ETICS - výztužná vrstva	0,003	0,8	900	1800	49	0,004
9	ETICS - omítka silikátová	0,002	0,8	900	1800	50	0,003

Tab. 35) Skladba STN1 var. C

Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Korekční součinitel prostupu tepla	$\Delta U = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$
Celková tloušťka konstrukce	$d = 0,3152 \text{ m}$
Plošná hmotnost konstrukce	$m_s = 54,1 \text{ kg/m}^2$
Odpor při prostupu tepla bez vlivu přestupů	$R = 6,735 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 6,905 \text{ m}^2.\text{K/W}$
<b>Součinitel prostupu tepla konstrukce</b>	<b><math>U = 0,165 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})</math></b>

STN2 Stěna přilehlá k nevytápěnému prostoru (garáž + tech. místnost + sklad)

č.v.	Materiál	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
1	FERMACELL Sádrovláknité desky	0,0125	0,320	1100	1150	13	0,039
2	Dřevěný rám 60x40 mm vyplněný tep. izol. Isover Uni	0,04	0,045	902,6	61,6		0,889
3	DEKFOL N 110	0,0002	0,35	1470	1470	100000	0,001
4	Dřevěný rám 60x120 mm vyplněný tep. izolací Isover Woodsil	0,12	0,048	964,2	71,9		2,500
5	DEKFOL N 110	0,0002	0,35	1470	1470	100000	0,001
6	Dřevěný rám 60x40 mm vyplněný tep. izol. Isover Uni	0,04	0,045	902,6	61,6		0,889
7	FERMACELL Sádrovláknité desky	0,0125	0,320	1100	1150	13	0,039

Tab. 36) Skladba STN2 var. C

Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	$R_{se} = 0,13 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Korekční součinitel prostupu tepla	$\Delta U = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$
Celková tloušťka konstrukce	$d = 0,2254 \text{ m}$
Plošná hmotnost konstrukce	$m_s = 42,9 \text{ kg/m}^2$
Odpor při prostupu tepla bez vlivu přestupů	$R = 4,358 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 4,618 \text{ m}^2.\text{K/W}$
<b>Součinitel prostupu tepla konstrukce</b>	<b><math>U = 0,237 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})</math></b>

STN3 Štítová stěna (nevyt. půda)

č.v.	Materiál	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
1	OSB	0,015	0,150	1580	630	40	0,100
2	ETICS - lepicí malta k podkladu nanášena na terče 40 % plochy	0,005	0,3	920	520	17	0,017
3	ISOVER EPS 100F	0,12	0,037	1260	20	30	3,243
4	ETICS - výztužná vrstva	0,003	0,8	900	1800	49	0,004
5	ETICS - omítka silikátová	0,002	0,8	900	1800	50	0,003

Tab. 37) Skladba STN3 var. C

Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
Korekční součinitel prostupu tepla	$\Delta U = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$
Odpor při prostupu tepla bez vlivu přestupů	$R = 3,367 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 3,537 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
<b>Součinitel prostupu tepla konstrukce</b>	<b><math>U = 0,303 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})</math></b>

PDL(z)4 Podlaha na terénu

č.v.	Materiál	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
1	Keramická dlažba	0,01	1,01	840	2000	200	0,010
2	Malta cementová	0,005	1,16	840	2000	19	0,004
3	Betonová mazanina	0,055	1,3	1020	2200	20	0,042
4	Bet. mazanina mezi nopy	0,03	1,3	1020	2200	20	0,023
5	DEKPERIMETER PV-NR75	0,02	0,034	1450	100	100	0,588
6	ISOVER EPS 100	0,2	0,037	1270	19	30	5,405
7	SBS Modifikovaný asfaltový pás s Al vložkou	0,004	0,21	1470	1400	100000	0,019

Tab. 38) Skladba PDL(z)4 var. C

Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	$R_{si} = 0,17 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	$R_{se} = 0,00 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
Korekční součinitel prostupu tepla	$\Delta U = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$
Celková tloušťka konstrukce	$d = 0,324 \text{ m}$
Plošná hmotnost konstrukce	$m_s = 228,4 \text{ kg}/\text{m}^2$
Odpor při prostupu tepla bez vlivu přestupů	$R = 6,091 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 6,261 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
<b>Součinitel prostupu tepla konstrukce</b>	<b><math>U = 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})</math></b>

PDL(z)5 Podlaha na terénu v nevyt. prostoru (garáž + tech. místnost + sklad)

č.v.	Materiál	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
1	Betonová mazanina	0,09	1,3	1020	2200	20	0,069
2	ISOVER EPS 150	0,08	0,035	1270	25	50	2,286
3	SBS Modifikovaný asfaltový pás s Al vložkou	0,004	0,21	1470	1400	100000	0,019

Tab. 39) Skladba PDL(z)5 var. C

Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	$R_{si} = 0,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	$R_{se} = 0,00 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
Korekční součinitel prostupu tepla	$\Delta U = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Celková tloušťka konstrukce	$d = 0,174 \text{ m}$
Plošná hmotnost konstrukce	$m_s = 205,6 \text{ kg}/\text{m}^2$
Odpor při prostupu tepla bez vlivu přestupů	$R = 2,374 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 2,544 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
<b>Součinitel prostupu tepla konstrukce</b>	<b><math>U = 0,413 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></b>

PDL6 Podlaha nad venkovním prostorem

č.v.	Materiál	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
1	Keramická dlažba	0,01	1,01	840	2000	200	0,010
2	Malta cementová	0,005	1,16	840	2000	19	0,004
3	Betonová mazanina	0,058	1,3	1020	2200	20	0,045
4	Bet. mazanina mezi nopy	0,03	1,3	1020	2200	20	0,023
5	DEKPERIMETER PV-NR75	0,02	0,034	1450	100	100	0,588
6	ISOVER T-N	0,03	0,04	800	148	1	0,750
7	FERMACELL Sádrovláknité desky	0,0125	0,32	1100	1150	13	0,039
8	Stropní trámy 60x240 mm + vzduchová mezera	0,14	0,631	1100	25,2	0,08	0,222
9	Stropní trámy 60x240 mm + ISOVER UNIROL PROFI	0,1	0,048	1000,3	57,4		2,083
10	FERMACELL Sádrovláknité desky	0,0125	0,32	1100	1150	13	0,039
11	ETICS - lepicí malta k podkladu nanesena na terče 40 % plochy	0,005	0,3	920	520	17	0,017
12	ISOVER EPS 100F	0,16	0,037	1260	20	30	4,324
13	ETICS - výztužná vrstva	0,003	0,8	900	1800	49	0,004
14	ETICS - omítka silikátová	0,002	0,8	900	1800	50	0,003

Tab. 40) Skladba PDL6 var. C

Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	$R_{si} = 0,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Korekční součinitel prostupu tepla	$\Delta U = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Celková tloušťka konstrukce	$d = 0,588 \text{ m}$
Plošná hmotnost konstrukce	$m_s = 282,9 \text{ kg/m}^2$
Odpor při prostupu tepla bez vlivu přestupů	$R = 8,151 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 8,361 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
<b>Součinitel prostupu tepla konstrukce</b>	<b><math>U = 0,139 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></b>

PDL7 Podlaha nad nevytápěným prostorem (garáž + tech. místnost + sklad)

č.v.	Materiál	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
1	Keramická dlažba	0,01	1,01	840	2000	200	0,010
2	Malta cementová	0,005	1,16	840	2000	19	0,004
3	Betonová mazanina	0,058	1,3	1020	2200	20	0,045
4	Bet. mazanina mezi nopy	0,03	1,3	1020	2200	20	0,023
5	DEKPERIMETER PV-NR75	0,02	0,034	1450	100	100	0,588
6	ISOVER T-N	0,03	0,04	800	148	1	0,750
7	FERMACELL Sádrovláknité desky	0,0125	0,32	1100	1150	13	0,039
8	Stropní trámy 60x240 mm + vzduchová mezera	0,14	0,631	1100	25,2	0,08	0,222
9	Stropní trámy 60x240 mm + ISOVER UNIROL PROFI	0,1	0,048	1000,3	57,4		2,083
10	ISOVER Uni	0,12	0,038	800	40	1	3,158
11	Parozábrana DEKFOL N 110	0,0002	0,35	1470	1470	100000	0,001
12	Sádrokarton 12,5 mm	0,0125	0,22	1060	750	9	0,057

Tab. 41) Skladba PDL7 var. C

Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	$R_{si} = 0,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	$R_{se} = 0,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Korekční součinitel prostupu tepla	$\Delta U = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Celková tloušťka konstrukce	$d = 0,5382 \text{ m}$
Plošná hmotnost konstrukce	$m_s = 268,2 \text{ kg/m}^2$
Odpor při prostupu tepla bez vlivu přestupů	$R = 6,980 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 7,320 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
<b>Součinitel prostupu tepla konstrukce</b>	<b><math>U = 0,156 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></b>

## STR8 Střecha šikmá

č.v.	Materiál	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
1	Difuzně otevřená fólie DEKTEN MULTI-PRO II	0,00048	0,35	1470	560	42	0,001

Tab. 42) Skladba STR8 var. C

Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	$R_{si} = 0,10 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Korekční součinitel prostupu tepla	$\Delta U = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$
Odpor při prostupu tepla bez vlivu přestupů	$R = 0,001 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 0,141 \text{ m}^2.\text{K/W}$
<b>Součinitel prostupu tepla konstrukce</b>	<b><math>U = 7,112 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})</math></b>

## STR9 Strop pod nevytápěným prostorem (pod půdou)

č.v.	Materiál	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
1	Sádkartón 12,5 mm	0,0125	0,22	1060	750	9	0,057
2	Nevětraná vzduchová vrstva	0,25	1,563	1010	1,3	0,4	0,160
3	Parozábrana DEKFOL N 110	0,0002	0,35	1470	1470	100000	0,001
4	ISOVER ORSIK	0,06	0,04	800	30	1	1,5
5	Stropní trám + ISOVER ORSIK	0,24	0,053	964,2	65,5		4,528

Tab. 43) Skladba STR9 var. C

Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	$R_{si} = 0,10 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	$R_{se} = 0,10 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Korekční součinitel prostupu tepla	$\Delta U = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$
Celková tloušťka konstrukce	$d = 0,5627 \text{ m}$
Plošná hmotnost konstrukce	$m_s = 27,5 \text{ kg/m}^2$
Odpor při prostupu tepla bez vlivu přestupů	$R = 6,246 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 6,446 \text{ m}^2.\text{K/W}$
<b>Součinitel prostupu tepla konstrukce</b>	<b><math>U = 0,175 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})</math></b>

STR10 Střecha plochá

č.v.	Materiál	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
1	Sádkokarton 12,5 mm	0,0125	0,22	1060	750	9	0,057
2	Nevětraná vzduchová vrstva	0,3	1,875	1010	1,3	0,4	0,160
3	DEKFOL N 110	0,0002	0,35	1470	1470	100000	0,001
4	Stropní trámy 60x240 mm + ISOVER UNIROL PROFI	0,1	0,048	1000,3	57,4		2,083
4	Stropní trámy 60x240 mm + vzduchová mezera	0,14	0,875	1100	25,2	0,08	0,160
4	FERMACELL Sádrovláknité desky	0,0125	0,32	1100	1150	13	0,039
5	SBS modifikovaný asfaltový pás	0,004	0,21	1470	1200	30000	0,019
6	Spádové klíny EPS 100	0,08	0,038	1270	25	50	2,105
7	EPS 100	0,1	0,038	1270	23	50	2,632
8	Fólie z PVC-P DEKPLAN 76	0,002	0,16	1400	1400	20000	0,013

Tab. 44) Skladba STR10 var. C

Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	$R_{si} = 0,10 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Korekční součinitel prostupu tepla	$\Delta U = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$
Celková tloušťka konstrukce	$d = 0,7512 \text{ m}$
Plošná hmotnost konstrukce	$m_s = 45,6 \text{ kg/m}^2$
Odpor při prostupu tepla bez vlivu přestupů	$R = 7,269 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 7,409 \text{ m}^2.\text{K/W}$
<b>Součinitel prostupu tepla konstrukce</b>	<b><math>U = 0,155 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})</math></b>



### 3.4. Přehled výsledků součinitele prostupu tepla U

Pro co nejpřesnější výsledky bylo třeba navrhnout bližící se součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí všech třech variant.

Posuzovaná konstrukce	Součinitel prostupu tepla U [W/(m <sup>2</sup> .K)]					
	Var. A	Var. B	Var. C	U <sub>N,20</sub>	U <sub>rec,20</sub>	U <sub>pas,20</sub>
Vnější stěna	0,164	0,166	0,165	0,3	0,25	0,18-0,12
Vnější stěna - sokl	0,153	0,163	-	0,3	0,25	0,18-0,12
Stěna k nevyt. prostoru	0,223	0,225	0,237	0,6	0,4	0,30-0,20
Podlaha na zemině	0,180	0,180	0,180	0,45	0,30	0,22-0,15
Podlaha nad venk. prostorem	0,141	0,144	0,139	0,24	0,16	0,15-0,10
Podlaha nad nevyt. prostorem (gar.)	0,156	0,154	0,156	0,60	0,40	0,20-0,30
Strop pod nevyt. prostorem (půdou)	0,180	0,180	0,175	0,30	0,20	0,15-0,10
Střecha nad vyt. prostorem	0,157	0,157	0,155	0,24	0,16	0,15-0,10

Tab. 45) Přehled součinitelů prostupu tepla pro konstrukce s požadavkem

## 4. Vytápění a příprava TUV

### 4.1. Klimatické podmínky

Objekt se nachází v klimatické oblasti s vnější výpočtovou teplotou  $-15^{\circ}\text{C}$ . Jedná se o samostatně stojící rodinný dům. Vnitřní teploty ve vytápěné zóně jsou převážně  $20^{\circ}\text{C}$  (pro koupelny  $24^{\circ}\text{C}$ ).

### 4.2. Otopné plochy

Pro vytápění bude v objektu navržen systém teplovodního podlahového vytápění. Návrh otopných ploch podlahového vytápění bude pro teplotní spád  $40/35^{\circ}\text{C}$  s mokrým způsobem provedení.

Maximální teploty povrchu podlahových krytin u podlah s vytápěním dle ČSN EN 1264 jsou  $29^{\circ}\text{C}$  pro obytné prostory a  $35^{\circ}\text{C}$  pro okrajové zóny (podlahová plocha u vnější obvodové zdi o max. šířce 1 m směrem do místnosti).

### 4.3. Zdroj tepla

Hlavním zdrojem tepla bude tepelné čerpadlo typu vzduch/voda Vaillant aroTHERM VWL 115/2 A 230 V. Jde o kompaktní tepelné čerpadlo konstruované jako monoblok, kompletní technika se nachází ve venkovní jednotce. V technické místnosti uvnitř objektu bude instalována hydraulická jednotka VWZ MEH 61. Jde o elektrický dohřívací modul s integrovaným ovládacím modulem tepelného čerpadla a s přepínacím ventilem pro topný systém aroTHERM. Elektrická topná tyč v dohřívacím modulu doplňuje tepelné čerpadlo v monoenergetickém provozu. Její výkon je 6 kW. Venkovní jednotka bude umístěna na samostatném rovném základu u vnější stěny garáže.



Obr. 28) Tepelné čerpadlo Vaillant aroTHERM VWL [40]

## Technické údaje TČ

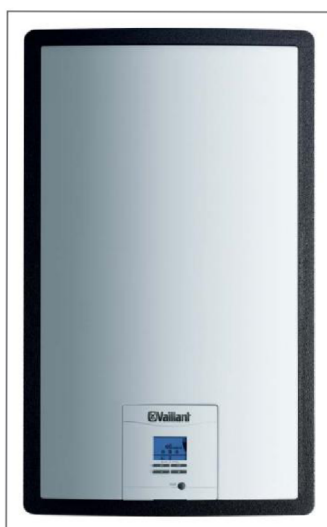
Topný výkon A7/W35:	10,5 kW
Topný faktor A7/W35 (dle EN 14511):	4,2
El. příkon A7/W35:	2,5 kW
Typ chladiva:	R 410 A
Výkon bivalentního zdroje:	6 kW
Rozměry (š/v/h):	1103/975/463 mm

## Systémové příslušenství TČ

### Hydraulická jednotka VWZ MEH 61

Hydraulickou jednotku tvoří:

- sběrníkové (eBUS) rozhraní;
- ovládací modul VWZ AI s displejem a ovládacími tlačítky;
- elektrická topná tyč VWZ MEH 60 s bezpečnostním termostatem;
- expanzní nádoba topení o objemu 10 l;
- trojcestný ventil;
- tlakový vodní senzor;
- pojistný ventil topení;
- teplotní čidlo;
- připojovací kabel.



Obr. 29) Hydraulická jednotka [40]

#### 4.4. Akumulační nádrž

Akumulační neboli taktovací nádrž UKV 300 o objemu 316 l zajistí plynulý provoz tepelného čerpadla. Díky její instalaci bude omezen počet startů kompresoru.



Obr. 30) Akumulační nádrž UKV 300 [41]

#### Technické údaje

Objem topné vody v nádrži:	316 l
Rozměry (v/Ø):	1580/650 mm
Max. tlak vody v nádrži:	0,6 MPa
Max. teplota topné vody v nádrži:	80 °C
Třída energetické náročnosti:	C
Statická ztráta:	78 W

#### 4.5. Příprava TUV

Pro přípravu TUV bude v technické místnosti instalován nepřímotopný zásobník OKC 400 NTRR/HP/SOL. Jedná se o stacionární zásobník se dvěma výměníky optimalizovaný pro připojení k tepelnému čerpadlu a solárním kolektorům. Horní velký výměník je pro připojení zdroje ohřevu - tepelného čerpadla. Spodní výměník slouží k připojení solárních panelů.



Obr. 31) Zásobník OKC400 NTRR/HP/SOL [41]

#### Technické údaje

Objem:	352 l
Rozměry (v/Ø):	1644/700 mm
Max. provozní přetlak v nádobě:	1 MPa
Max. provozní přetlak ve výměníku:	1MPa
Max. provozní teplota v nádobě:	80 °C
Max. provozní teplota ve výměníku:	110 °C
Výhřevná plocha výměníku	
(spodní/horní):	1,4/3,1 m <sup>2</sup>
Objem výměníku	
(spodní/horní):	9/19,3 l
Doba ohřevu výměníkem u 10 °C	
na 60 °C (spodním/horním):	22/32 min
Třída energetické účinnosti:	C
Statická ztráta:	90 W

## Solární kolektory

Nepřímotopný zásobník OKC 400 NTRR/HP/SOL bude napojen na termický solární systém. Na sedlové střeše se sklonem 20° budou instalovány dva solární kolektory výrobce Viessmann Vitosol 200-FM, typ SV2F. Azimut vůči jihu je přibližně 15°.



Obr. 32) Ploché solární kolektory [42]

### Technické údaje

Typ kolektoru	plochý
Rozměry (š/v/h)	1056/2380/90 mm
Celková plocha	2,51 m <sup>2</sup>
Plocha absorberu	2,32 m <sup>2</sup>
Plocha aperatury	2,33 m <sup>2</sup>
Účinnost kolektoru $\eta_0$ , dle ČSN EN 12 975	0,76
Jmenovitý výkon kolektoru	1526 W
Součinitel tepelné ztráty $a_1$ dle ČSN EN 12 975	4,410 W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup>
Součinitel tepelné ztráty $a_2$ dle ČSN EN 12 975	0,023 W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup>
Tepelná kapacita	4,89 kJ.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup>
Max. klidová teplota	145 °C
Max. provozní přetlak	0,6 MPa
Objem kapaliny	1,83 l
Doporučený objemový průtok	25 l.h <sup>-1</sup>
Doporučený pracovní přetlak	3,5 MPa

## 5. Nucené větrání objektu VZT jednotkou s rekuperací

Objekt rodinného domu bude nuceně větrán vzduchotechnickou jednotkou DUPLEX 300 Easy. Větrací systém zajišťuje řízené rovnotlaké větrání s rekuperací tepla.

Jednotka DUPLEX Easy bude instalována v podstropní poloze v místnosti č.108 Technická místnost. Ve skříni jednotky je vestavěn vířivý protiproudý rekuperační výměník z plastu s účinností až 93 %, dva ventilátory typu volného oběžného kola s elektronickým EC zařízením, filtry G4 přívodního i odpadního vzduchu před vstupem do rekuperačního výměníku, automaticky řízená klapka by-passu, regulační modul a přípojovací svorkovnice.

### Technická data 300 Easy

maximální průtok	300 m <sup>3</sup> /h
akustický výkon do okolí	51 dB
max. účinnost rekuperace	93 %



Obr. 33) VZT jednotka DUPLEX Easy [43]

## 6. Energetická náročnost budovy

### 6.1. Tepelná kapacita

Stupeň využití tepelných zisků resp. tepelných ztrát je přímo vztažen k tepelné setrvačnosti budovy. Vychází z vnitřní tepelné kapacity budovy.

Akumulace obvodové zdi zajišťuje stabilitu teploty uvnitř budovy při kolísání venkovních teplot nebo při přerušované dodávce tepla.

Nejlepší tepelnou akumulaci má RD v konstrukčním provedení var. A s obvodovým zdívem Porotherm T Profi Dryfix. Naopak nejhorší je tepelná akumulace RD varianty C s konstrukčním provedením lehké dřevěné sloupkové konstrukce (viz Tab. 46).

	Mat. obvodového zdiva	Plošná hmotnost kce [kg/m <sup>2</sup> ]	Vnitřní čistá podlahová plocha zóny [m <sup>2</sup> ]	Vnitřní tepelná kapacita zóny	Vnitřní tepelná kapacita zóny C <sub>m</sub> <sup>(1)</sup> [kJ/m <sup>2</sup> K]	Účinná plocha akumulace hmoty zóny <sup>(1)</sup> [m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]
Var. A	cihelne zdivo Porotherm T Profi Dryfix 440	322,8	222,12	těžká	260	3
Var. B	vápenopískové zdivo SENDWIX 14DF-LD + ETICS	267,0	224,11	střední	165	2,5
Var. C	lehká dřevěná sloupková konstrukce	54,1	239,45	lehká	110	2,5

<sup>(1)</sup> Vztaženo k vnitřní podlahové ploše zóny

Tab. 46) Porovnání tepelné kapacity konstrukcí



## 6.2. Geometrická charakteristika budovy

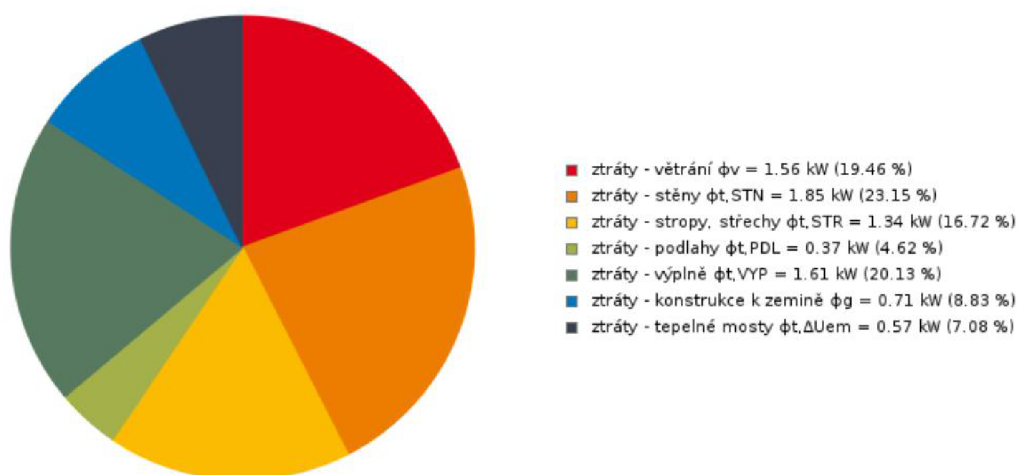
V rámci návrhu tří různých variant konstrukčních systémů rodinného domu byla snaha co nejvíce zachovat vnější rozměry objektu. Vzhledem k různosti materiálu ale došlo k malým odchylkám.

Parametr	jednotky	hodnota		
		Var. A	Var. B	Var. C
Objem budovy V (objem částí budovy s upravovaným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy obálky budovy)	[m <sup>3</sup> ]	1 008,1	1 010,6	1 005,9
Celková plocha obálky budovy (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m <sup>2</sup> ]	832,7	833,9	831,8
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ]	0,83	0,83	0,83
Celková energeticky vztažná plocha budovy A <sub>c</sub>	[m <sup>2</sup> ]	292,1	292,8	291,5

Tab. 47) Porovnání geometrických charakteristik navržených variant

## 6.3. Tepelné ztráty a zisky prostupem konstrukcí a větráním

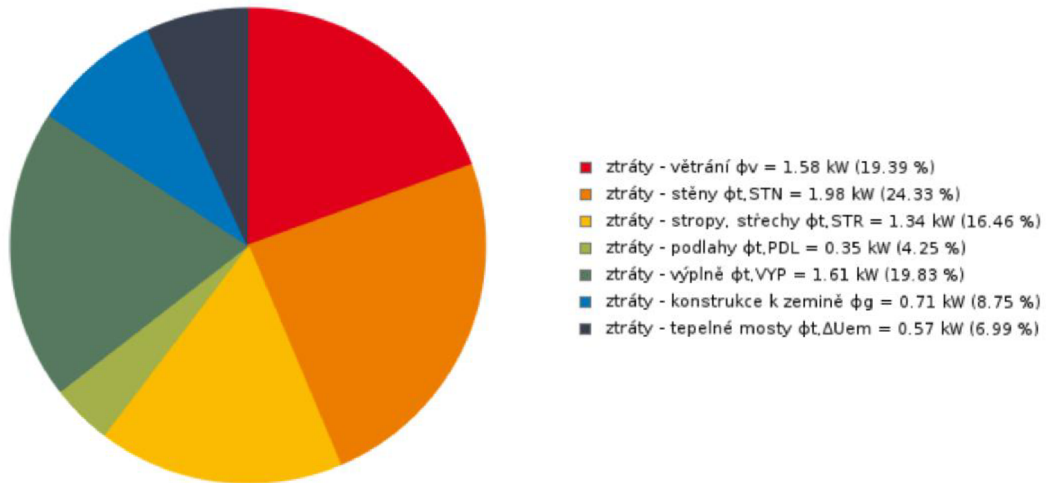
### 6.3.1. Varianta A



cílová teplota na vytápění v provozní dobu  $\theta_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  
 extrémní zimní návrhová teplota  $\theta_e = -15 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  
 orientační celkové tepelné ztráty zóny 1  $\phi_{H,nd} = 8,01 \text{ kW}$

Graf. 1) Tepelné ztráty a zisky prostupem konstrukcí a větráním var. A

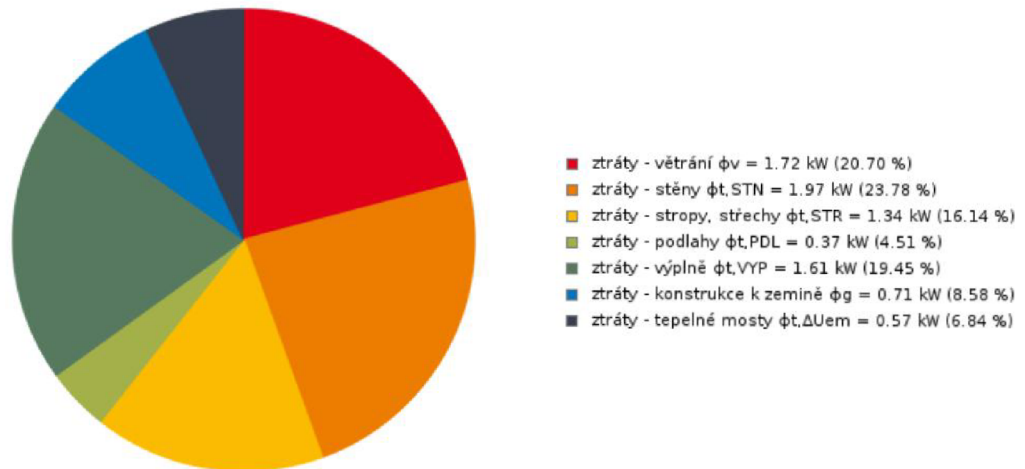
### 6.3.2. Varianta B



cílová teplota na vytápění v provozní dobu  $\theta_i = 20\text{ °C}$ ,  
extrémní zimní návrhová teplota  $\theta_e = -15\text{ °C}$ ,  
orientační celkové tepelné ztráty zóny 1  $\phi_{H,nd} = 8,13\text{ kW}$

Graf. 2) Tepelné ztráty a zisky prostupem konstrukcí a větráním var. B

### 6.3.3. Varianta C



cílová teplota na vytápění v provozní dobu  $\theta_i = 20\text{ °C}$ ,  
extrémní zimní návrhová teplota  $\theta_e = -15\text{ °C}$ ,  
orientační celkové tepelné ztráty zóny 1  $\phi_{H,nd} = 8,29\text{ kW}$

Graf. 3) Tepelné ztráty a zisky prostupem konstrukcí a větráním var. C

#### 6.4. Požadavky na energie

Parametr	jednotky	hodnota		
		Var. A	Var. B	Var. C
Celková dodaná energie	[kWh/rok]	21 897,22	22 559,53	23 322,04
Celková primární energie	[kWh/rok]	42 919,09	44 248,40	45 834,46
Neobnovitelná primární energie	[kWh/rok]	28 666,19	29 575,73	30 698,75
Obnovitelná primární energie	[kWh/rok]	14 252,91	14 672,67	15 135,71

Tab. 48) Požadavky na energie jednotlivých variant pro celý objekt

Parametr	jednotky	hodnota		
		Var. A	Var. B	Var. C
Celková energeticky vztahná plocha budovy $A_c$	[m <sup>2</sup> ]	292,1	292,8	291,5
Celková dodaná energie	[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	74,97	77,06	80,01
Celková primární energie	[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	146,93	151,12	157,24
Neobnovitelná primární energie	[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	98,14	101,02	105,32
Obnovitelná primární energie	[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	48,79	50,11	51,92

Tab. 49) Požadavky na energie jednotlivých variant vztahy na m<sup>2</sup> celkové energeticky vztahné plochy

Aktuální průměrná cena pro rok 2020 pro domácnosti za 1 kWh elektřiny je zhruba 4,83 Kč/kWh.

Parametr	jednotky	hodnota		
		Var. A	Var. B	Var. C
Elektrická energie	[kWh/rok]	9 555,40	9 858,58	10 232,92
Celkem cena	[Kč]	46 153	47 617	49 425

Tab. 50) Přepočítání ceny celkové dodané energie za rok

## 6.5. Energetická náročnost budovy

Energetická náročnost budovy				
	Celková dodaná energie		Neobnovitelná primární energie	
		Měrná hodnota [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]		Měrná hodnota [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]
Var. A	A - Mimořádně úsporná	75	B - Velmi úsporná	98
Var. B	B - Velmi úsporná	77	B - Velmi úsporná	101
Var. C	B - Velmi úsporná	80	B - Velmi úsporná	105

Tab. 51) Energetická náročnost budovy

Energetická náročnost hodnocené budovy v jednotlivých konstrukčních systémech byla vyhodnocen následovně. Objekt ve variantě A (jednovrstvé zdivo Porotherm T Profi Dryfix) spadá do třídy energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii A. Varianta B (systém vápenopískových tvárnic s kontaktním zateplovacím systémem) a C (lehká dřevěná sloupková dřevostavba) pak spadají do třídy B.

## **C ENERGETICKÝ POSUDEK A PENB**

# ENERGETICKÝ POSUDEK

zpracovaný dle vyhlášky č. 480/2012 Sb.

Předmět energetického posudku

**Výběr jednoho ze tří navržených konstrukčních systémů novostavby pro budovu s téměř nulovou spotřebou energie RD z hlediska provozních nákladů na energii**

společnost:	datum vypracování:	2.1.2019	razítko a podpis:
	energetický specialista:	Bc. Leona Horáčková	
	číslo oprávnění:	xxxx	
	evidenční číslo EP:	xxxxx.x	

## **1. Účel zpracování energetického posudku**

dle § 9a zákona č. 406/2000 Sb.

Stavebník, společenství vlastníků jednotek nebo vlastník budovy nebo energetického hospodářství může na základě vlastního rozhodnutí zajistit energetický posudek také pro posouzení technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie při výstavbě nových budov nebo při větší změně dokončené budovy se zdrojem energie s instalovaným výkonem nižším než 200 kW.

Cílem energetického posudku je vybrat jeden ze tří konstrukčních systémů pro navrhovanou novostavbu rodinného domu. Parametry objektu musí splňovat požadavky na budovu s téměř nulovou spotřebou energie. Posuzovány budou provozní náklady na spotřebu energie.

## **2. Identifikační údaje**

### **2.1. Vlastník předmětu energetického posudku**

Petra Němcová  
Kotlářská 258/19  
602 00 Brno  
Tel.: 737 608 351  
E-mail: petranemcova@gmail.com

### **2.1. Údaje o předmětu energetického posudku**

Novostavba RD v obci Jinačovice  
parcela č. 110 a 111  
k.ú. Jinačovice [660272]

### 3. Zjištění energetického specialisty oprávněného zpracovat energetický posudek

#### 3.1. Charakteristika předmětu EP

##### 3.1.1. Popis budovy

Řešeným objektem je novostavba rodinného dvoupodlažního nepodsklepeného domu s garáží. 1NP má půdorysný tvar písmene L. 2NP má tvar obdélníkový umístěný na přední části 1NP. Tato část je zastřešena sedlovou střechou. Jednopodlažní část je zastřešena střechou plochou. Stavba je navržena ve třech různých konstrukčních systémech.

Objekt bude umístěn v obci Jinačovice. Jinačovice leží v okrese Brno-venkov asi 5 km severozápadním směrem od městské části Brno-Kníničky.

Dům bude vytápěn tepelným čerpadlem typu vzduch/voda pomocí teplovodního podlahového vytápění. Příprava teplé vody bude probíhat v nepřímotopném zásobníkovém ohříváči napojeném na tepelné čerpadlo a dva solární panely umístěné na sedlové střeše objektu. V objektu bude instalováno vzduchotechnické zařízení s rekuperací tepla.

		Var. A	Var. B	Var. C
Objem budovy V (objem částí budovy s upravovaným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy obálky budovy)	[m <sup>3</sup> ]	1 008,1	1 010,6	1 005,9
Celková plocha obálky budovy (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m <sup>2</sup> ]	832,7	833,9	831,8
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ]	0,83	0,83	0,83
Celková energeticky vztázná plocha budovy A <sub>c</sub>	[m <sup>2</sup> ]	292,1	292,8	291,5



### 3.1.2. Situační plán

Klimatické podmínky

Místo: k.ú. Jinačovice [660272]

parcely č. 110 a 111

Klimatická oblast

(dle ČSN 73 0540-3 přílohy H): 2

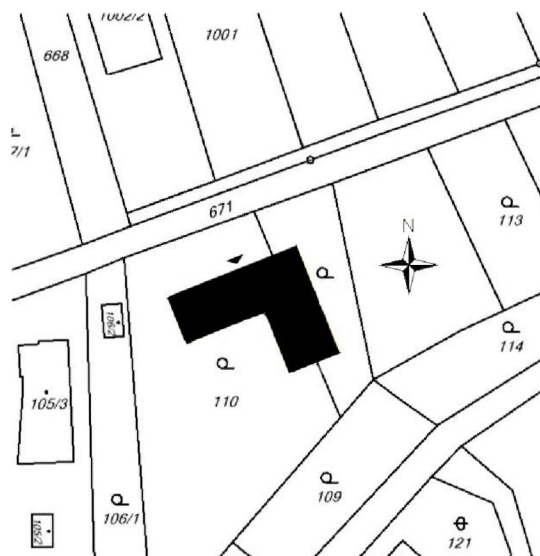
Nadmořská výška budovy: 320 m.n.m.

Vnější zimní extrémní návrhová teplota

(dle ČSN 73 0540-3): -15 °C



Obr.) Katastrální mapa + ortofoto



Obr.) Umístění stavby na pozemku

### 3.1.3. Obvodový plášť

#### Varianta A

Stavba je navržena z jednovrstvého zdiva z cihelných bloků s integrovaným tepelným izolantem Porotherm 44 T Profi Dryfix. Vnitřní nosné zdivo je navrženo taktéž z cihelných bloků Porotherm 44 T Profi Dryfix , 30 T Profi Dryfix a 30 Profi.

Pro první vrstvu zdiva - sokl - budou použity cihelné bloky Porotherm 38 TS Profi s hydroizolací a protiradonovou ochranou mPVC fólií a tepelnou izolací soklu XPS tl. 60 mm.

Vnitřní příčky jsou navrženy sádkartonové v tloušťce 125 mm. Jako vodící profil pro příčku byl zvolen ocelový profil Rigips UW 100, opláštění jednoduché sádkartonovou deskou Rigips 12,5 mm, uvnitř minerální izolace.

Podlaha na terénu je tvořena podkladní betonovou deskou o tl. 180 mm. Na ní je umístěna asfaltová hydroizolace, tepelná izolace EPS 100 S tl. 200 mm, systémová deska pro podlahové vytápění DEKPERIMETER PV NR-75 50 mm zalitá 55 mm betonové mazaniny.

Podlaha na terénu v garáži je tvořena podkladní betonovou deskou o tl. 180 mm, asfaltovou hydroizolací, tepelnou izolací EPS 150S tl. 80 mm a betonovou mazaninou tl. 90 mm.

Nad 1.NP je navržena keramická vnitřní stropní konstrukce systému Porotherm strop celkové tl. 250 mm. Je tvořený cihelnými vložkami MIAKO 19 PTH a keramobetonovými stropními trámy vyztuženými svařovanou prostorovou výztuží zalitými betonem vyztuženým vázanou výztuží. Podlaha je tvořena kročejovou izolací ISOVER T-N tl. 30 mm, systémovou deskou pro podlahové vytápění DEKPERIMETER PV NR-75 50 mm zalitou 55 mm betonové mazaniny. Podhled stropní konstrukce bude tvořen zavěšenou SDK konstrukcí.

Podlaha nad venkovním prostorem je zesponu zateplena tepelnou izolací EPS 70F o tloušťce 240 mm a pro zateplení podlahy nad garáží jsou do zavěšené SDK konstrukce vloženy desky z minerální plsti Isover Uni tl. 200mm.

Plochá střecha jednopodlažní části je tvořena taktéž systémem Porotherm strop. Na této nosné konstrukci je umístěn asfaltový hydroizolační pás, dále spádové klány EPS 200 s průměrnou tl. 80 mm, EPS 200 tl. 140 mm a hydroizolační fólie z PVC-P.

Nosná část stropu nad 2.NP (pod nevytápěným prostorem půdy) je tvořena filigránovou stropní deskou z liaporbetonu o celkové tl. 180 mm. Na ní jsou položeny skelné izolační pásy Isover UNIROL PROFI. Podhled stropní konstrukce bude taktéž tvořen zavěšenou SDK konstrukcí.

Střešní konstrukce je tvořena příhradovým vazníkem se sklonem střešní roviny 20 °.

## **Varianta B**

Stavba je navržena z vápenopískových tvárnic KM Beta 1.17 Sendwix 14DF-LD tl. 200 mm s kontaktním zateplovacím systémem ETICS z desek EPS 70F tl. 240 mm. Vnitřní nosné zdivo je taktéž 1.17 sendwix 14DF-LD tl. 200 mm.

Pro první vsrtvu zdiva - sokl - budou použity tepelněizolační tvárnice KM Beta 1.14 Sendwix 14DF-D Therm. V nevytápěném prostoru garáže a technického zázemí bude do vzdálenosti 1 m od stropu lepená izolace EPS pro eliminaci tepelných mostů.

Vnitřní příčky jsou navrženy z tvárnic 2.2 Sendwix 4DF-LDE tl. 115 mm a sádkartonové v tloušťce 125 mm. Jako vodící profil pro příčku byl zvolen ocelový profil Rigips UW 100, opláštění jednoduché sádkartonovou deskou Rigips 12,5 mm, uvnitř minerální izolace.

Podlaha na terénu je tvořena podkladní betonovou deskou o tl. 180 mm. Na ní je umístěna asfaltová hydroizolace, tepelná izolace EPS 100 S tl. 200 mm, systémová deska pro podlahové vytápění DEKPERIMETER PV NR-75 50 mm zalitá 55 mm betonové mazaniny.

Podlaha na terénu v garáži je tvořena podkladní betonovou deskou o tl. 180 mm, asfaltovou hydroizolací, tepelnou izolací EPS 150S tl 80 mm a betonovou mazaninou tl. 90 mm.

Nad 1.NP je navržena keramická vnitřní stropní konstrukce KMB strop celkové tl. 250 mm. Je tvořený cihelnými vložkami MIAKO 19 a keramobetonovými stropními trámy vyztuženými svařovanou prostorovou výztuží zalitými betonem vyztuženým vázanou výztuží. Podlaha je tvořena kročejovou izolací ISOVER T-N tl. 30 mm, systémovou deskou pro podlahové vytápění DEKPERIMETER PV NR-75 50 mm

zalitou 55 mm betonové mazaniny. Podhled stropní konstrukce bude tvořen zavěšenou SDK konstrukcí.

Podlaha nad venkovním prostorem je zesodu zateplena tepelnou izolací EPS 70F o tloušťce 240 mm a pro zateplení podlahy nad garáží je zesodu na strop celoplošně přilepena tepelná izolace z EPS 100F tl. 200 mm.

Plochá střecha jednopodlažní části je tvořena taktéž systémem KMB strop. Na této nosné konstrukci je umístěn asfaltový hydroizolační pás, dále spádové klíny EPS 200 s průměrnou tl. 80 mm, EPS 200 tl. 140 mm a hydroizolační fólie z PVC-P.

Nosná část stropu nad 2.NP (pod nevytápěným prostorem půdy) je tvořena filigránovou stropní deskou z liaporbetonu o celkové tl. 180 mm. Na ní jsou položeny skelné izolační pásy Isover UNIROL PROFI. Podhled stropní konstrukce bude taktéž tvořen zavěšenou SDK konstrukcí.

Střešní konstrukce je tvořena příhradovým vazníkem se sklonem střešní roviny 20 °.

### **Varianta C**

Stavba je navržena jako dřevostavba s lehkou sloupkovou konstrukcí. Nosné obvodové zdivo je tvořeno dřevěným rámem 60x120 mm vyplněným tepelnou izolací Isover Woodsil. Z vnitřní strany je opláštěna sádrovláknitou deskou Fermacell 12,5 mm na instalační předstěně z dřevěného rámu 60x40 mm vyplněné izolací Isover Uni. Vnější strana je taktéž opláštěna sádrovláknitou deskou Fermacell tl. 12,5 mm s kontaktním zateplovacím systémem EPS 100F tl. 120 mm. Vnitřní ztužující stěny jsou navrženy z dřevěného rámu 60x120 mm opláštěného z obou stran sádrovláknitou deskou Fermacell tl. 12,5mm.

Vnitřní příčky jsou navrženy sádrokartonové v tloušťce 125 mm. Jako vodící profil pro příčku byl zvolen ocelový profil Rigips UW 100, opláštění jednoduché sádrokartonovou deskou Rigips 12,5 mm, uvnitř minerální izolace.

Podlaha na terénu je tvořena podkladní betonovou deskou o tl. 180 mm. Na ní je umístěna asfaltová hydroizolace, tepelná izolace EPS 100 S tl. 200 mm, systémová deska pro podlahové vytápění DEKPERIMETER PV NR-75 50 mm zalitá 55 mm betonové mazaniny.

Podlaha na terénu v garáži je tvořena podkladní betonovou deskou o tl. 180 mm, asfaltovou hydroizolací, tepelnou izolací EPS 150S tl 80 mm a betonovou mazaninou tl. 90 mm.

Nad 1.NP je navržen trámový strop z trámu tl. 240 mm vyplněných 100 mm tepelné izolace Isover Unirol Profi se záklopem OSB deskou tl. 15 mm. Podlaha je tvořena kročejovou izolací ISOVER T-N tl. 30 mm, systémovou deskou pro podlahové vytápění DEKPERIMETER PV NR-75 50 mm zalitou 55 mm betonové mazaniny. Podhled stropní konstrukce bude tvořen zavěšenou SDK konstrukcí.

Podlaha nad venkovním prostorem je zespondu zateplena tepelnou izolací EPS 100F o tloušťce 160 mm a pro zateplení podlahy nad garáží jsou do zavěšené SDK konstrukce vloženy desky z minerální plsti Isover Uni tl. 120 mm.

Plochá střecha jednopodlažní části je tvořena taktéž trámovou konstrukcí. Na této nosné konstrukci je umístěn asfaltový hydroizolační pás, dále spádové klány EPS 100 s průměrnou tl. 80 mm, EPS 100 tl. 100 mm a hydroizolační fólie z PVC-P.

Strop nad 2.NP (pod nevytápěným prostorem půdy) je tvořen dolními pásnicemi vazníku tl. 240 mm vyplněnými tepelnou izolací Isover Orsik. Do zavěšené SDK konstrukce je vložena izolace Isover Orsik tl. 60 mm.

Střešní konstrukce je tvořena příhradovým vazníkem se sklonem střešní roviny 20 °.

### **Výplně otvorů**

Okna a vstupní dveře jsou navrženy plastové s izolačním trojsklem. Garážová vrata budou zateplená sekční.

Okna:  $U = \max. 0,78 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Dveře:  $U = \max. 1,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Garážová vrata  $U = \max. 1,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Posuzovaná konstrukce	Součinitel prostupu tepla U [W/(m <sup>2</sup> .K)]					
	Var. A	Var. B	Var. C	U <sub>N,20</sub>	U <sub>rec,20</sub>	U <sub>pas,20</sub>
Vnější stěna	0,164	0,166	0,165	0,3	0,25	0,18-0,12
Vnější stěna - sokl	0,153	0,163	-	0,3	0,25	0,18-0,12
Stěna k nevyt. prostoru	0,223	0,225	0,237	0,6	0,4	0,30-0,20
Podlaha na zemině	0,180	0,180	0,180	0,45	0,30	0,22-0,15
Podlaha nad venk. prostorem	0,141	0,144	0,139	0,24	0,16	0,15-0,10
Podlaha nad nevyt. prostorem (gar.)	0,156	0,154	0,156	0,60	0,40	0,20-0,30
Strop pod nevyt. prostorem (půdou)	0,180	0,180	0,175	0,30	0,20	0,15-0,10
Střecha nad vyt. prostorem	0,157	0,157	0,155	0,24	0,16	0,15-0,10

Tab.) Přehled součinitelů prostupu tepla pro konstrukce s požadavkem

### 3.1.4. Potřeby jednotlivých konstrukčních systému a tepelné ztráty objektu

Potřeby a tepelné ztráty předmětného objektu RD v jednotlivých konstrukčních systémech byly zjištěny pomocí výpočtového softwaru DEK Soft.

systém	potřeba [kWh/rok]		
	Var. A	Var. B	Var. C
vytápění	12 931	13 453	13 966
teplá voda	2 612,3	2 616,7	2 674,0
<b>celkem</b>	<b>15 543,3</b>	<b>16 069,7</b>	<b>16 640,0</b>

Tab.) Potřeby systému dle softwaru DEK Soft

systém	tepelné ztráty [W]		
	Var. A	Var. B	Var. C
prostupem	6 450	6 550	6 570
větráním	1 560	1 580	1 720
<b>celkem</b>	<b>8 010</b>	<b>8 130</b>	<b>8 290</b>

Tab.) Tepelné ztráty dle softwaru DEK Soft

Parametr	jednotky	hodnota		
		Var. A	Var. B	Var. C
Celková dodaná energie	[kWh/rok]	21 897,22	22 559,53	23 322,04
Celková primární energie	[kWh/rok]	42 919,09	44 248,40	45 834,46
Neobnovitelná primární energie	[kWh/rok]	28 666,19	29 575,73	30 698,75
Obnovitelná primární energie	[kWh/rok]	14 252,91	14 672,67	15 135,71

Tab.) Požadavky na energie pro celý objekt dle softwaru DEK Soft

### 3.1.5. Popis technického zařízení budovy

#### Vytápění

Pro vytápění bude v objektu navržen systém teplovodního podlahového vytápění. Návrh otopných ploch podlahového vytápění bude pro teplotní spád 40/35 °C s mokřým způsobem provedení.

Hlavním zdrojem tepla bude tepelné čerpadlo typu vzduch/voda Vaillant aroTHERM VWL 115/2 A 230 V. Jde o kompaktní tepelné čerpadlo konstruované jako monoblok. V technické místnosti uvnitř objektu bude instalována hydraulická jednotka VWZ MEH 61. Jde o elektrický dohřívací modul s integrovaným ovládacím modulem tepelného čerpadla a s přepínacím ventilem pro topný systém aroTHERM. Elektrická topná tyč v dohřívacím modulu doplňuje tepelné čerpadlo v monoenergetickém provozu. Její výkon je 6 kW. Venkovní jednotka bude umístěna na samostatném rovném základu u vnější stěny garáže. Systém vytápění bude doplněn o akumulční nádrž UKV 300 o objemu 316 l zajistí plynulý provoz tepelného čerpadla. Díky její instalaci bude omezen počet startů kompresoru.



Obr.) Tepelné čerpadlo Vaillant aroTHERM

## **Příprava teplé vody**

Pro přípravu TUV bude v technické místnosti instalován nepřímotopný zásobník OKC 400 NTRR/HP/SOL. Jedná se o stacionární zásobník se dvěma výměníky optimalizovaný pro připojení k tepelnému čerpadlu a solárním kolektorům. Horní velký výměník je pro připojení zdroje ohřevu - tepelného čerpadla. Spodní výměník slouží k připojení solárních panelů. Nepřímotopný zásobník OKC 400 NTRR/HP/SOL bude napojen na termický solární systém. Na sedlové střeše se sklonem 20° budou instalovány dva solární kolektory výrobce Viessmann Vitosol 200-FM, typ SV2F. Azimut vůči jihu je přibližně 15°.

Nepřímotopný zásobník OKC 400 NTRR/HP/SOL bude napojen na termický solární systém. Na sedlové střeše se sklonem 20° budou instalovány dva solární kolektory výrobce Viessmann Vitosol 200-FM, typ SV2F. Azimut vůči jihu je přibližně 15°.

## **Větrání**

Větrání objektu je nucené rovnotlaké se zpětným získáváním tepla. Instalována bude vzduchotechnická jednotka DUPLEX 300 Easy.

Jednotka DUPLEX Easy bude instalována v podstropní poloze v místnosti č.108 Technická místnost. Ve skříni jednotky je vestavěn vířivý protiproudý rekuperační výměník z plastu s účinností až 93 %, dva ventilátory typu volného oběžného kola s elektronickým EC zařízením, filtry G4 přívodního i odpadního vzduchu před vstupem do rekuperačního výměníku, automaticky řízená klapka by-passu, regulační modul a připojovací svorkovnice.



*Obr.) VZT jednotka DUPLEX Easy*



## Osvětlení

Umělé osvětlení je zajištěno LED svítidly. Jejich ovládání je zajištěno prostřednictvím klasických vypínačů.

### 3.2. Posouzení technické proveditelnosti

Technická proveditelnost jednotlivých konstrukčních systému daného objektu není předmětem tohoto posudku.

### 3.3. Posouzení ekonomické proveditelnost

V rámci posouzení ekonomické proveditelnosti budou hodnoceny pouze provozní náklady na spotřeby energií.

	ceny energií [Kč/kWh]
elektřina	4,83

Tab.) Uvažované ceny energií

#### Náklady na energie

Parametr	jednotky	hodnota		
		Var. A	Var. B	Var. C
Elektrická energie	[kWh/rok]	9 555, 40	9 858,58	10 232,92
Celkem cena	[Kč]	46 153	47 617	49 425

Tab.) Přepočítání ceny celkové dodané energie za rok

Parametr	Jednotka	Varianta A	Varianta B	Varianta C
Přínosy projektu celkem	Kč			
z toho tržby za teplo a elektřinu	Kč			
Investiční výdaje projektu celkem	Kč			
z toho:				
náklady na přípravu projektu	Kč			
náklady na technologická zařízení a stavbu	Kč			
náklady na přípojky	Kč			
Provozní náklady celkem	Kč/rok	46 153	47 617	49 425
z toho:				
náklady na energii	Kč/rok	46 153	47 617	49 425
náklady na opravu a údržbu <sup>1)</sup>	Kč/rok			
osobní náklady (mzdy, pojistné)	Kč/rok			
ostatní provozní náklady <sup>2)</sup>	Kč/rok			
náklady na emise a odpady	Kč/rok			
Doba hodnocení	roky			
Diskont <sup>3)</sup>	-			
NPV	tis. Kč			
Tsd	roky			
IRR	%			

Tab.) Ekonomické vyhodnocení

### 3.3.1 Závěr ekonomického hodnocení

Ve všech třech variantách hodnoceného objektu vstupuje pouze elektrická energie. Z hlediska ekonomického hodnocení provozních nákladů vyplývá, že nejmenší náklady má var. A (jednovrstvé zdivo Porotherm T Profi Dryfix), následuje varianta B (systém vápenopískových tvárníc s kontaktním zateplovacím systémem). Největší spotřebu a tedy i nejvyšší provozní náklady má pak varianta C (lehká dřevěná sloupková dřevostavba).

U vypočtených cen je třeba brát v úvahu, že byl výpočet proveden pro průměrné ceny energií.

### 3.4. Posouzení ekologické proveditelnosti

Parametr	jednotky	hodnota		
		Var. A	Var. B	Var. C
Elektrická energie	[kWh/rok]	9 555, 40	9 858,58	10 232,92
	[MWh/rok]	9,555	9,859	10,233
	GJ	34,398	35,492	36,839

Tab.) Spotřeby jednotlivých variant

Parametr	elektřina
	kg/MWh
Tuhé znečišťující látka (TZL)	0,0368
PM <sub>10</sub>	0
PM <sub>2,5</sub>	0,02208
SO <sub>2</sub>	0,84124
NO <sub>x</sub>	0,56764
NH <sub>3</sub>	
VOC	0,00249
	kg/GJ
CO <sub>2</sub>	281

Tab.) Emisní faktory dle zákona č. 480/2012 Sb. a Věštníku Mžp

Parametr	Varianta A	Varianta B	Roz. (A-B)	Varianta C	Roz. (A-B)
	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok
Tuhé znečišťující látka (TZL)	0,0003516	0,0003628	-0,0000112	0,0003766	-0,000025
PM <sub>10</sub>	0	0	0	0	0
PM <sub>2,5</sub>	0,0002110	0,000217	-0,000006	0,0002259	-0,0000115
SO <sub>2</sub>	0,0080380	0,0082938	-0,000256	0,0086084	-0,0005704
NO <sub>x</sub>	0,0054238	0,0055964	-0,000173	0,0058087	-0,0003849
NH <sub>3</sub>					
VOC	0,0000238	0,0000245	-0,0000007	0,0000255	-0,0000017
CO <sub>2</sub>	9,666	9,973	-0,307	10,352	-0,692

Tab.) Produkce emisí jednotlivých variant

### 3.4. Závěr ekologického hodnocení

Ekologické porovnání bylo provedeno na základě emisních faktorů uvedených ve vyhlášce 480/2012. Sb., a Věstníku Ministerstva životního prostředí z roku 2017.

Elektřina je jako energonositel příčinou velkých emisí CO<sub>2</sub>. Mezi jednotlivými variantami jsou malé odchylky spotřeb elektrické energie a tedy i malá odchylka produkce emisí.

Všechny hodnocené varianty splňují požadavky vyhlášky 78/2013 Sb.: snížení neobnovitelné primární energie stanovené pro referenční budovu (dosažitelné zvýšením využití obnovitelných zdrojů nebo zvýšením parametrů stavebních prvků obálky budovy nebo technických systémů budovy) o 25%. Varianta A, B i C může být použita pro budovy s téměř nulovou spotřebou energie.

## 4. Doporučení energetického specialisty

Cílem energetického posudku je vybrat ze tří navržených konstrukčních systémů objektu novostavby rodinného domu. Objekt musí splňovat požadavky pro budovy s téměř nulovou spotřebou energie.

Navržen byl konstrukční těžký systém jednovrstvého zdiva Porotherm T Profi Dryfix, dále konstrukční střední systém vápenopískových tvárnic s ETICS a lehký konstrukční systém lehké dřevěné sloupkové dřevostavby.

Největším rozdílem mezi těmito konstrukčními systémy je jejich schopnost tepelné akumulace. Nejlepší vlastnosti má těžký konstrukční systém var. A, nejhorší akumulační vlastnosti má pak lehká konstrukce var. C. Rozdíly se promítají zejména na celkové dodané energii a primární energii a s tím i s jate provozní náklady.

K provedení doporučuji konstrukční variantu objektu A ze systému jednovrstvého zdiva Porotherm T Profi Dryfix.

### 4.1. Podmínky proveditelnosti

Závěry tohoto posudku jsou platné pouze pro níže uvedené hodnoty. Při změně klimatických okrajových podmínek, cen energií nebo volbě jiných výrobků nebo konstrukčních systémů musí být posudek upraven.

#### 4.1.1. Klimatické podmínky

Místo:	k.ú. Jinačovice [660272], parc. č. 110 a 111
Klimatická oblast	2
Nadmořská výška budovy:	320 m.n.m.
Vnější zimní extrémní návrhová teplota	-15 °C

#### 4.1.2. Cenové podmínky

	ceny energií [Kč/kWh]
elektřina	4,83

Tab.) Uvažované ceny energií



### 3. Část - Výsledky a podmínky proveditelnosti

#### 1. Doporučení energetického specialisty oprávněného zpracovat energetický posudek

Doporučuji variantu A - pro novostavbu rodinného domu s požadavkem na budovu s téměř nulovou spotřebou energie použít konstrukční systém jednovrstvého zdiva Porotherm T Profi Dryfix. Konstrukční systém vykazuje nejlepší vnitřní tepelnou kapacitu zóny, tedy nejlepší tepelně akumuláční schopnosti a s tím spjaté nejmenší hodnoty celkové dodané energie z hodnocených systémů.

#### 2. Podmínky proveditelnosti

Závěry tohoto posudku jsou platné pouze pro hodnoty uvedené v posudku. Při změně klimatických okrajových podmínek, cen energií nebo volbě jiných výrobků nebo konstrukčních systémů je nutné posudek upravit.

### 4. Část - Údaje o energetickém specialistovi

#### 1. Jméno (jména) a příjmení

Leona Horáčková

#### 2. Číslo oprávnění v seznamu energ. specialistů

xxxx

#### 4. Podpis

#### Titul

Bc.

#### 3. Datum vydání oprávnění

xx.xx.xxxx

#### 5. Datum

02.01.2019

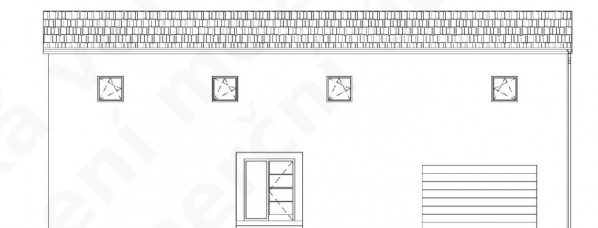
# Průkaz energetické náročnosti budovy

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií  
vyhlášky č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov ve znění  
pozdějších předpisů

---

Rodinný dům v Jinačovicích

66434, Jinačovice  
katastrální území Jinačovice  
[660272]  
parc. č. 110, 111



## Energetický specialista

Číslo oprávnění:

**Evidenční číslo**

XXXX

**Datum vydání**

2.1.2020

**Verze dokumentu**



## 1. SEZNAM PODKLADŮ

Stavební dokumentace:

- půdorys 1.NP
- půdorys 2.NP
- řez objektem
- situace

## 2. STRUČNÝ POPIS BUDOVY

Jedná se o dvoupodlažní nepodsklepenou novostavbu rodinného domu s vestavěnou garáží. Objekt bude umístěn na okraji obce Jinačovice.

Budova je navržena z jednovrstvého zdiva cihelných bloků Porotherm T Profi Dryfix.

## 3. STRUČNÝ POPIS TECHNICKÉHO ZAŘÍZENÍ BUDOVY

Hlavním zdrojem pro vytápění bude tepelné čerpadlo typu vzduch/voda Vaillant aroTHERM VWL 115/2 A 230 V konstruované jako monoblok. Uvnitř objektu v technické místnosti bude instalována hydraulická jednotka s elektrickou dohřívací topnou tyčí s výkonem 6 kW. Pro plynulý provoz tepelného čerpadla bude v objektu umístěna taktovací nádrž UKV 300 o objemu 316 l. Pro ohřev TUV bude sloužit nepřímotopný zásobník OKC 400 NTRR/HP/SOL o objemu 352 l napojený na tepelné čerpadlo a termický solární systém. Objekt bude nuceně větrán rovnotlakým systémem s rekuperací. Instalována bude VZT jednotka Dupex 300 Easy.

## 4. DOPLŇJÍCÍ ÚDAJE

### 5. NAVRHOVANÁ OPATŘENÍ

#### 5.1 Stavební prvky a konstrukce:

*V této kategorii není navrhováno žádné opatření.*

#### 5.2 Technické systémy budovy:

*V této kategorii není navrhováno žádné opatření.*

#### 5.3 Obsluha a provoz systémů:

*V této kategorii není navrhováno žádné opatření.*

#### 5.4 Ostatní:

*V této kategorii není navrhováno žádné opatření.*

#### 5.5 Doporučení k realizaci a zdůvodnění

# PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: , k.ú. **660272, p.č. 110, 111**

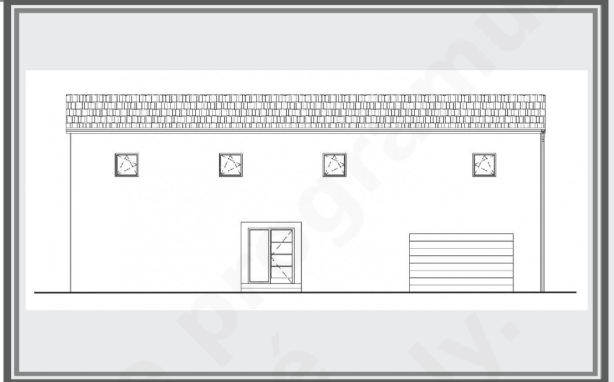
PSČ, místo: **66434, Jinačovice**

Typ budovy: **Rodinný dům**

Plocha obálky budovy: **832.74** m<sup>2</sup>

Objemový faktor tvaru A/V: **0.83** m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>

Celková energeticky vztažná plocha: **292.07** m<sup>2</sup>

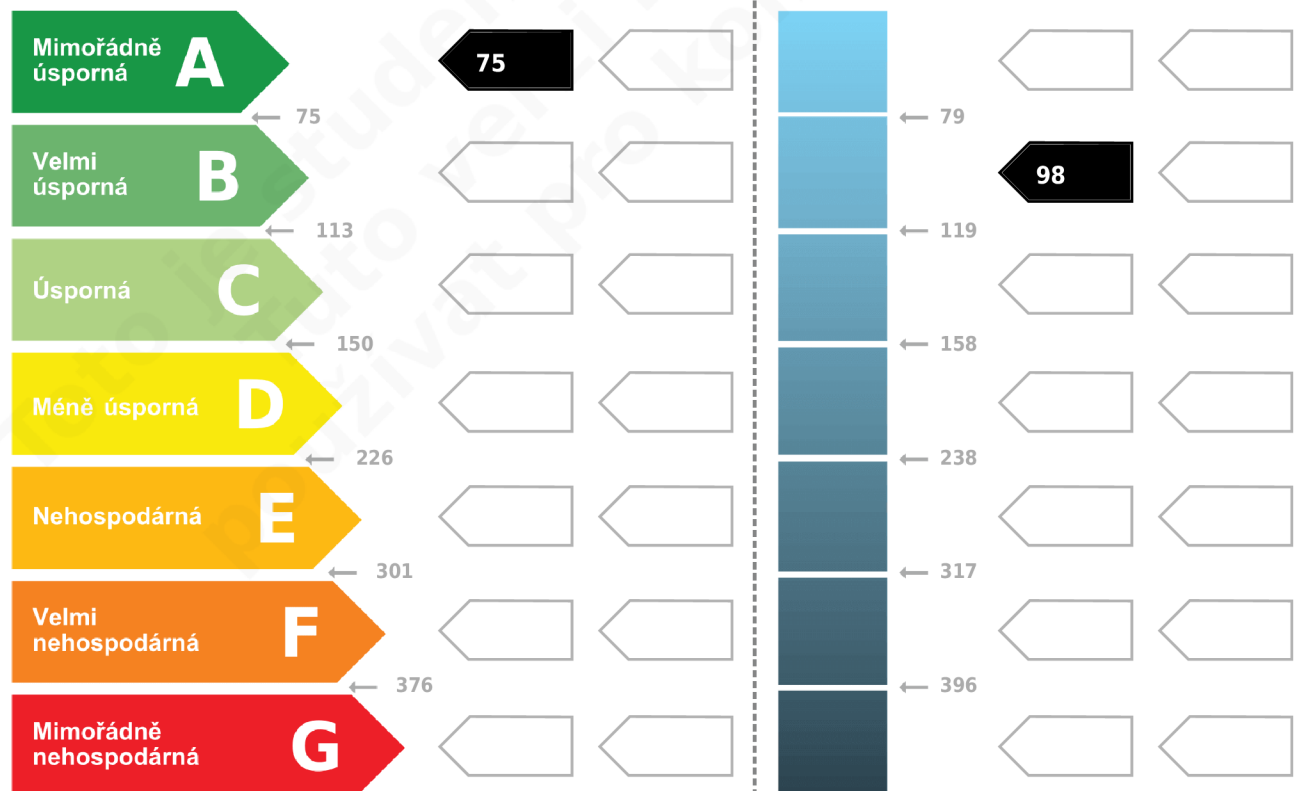


## ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

**Celková dodaná energie**  
(Energie na vstupu do budovy)

**Neobnovitelná primární energie**  
(Vliv provozu budovy na životní prostředí)

Měrné hodnoty kWh/(m<sup>2</sup>·rok)



Hodnoty pro celou budovu  
MWh/rok

**21.9**

**28.7**

## DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

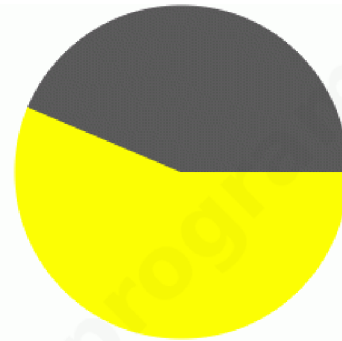
Opatření pro	Stanovena
Vnější stěny:	<input type="checkbox"/>
Okna a dveře:	<input type="checkbox"/>
Střechu:	<input type="checkbox"/>
Podlahu:	<input type="checkbox"/>
Vytápění:	<input type="checkbox"/>
Chlazení/klimatizaci:	<input type="checkbox"/>
Větrání:	<input type="checkbox"/>
Přípravu teplé vody:	<input type="checkbox"/>
Osvětlení:	<input type="checkbox"/>
Jiné:	<input type="checkbox"/>

Popis opatření je v protokolu průkazu a vyhodnocení jejich dopadu na energetickou náročnost je znázorněno šipkou

Doporučení

## PODÍL ENERGOZDANÝCH ZDROJŮ NA DODANÉ ENERGII

Hodnoty pro celou budovu [MWh/rok]



■ Slunce, energie prostředí: 12.3  
■ elektrická energie: 9.6

## UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení	
	$U_{em}$ W/(m <sup>2</sup> ·K)	Dílčí dodané energie					Měrné hodnoty	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Mimořádně úsporná								
<b>A</b>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<b>B</b>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<b>C</b>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<b>D</b>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<b>E</b>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<b>F</b>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<b>G</b>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Mimořádně neekonomická								
<b>Hodnoty pro celou budovu</b>	<b>16.3</b>	<b>55.8</b>	<b>0.3</b>	<b>0.93</b>	<b>16.6</b>	<b>4.8</b>	<b>1.7</b>	
MWh/rok								

Zpracovatel: .....

Osvědčení č.: .....

Kontakt: **63500, Brno** .....

Vyhotoveno dne: **2.1.2020** .....

Podpis: .....

## PROTOKOL PRŮKAZU

Identifikační číslo dokumentu:

Evidenční číslo z databáze ENEX:

XXXX

### Účel zpracování průkazu

<input checked="" type="checkbox"/> Nová budova	<input type="checkbox"/> Budova užívaná orgánem veřejné moci
<input type="checkbox"/> Prodej budovy nebo její části	<input type="checkbox"/> Pronájem budovy nebo její části
<input type="checkbox"/> Větší změna dokončené budovy	
<input type="checkbox"/> Jiný účel zpracování:	

### Základní informace o hodnocené budově

Identifikační údaje budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Jinačovice, , 66434
Katastrální území:	660272
Parcelní číslo:	110, 111
Datum uvedení budovy do provozu (nebo předpokládané datum uvedení do provozu):	2021
Vlastník nebo stavebník:	Petra Němcová
Adresa:	Kotlářská 258/19 60200 Brno
IČ:	
Tel./e-mail:	Petra Němcová 737 608 351 / petranemcova@gmail.com

Typ budovy		
<input checked="" type="checkbox"/> Rodinný dům	<input type="checkbox"/> Bytový dům	<input type="checkbox"/> Budova pro ubytování a stravování
<input type="checkbox"/> Administrativní budova	<input type="checkbox"/> Budova pro zdravotnictví	<input type="checkbox"/> Budova pro vzdělávání
<input type="checkbox"/> Budova pro sport	<input type="checkbox"/> Budova pro obchodní účely	<input type="checkbox"/> Budova pro kulturu
<input type="checkbox"/> Jiné druhy budovy:		

Geometrické charakteristiky budovy		
Parametr	jednotky	hodnota
Objem budovy V (objem částí budovy s upravovaným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy)	[m <sup>3</sup> ]	1 008,1
Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m <sup>2</sup> ]	832,7
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ]	0,83
Celková energeticky vztažná plocha budovy A <sub>c</sub>	[m <sup>2</sup> ]	292,1

Druhy energie (energonositelé) užívané v budově		
<input type="checkbox"/> Hnědé uhlí	<input type="checkbox"/> Černé uhlí	
<input type="checkbox"/> Topný olej	<input type="checkbox"/> Propan-butan/LPG	
<input type="checkbox"/> Kusové dřevo, dřevní štěpka	<input type="checkbox"/> Dřevěné peletky	
<input type="checkbox"/> Zemní plyn	<input checked="" type="checkbox"/> Elektřina	
<input type="checkbox"/> Soustava zásobování tepelnou energií (dálkové teplo): <i>podíl OZE:</i> <input type="checkbox"/> do 50% včetně, <input type="checkbox"/> nad 50% do 80%, <input type="checkbox"/> nad 80%		
<input checked="" type="checkbox"/> Energie okolního prostředí (např. sluneční energie) <i>účel:</i> <input checked="" type="checkbox"/> na vytápění, <input checked="" type="checkbox"/> pro přípravu teplé vody, <input type="checkbox"/> na výrobu elektrické energie		
<input type="checkbox"/> Jiná paliva nebo jiný typ zásobování:		
Druhy energie dodávané mimo budovu		
<input type="checkbox"/> Elektřina	<input type="checkbox"/> Teplo	<input checked="" type="checkbox"/> Žádné

## Informace o stavebních prvcích a konstrukcích a technických systémech

### A) stavební prvky a konstrukce

#### a.1) požadavky na součinitel prostupu tepla

Konstrukce obálky budovy (ZÓNA Z1)	Plocha $A_j$	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce $b_j$	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$
		Vypočtená hodnota $U_j$	Referenční hodnota $U_{N,rq,j}$	Splněno		
	[m <sup>2</sup> ]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	(ANO/NE)	[-]	[W/K]
STN-1 1-EXT Vnější stěna	303,6	0,16	-	-	1,00	48,57
STN-2 1-EXT Vnější stěna - sokl	12,8	0,15	-	-	1,00	1,92
PDL-7 1-EXT Podlaha nad venkovním prostorem	7,9	0,14	-	-	1,00	1,10
STR-11 1-EXT Střecha plochá	73,8	0,16	-	-	1,00	11,81
VYP-12 1-EXT Vchodové dveře SZ	4,9	1,10	-	-	1,00	5,35
VYP-13 1-EXT Vchodové dveře JV	4,9	1,10	-	-	1,00	5,35
VYP-15 1-EXT Okna SZ	4,0	0,78	-	-	1,00	3,12
VYP-16 1-EXT Okna SV	3,9	0,78	-	-	1,00	3,03
VYP-17 1-EXT Okna JV	15,5	0,78	-	-	1,00	12,09
VYP-18 1-EXT Okna JZ	18,8	0,78	-	-	1,00	14,69
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	-	-	-	-	-	9,00
PDL(z)-5 1-ZEM Podlaha na terénu	141,7	0,18	-	-	0,81	20,21
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	-	-	-	-		2,83
STN-3 1-2 Stěna přilehlá k nevyt. prostoru	14,2	0,22	-	-	0,79	2,47

PDL-8	1-2						
Podlaha nad nevytápěným prostorem		74,7	0,16	-	-	0,79	9,46
VYP-19	1-2						
Dveře vnitřní		1,8	1,70	-	-	0,79	2,45
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)]		-	-	-	-	-	1,44
STR-10	1-3						
Strop pod nevytápěným prostorem (půdou)		150,4	0,18	-	-	0,98	26,44
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)]		-	-	-	-	-	2,94
<b>Celkem</b>		<b>832,7</b>	-	-	-	-	<b>184,27</b>

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě požadavku na energetickou náročnost budovy podle §6 odst. 2 písm. c).

Konstrukce nevytápěného prostoru (NEVYTÁPĚNÝ PROSTOR Z2)	Plocha A <sub>j</sub>	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce b <sub>j</sub>	Měrná ztráta prostupem tepla H <sub>T,j</sub>
		Vypočtená hodnota U <sub>j</sub>	Referenční hodnota U <sub>N,rq,j</sub>	Splněno		
		[m <sup>2</sup> ]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]		
STN-1	2-EXT					
Vnější stěna	92,8	0,16	-	-	1,00	14,84
STN-2	2-EXT					
Vnější stěna - sokl	7,4	0,15	-	-	1,00	1,11
VYP-14	2-EXT					
Garážová vrata	10,5	1,50	-	-	1,00	15,73
VYP-17	2-EXT					
Okna JV	3,0	0,78	-	-	1,00	2,34
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	-	-	-	-	-	2,27
PDL(z)-6	2-ZEM					
Podlaha na terénu v nevyt. prostoru	74,7	0,41	-	-	0,65	19,49
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	-	-	-	-		1,49
STN-3	2-1					
Stěna přilehlá k nevyt. prostoru	14,2	0,22	-	-	-0,79	-2,47

PDL-8	2-1						
Podlaha nad nevytápěným prostorem		74,7	0,16	-	-	-0,79	-9,46
VYP-19	2-1						
Dveře vnitřní		1,8	1,70	-	-	-0,79	-2,45
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)]		-	-	-	-	-	-1,44
<b>Celkem</b>		<b>279,0</b>	-	-	-	-	<b>41,46</b>

Konstrukce nevytápěného prostoru (NEVYTÁPĚNÝ PROSTOR Z3)	Plocha $A_j$	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce $b_j$	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$	
		Vypočtená hodnota $U_j$	Referenční hodnota $U_{N,R,j}$	Splněno			
	[m <sup>2</sup> ]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	(ANO/NE)	[-]	[W/K]	
STN-4	3-EXT						
Štítová stěna půdy		15,1	2,29	-	-	1,00	34,58
STR-9	3-EXT						
Střecha šikmá		171,2	7,11	-	-	1,00	1 217,18
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)]		-	-	-	-	-	3,73
STR-10	3-1						
Strop pod nevytápěným prostorem (půdou)		150,4	0,18	-	-	-0,98	-26,44
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)]		-	-	-	-	-	-2,94
<b>Celkem</b>		<b>336,7</b>	-	-	-	-	<b>1 226,10</b>

## a.2) požadavky na průměrný součinitel prostupu tepla

Zóna	Převažující návrhová vnitřní teplota $\theta_{im,j}$	Objem zóny $V_j$	Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla zóny $U_{em,R,j}$
	[°C]	[m <sup>3</sup> ]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]
zóna 1 - Obytný vytápěný a nuceně větraný prostor	20,0	1008,06	0,27



Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	Vypočtená hodnota $U_{em} (U_{em} = H_T/A)$	Referenční hodnota $U_{em,R} (U_{em,R} = \Sigma(V_j \cdot U_{em,R,j})/V)$	Splněno
	[W/(m²K)]	[W/(m²K)]	(ANO/NE)
Budova celkem	0,22	0,27	ANO

**Poznámka:** Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy, budovy s téměř nulovou spotřebou energie a u větší změny dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a) a písm.b).

## B) technické systémy

### b.1.a) vytápění

Hodnocená budova/zóna	Typ zdroje	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na vytápění	Jmenovitý tepelný výkon	Účinnost výroby energie zdrojem tepla <sup>2)</sup> $\eta_{H,gen} / COP_{H,gen}$	Účinnost distribuce energie na vytápění $\eta_{H,dis}$	Účinnost sdílení energie na vytápění $\eta_{H,em}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[%] / [-]	[%]	[%]
Referenční budova	x <sup>1)</sup>	x	x	x	80 / -	85	80
Z1	TČ 1	elektrická energie	95	8.20	- / 2,43	89	92
		Slunce, energie prostředí					
	K 2	elektrická energie	5	6	94 / -		

**Poznámka:** <sup>1)</sup> symbol x znamená, že není nastaven požadavek na referenční hodnotu,

<sup>2)</sup> v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

### b.1.b) požadavky na účinnost technického systému k vytápění

Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Účinnost výroby energie zdrojem tepla $\eta_{H,gen}$ nebo $COP_{H,gen}$	Účinnost výroby energie referenčního zdroje tepla $\eta_{H,gen,rq}$ nebo $COP_{H,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[%] nebo [-]	[%] nebo [-]	(ANO/NE)
Z1	TČ 1 - Tepelné čerpadlo	3,10	-	-
Z1	K 2 - Elektrická topná tyč v hydraulické jednotce TČ	94	-	-

**Poznámka:** Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

### b.2.a) chlazení

Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na chlazení	Jmenovitý chladič výkon	Chladič faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Účinnost distribuce energie na chlazení $\eta_{C,dis}$	Účinnost sdílení energie na chlazení $\eta_{C,em}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[-]	[%]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	-	-	-

### b.2.b) požadavky na účinnost technického systému k chlazení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému chlazení	Chladič faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Chladič faktor referenčního zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[-]	[-]	(ANO/NE)

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

### b.3.) větrání

Hodnocená budova / zóna	Typ větracího systému	Energonositel	Tepelný výkon	Chladič výkon	Pokrytí dílčí potřeby energie na větrání	Jmenovitý elektrický příkon systému větrání	Jmenovitý objemový průtok větracího vzduchu	Měrný příkon ventilátoru systému nuceného větrání SFP <sub>ahu</sub>
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[m <sup>3</sup> /h]	[Ws/m <sup>3</sup> ]
Referenční budova	x	x	x	x	x	x	x	1750
Z1	VZT 1 - přívodně odvodní	elektrina	1,70		100	0,116	300	1 392

### b.4.a) úprava vlhkosti vzduchu - vlhčení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému vlhčení	Energonositel	Jmenovitý elektrický příkon	Jmenovitý tepelný výkon	Pokrytí dílčí dodané energie na úpravu vlhkosti	Účinnost zdroje úpravy vlhkosti systému vlhčení $\eta_{RH+,gen}$
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	x	70
Z1	-	-	-	-	-	-

#### b.4.b) úprava vlhkosti vzduchu - odvlhčení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému odvlhčení	Energonositel	Jmenovitý elektrický příkon	Jmenovitý tepelný výkon	Pokrytí dílčí potřeby energie na úpravu odvlhčení	Jmenovitý chladicí výkon	Účinnost zdroje úpravy vlhkosti systému odvlhčení $\eta_{RH,gen}$
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	x	x	65
Z1	-	-	-	-	-	-	-

#### b.5.a) příprava teplé vody (TV)

Hodnocená budova / zóna	Systém přípravy TV v budově	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na přípravu teplé vody	Jmenovitý příkon pro ohřev TV	Objem zásobníku TV	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen} / COP_{W,gen}^{2)}$	Měrná tepelná ztráta zásobníku teplé vody vztážená k objemu zásobníku v litrech $Q_{W,st}$	Měrná tepelná ztráta rozvodů teplé vody vztážená k délce rozvodů teplé vody $Q_{W,dis}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[litry]	[%] / [-]	[kWh/(l den)]	[kWh/(m den)]
Referenční budova	x <sup>1)</sup>	x	x	x	x	85 / -	0,0070 (0,0050)	0,1500
TV 1 (Z1)	TV <sub>sys</sub> -1	elektrická energie	90 - 0.9 * STS <sub>1</sub>	TČ-1 [8,20]	352.00	TČ-1 [-/2,43]	0.0056	0.1500
		Slunce, energie prostředí						
		elektrická energie	10 - 0.1 * STS <sub>1</sub>	K-2 [6]		K-2 [94/-]		
		Slunce, energie prostředí	STS <sub>1</sub>	STS <sub>1</sub> [-]		STS <sub>1</sub> [-]		

Poznámka: <sup>1)</sup> symbol **x** znamená, že není nastaven požadavek na referenční hodnotu,

<sup>2)</sup> v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

### b.5.b) požadavky na účinnost technického systému k přípravě teplé vody

Hodnocená budova / zóna	Typ systému k přípravě teplé vody	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen}$ nebo $COP_{W,gen}$	Účinnost referenčního zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen,rq}$ nebo $COP_{W,gen}$	Požadavek splněn
		(-)	[%] nebo [-]	[%] nebo [-]
TV 1 (Z1)	TČ 1 - Tepelné čerpadlo	3,10	-	-
TV 1 (Z1)	K 2 - Elektrická topná tyč v hydraulické jednotce TČ	94	-	-

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

### b.6) osvětlení

Hodnocená budova / zóna	Typ osvětlovací soustavy	Pokrytí dílčí potřeby energie na osvětlení	Celkový elektrický příkon osvětlení budovy	Průměrný měrný příkon pro osvětlení vztažený k osvětlenosti zóny $P_{L,lx}$
				(-)
<b>Referenční budova</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>0,05</b>
Zóna 1	LED osvětlení	100,0	$P_n = 0,259$	0,027
Zóna 2	LED osvětlení	100,0	$P_n = 0,086$	0,030

### Energetická náročnost hodnocené budovy

#### a) seznam uvažovaných zón a dílčí dodané energie v budově

Hodnocená budova/zóna	Vytápěná $EP_H$	Chlazení $EP_C$	Nucené větrání $EP_F$		Příprava teplé vody $EP_W$	Osvětlení $EP_L$	Výroba z OZE nebo kombinované výroby elektřiny a tepla	
			Bez úpravy vlhčení	S úpravou vlhčení			Pro budovu	i dodávku mimo budovu
Z1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Z2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Z3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

## b) dílčí dodané energie

ř.	R <sup>k</sup>		[kWh/rok]	Vytápění		Chlazení		Větrání		Úprava vlhkosti vzduchu		Příprava teplé vody		Osvětlení	
				Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova
(1)	Potřeba energie	[kWh/rok]		17 117	12 931	0,00	0,00	-	-	0,00	0,00	2 612,3	2 612,3	-	-
(2)	Vypočtená spotřeba energie	[kWh/rok]		31 465	15 843	0,00	0,00	342,95	272,79	0,00	0,00	5 761,0	4 733,1	966,94	505,14
(3)	Pomocná energie	[kWh/rok]		261,15	442,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31,26	100,83	-	-
(4)	Dílčí dodaná energie (ř.4) = (ř.2) + (ř.3)	[kWh/rok]		31 726	16 285	0,00	0,00	342,95	272,79	0,00	0,00	5 792,3	4 834,0	966,94	505,14
(5)	Měrná dílčí dodaná energie na celkovou energeticky vztahnou plochu (ř.4) / m <sup>2</sup>	[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]		108,63	55,76	0,00	0,00	1,17	0,93	0,00	0,00	19,83	16,55	3,31	1,73

**c) výrobná energie umístěná v budově, na budově nebo pomocných objektech**

Typ výroby	Využitelnost vyrobené energie	Vyrobená energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
jednotky		[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
Kogenerační jednotka EP <sub>CHP</sub> teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Kogenerační jednotka EP <sub>CHP</sub> elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Fotovoltaické panely EP <sub>PV</sub> elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Solární termické systémy Q <sub>H,SC,sys</sub> teplo: STS 1	Budova	2 188,3	1,0	0,0	2 188,3	0,00
	Dodávka mimo budovu	-	-	-	-	-
Jiné	Budova					
	Dodávka mimo budovu					

**d) rozdělení dílčích dodaných energií, celkové primární energie a neobnovitelné primární energie podle energonositelů**

Ergonositel	Dílčí vypočtená spotřeba energie / Pomocná energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
	[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
elektrická energie	9 555,40	3,2	3,0	30 577,27	28 666,19
Slunce, energie prostředí	12 341,83	1,0	0,0	12 341,83	0,00
<b>Celkem</b>	<b>21 897,22</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>42 919,09</b>	<b>28 666,19</b>

**e) požadavek na celkovou dodanou energii**

(6)	Referenční budova	[kWh/rok]	38 828,39	Splněno (ANO/NE)	ANO
(7)	Hodnocená budova		21 897,22		
(8)	Referenční budova	[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	132,94		
(9)	Hodnocená budova		74,97		

### f) požadavek na neobnovitelnou primární energii

(10)	Referenční budova	[kWh/rok]	34 346,99	Splněno (ANO/NE)	ANO
(11)	Hodnocená budova		28 666,19		
(12)	Referenční budova (ř.10 / m <sup>2</sup> )	[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	117,60		
(13)	Hodnocená budova (ř.11 / m <sup>2</sup> )		98,15		

### g) primární energie hodnocené budovy

(14)	Celková primární energie	[kWh/rok]	42 919,09
(15)	Obnovitelná primární energie (ř.14-ř.11)	[kWh/rok]	14 252,91
(16)	Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie (ř.15 / ř.14 x 100)	[%]	33,21

### **Analýza technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie u nových budov a u větší změny dokončených budov**

Posouzení proveditelnosti				
Alternativní systémy	Místní systémy dodávky energie využívající energii z OZE	Kombinovaná výroba elektřiny a tepla	Soustava zásobování tepelnou energií	Tepelné čerpadlo
Technická proveditelnost	ANO	NE	NE	ANO
Ekonomická proveditelnost	ANO	NE	NE	ANO
Ekologická proveditelnost	ANO	NE	NE	ANO
<b>Doporučení k realizaci a zdůvodnění</b>	Ve výchozím stavu je již navržena solární soustava pro ohřev TUV a tepelné čerpadlo. Nedoporučuji žádná další opatření.			
<b>Datum zpracování analýzy</b>	2.1.2020			
<b>Zpracovatel analýzy</b>	Bc. Leona Horáčková			
<b>Energetický posudek</b>	povinnost vypracovat energetický posudek			NE
	energetický posudek je součástí analýzy			NE
	datum vypracování energetického posudku			-
	zpracovatel energetického posudku			-

## Stanovení doporučených opatření pro snížení energetické náročnosti budovy

Popis opatření	Předpokládaná dodaná energie	Předpokládaná úspora celkové dodané energie	Předpokládaná úspora neobnovitelné primární energie
	[MWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
<i>Stavební prvky a konstrukce budovy:</i>			
-	-	-	-
<i>Technické systémy budovy:</i>			
vytápění	-	-	-
chlazení	-	-	-
větrání	-	-	-
úprava vlhkosti vzduchu	-	-	-
příprava teplé vody	-	-	-
osvětlení	-	-	-
<i>Obsluha a provoz systémů budovy:</i>			
-	-	-	-
<i>Ostatní - uveďte jaké:</i>			
-	-	-	-
<b>Celkově</b>	<b>21,90</b>	-	-

### Posouzení vhodnosti doporučených opatření

Opatření	Stavební prvky a konstrukce budovy	Technické systémy budovy	Obsluha a provoz systémů budovy	Ostatní - uvést jaké
Technická vhodnost	-	-	-	-
Funkční vhodnost	-	-	-	-
Ekonomická vhodnost	-	-	-	-
<b>Doporučení k realizaci a zdůvodnění</b>				
<b>Datum vypracování doporučených opatření</b>				
<b>Zpracovatel navržených doporučených opatření</b>				
<b>Energetický posudek</b>	Energetický posudek je součástí posouzení navržených doporučených opatření			-
	Datum vypracování energetického posudku			
	Zpracovatel energetického posudku			



## Závěrečné hodnocení energetického specialisty

<b>Nová budova nebo budova s téměř nulovou spotřebou energie</b>	
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 1	ANO
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	A
<b>Větší změna dokončené budovy nebo jiná změna dokončené budovy</b>	
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. a)	-
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. b)	-
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. c)	-
- Plnění požadavků na energetickou náročnost budovy se nevyžaduje	-
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
<b>Budova užívaná orgánem veřejné moci</b>	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
<b>Prodej nebo pronájem budovy nebo její části</b>	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
<b>Jiný účel zpracování průkazu</b>	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-

## Identifikační údaje energetického specialisty, který zpracoval průkaz

Jméno a příjmení	
Číslo oprávnění MPO	
Podpis energetického specialisty	

## Datum vypracování průkazu

Datum vypracování průkazu	2.1.2020
---------------------------	----------

## Zdroj informací

Zdroj informací	<a href="https://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis/i-ekis/">https://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis/i-ekis/</a>
-----------------	---

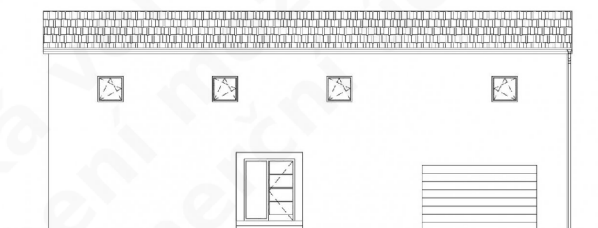
# Průkaz energetické náročnosti budovy

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií  
vyhlášky č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov ve znění  
pozdějších předpisů

---

Rodinný dům v Jinačovicích

66434, Jinačovice  
katastrální území Jinačovice  
[660272]  
parc. č. 110, 111



## Energetický specialista

Číslo oprávnění:

**Evidenční číslo**

XXXX

**Datum vydání**

2.1.2020

**Verze dokumentu**

## 1. SEZNAM PODKLADŮ

Stavební dokumentace:

- půdorys 1.NP
- půdorys 2.NP
- řez objektem
- situace

## 2. STRUČNÝ POPIS BUDOVY

Jedná se o dvoupodlažní nepodsklepenou novostavbu rodinného domu s vestavěnou garáží. Objekt bude umístěn na okraji obce Jinačovice.

Budova je navržena z vápenopáskových tvárníc systému Sendwix s kontaktním zateplovacím systémem.

## 3. STRUČNÝ POPIS TECHNICKÉHO ZAŘÍZENÍ BUDOVY

Hlavním zdrojem pro vytápění bude tepelné čerpadlo typu vzduch/voda Vaillant aroTHERM VWL 115/2 A 230 V konstruované jako monoblok. Uvnitř objektu v technické místnosti bude instalována hydraulická jednotka s elektrickou dohřívací topnou tyčí s výkonem 6 kW. Pro plynulý provoz tepelného čerpadla bude v objektu umístěna taktovací nádrž UKV 300 o objemu 316 l. Pro ohřev TUV bude sloužit nepřímotopný zásobník OKC 400 NTRR/HP/SOL o objemu 352 l napojený na tepelné čerpadlo a termický solární systém. Objekt bude nuceně větrán rovnotlakým systémem s rekuperací. Instalována bude VZT jednotka Dupex 300 Easy.

## 4. DOPLŇJÍCÍ ÚDAJE

### 5. NAVRHOVANÁ OPATŘENÍ

#### 5.1 Stavební prvky a konstrukce:

*V této kategorii není navrhováno žádné opatření.*

#### 5.2 Technické systémy budovy:

*V této kategorii není navrhováno žádné opatření.*

#### 5.3 Obsluha a provoz systémů:

*V této kategorii není navrhováno žádné opatření.*

#### 5.4 Ostatní:

*V této kategorii není navrhováno žádné opatření.*

#### 5.5 Doporučení k realizaci a zdůvodnění

# PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: , k.ú. **660272, p.č. 110, 111**

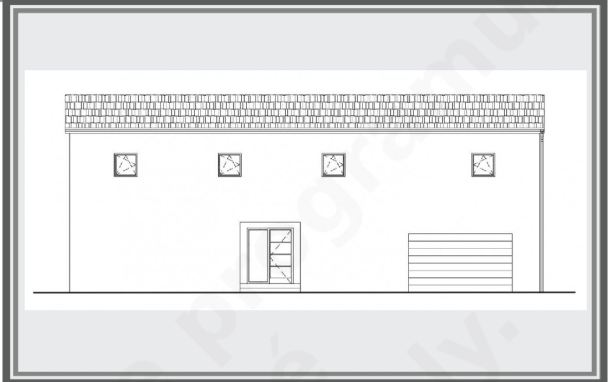
PSČ, místo: **66434, Jinačovice**

Typ budovy: **Rodinný dům**

Plocha obálky budovy: **833.91** m<sup>2</sup>

Objemový faktor tvaru A/V: **0.83** m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>

Celková energeticky vztažná plocha: **292.77** m<sup>2</sup>

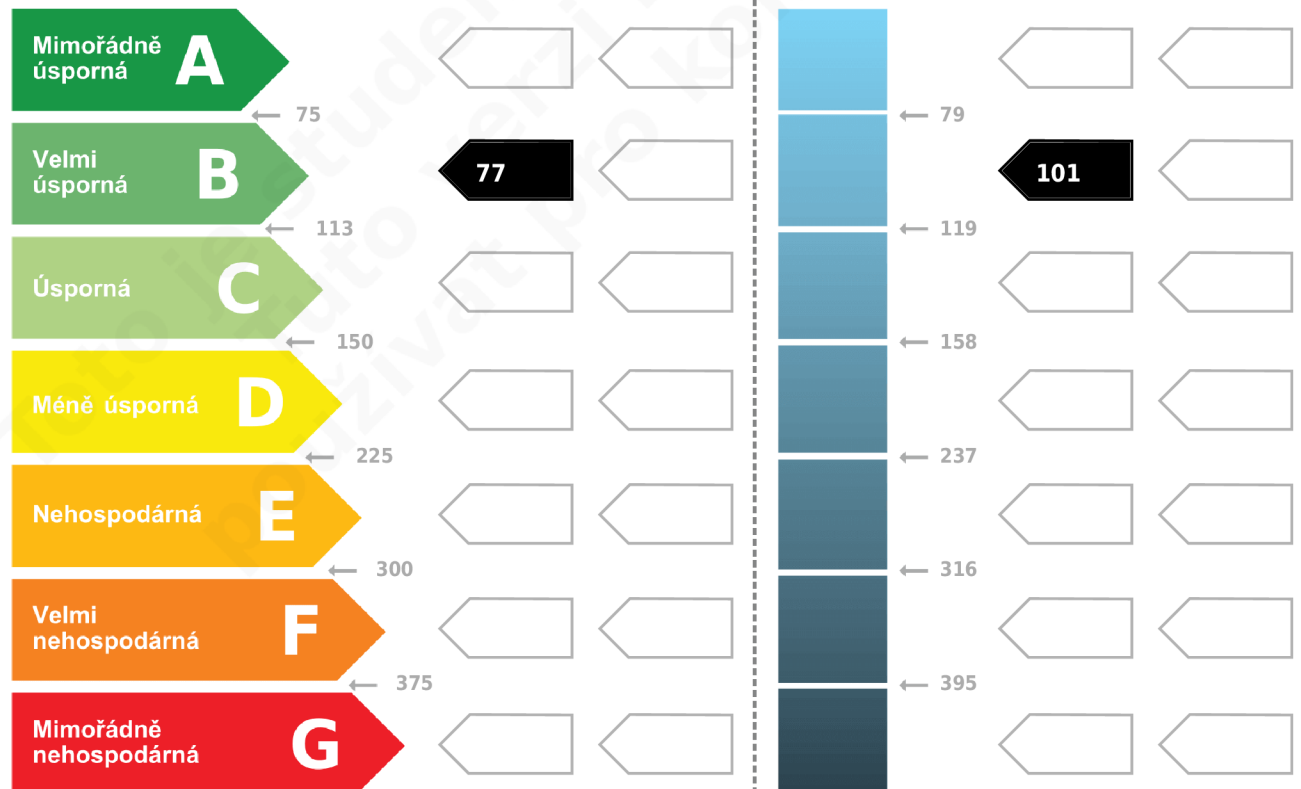


## ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

**Celková dodaná energie**  
(Energie na vstupu do budovy)

**Neobnovitelná primární energie**  
(Vliv provozu budovy na životní prostředí)

Měrné hodnoty kWh/(m<sup>2</sup>·rok)



Hodnoty pro celou budovu  
MWh/rok

**22.6**

**29.6**

## DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

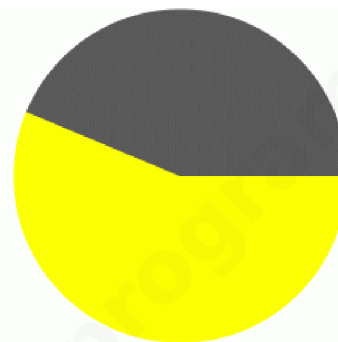
Opatření pro	Stanovena
Vnější stěny:	<input type="checkbox"/>
Okna a dveře:	<input type="checkbox"/>
Střechu:	<input type="checkbox"/>
Podlahu:	<input type="checkbox"/>
Vytápění:	<input type="checkbox"/>
Chlazení/klimatizaci:	<input type="checkbox"/>
Větrání:	<input type="checkbox"/>
Přípravu teplé vody:	<input type="checkbox"/>
Osvětlení:	<input type="checkbox"/>
Jiné:	<input type="checkbox"/>

Popis opatření je v protokolu průkazu a vyhodnocení jejich dopadu na energetickou náročnost je znázorněno šipkou

Doporučení

## PODÍL ENERGOZDROJŮ NA DODANÉ ENERGI

Hodnoty pro celou budovu [MWh/rok]



■ Slunce, energie prostředí: 12.7  
■ elektrická energie: 9.9

## UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení	
	$U_{em}$ W/(m <sup>2</sup> ·K)	Dílčí dodané energie					Měrné hodnoty	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Mimořádně úsporná								
<b>A</b>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<b>B</b>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<b>C</b>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<b>D</b>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<b>E</b>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<b>F</b>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<b>G</b>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Mimořádně neekonomická								
<b>Hodnoty pro celou budovu</b>	<b>16.9</b>	<b>57.8</b>	<b>0.3</b>	<b>0.94</b>	<b>16.5</b>	<b>4.8</b>	<b>1.7</b>	
MWh/rok								

Zpracovatel: .....

Osvědčení č.: .....

Kontakt: **63500, Brno**

Vyhotoveno dne: **2.1.2020**

Podpis: .....

## PROTOKOL PRŮKAZU

Identifikační číslo dokumentu:

Evidenční číslo z databáze ENEX:

XXXX

### Účel zpracování průkazu

<input checked="" type="checkbox"/> Nová budova	<input type="checkbox"/> Budova užívaná orgánem veřejné moci
<input type="checkbox"/> Prodej budovy nebo její části	<input type="checkbox"/> Pronájem budovy nebo její části
<input type="checkbox"/> Větší změna dokončené budovy	
<input type="checkbox"/> Jiný účel zpracování:	

### Základní informace o hodnocené budově

Identifikační údaje budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Jinačovice, , 66434
Katastrální území:	660272
Parcelní číslo:	110, 111
Datum uvedení budovy do provozu (nebo předpokládané datum uvedení do provozu):	2021
Vlastník nebo stavebník:	Petra Němcová
Adresa:	Kotlářská 258/19 60200 Brno
IČ:	
Tel./e-mail:	Petra Němcová 737 608 351 / petranemcova@gmail.com

Typ budovy		
<input checked="" type="checkbox"/> Rodinný dům	<input type="checkbox"/> Bytový dům	<input type="checkbox"/> Budova pro ubytování a stravování
<input type="checkbox"/> Administrativní budova	<input type="checkbox"/> Budova pro zdravotnictví	<input type="checkbox"/> Budova pro vzdělávání
<input type="checkbox"/> Budova pro sport	<input type="checkbox"/> Budova pro obchodní účely	<input type="checkbox"/> Budova pro kulturu
<input type="checkbox"/> Jiné druhy budovy:		

Geometrické charakteristiky budovy		
Parametr	jednotky	hodnota
Objem budovy V (objem částí budovy s upravovaným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy)	[m <sup>3</sup> ]	1 010,6
Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m <sup>2</sup> ]	833,9
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ]	0,83
Celková energeticky vztažná plocha budovy A <sub>c</sub>	[m <sup>2</sup> ]	292,8

Druhy energie (energonositelé) užívané v budově		
<input type="checkbox"/> Hnědé uhlí	<input type="checkbox"/> Černé uhlí	
<input type="checkbox"/> Topný olej	<input type="checkbox"/> Propan-butan/LPG	
<input type="checkbox"/> Kusové dřevo, dřevní štěpka	<input type="checkbox"/> Dřevěné peletky	
<input type="checkbox"/> Zemní plyn	<input checked="" type="checkbox"/> Elektřina	
<input type="checkbox"/> Soustava zásobování tepelnou energií (dálkové teplo): <i>podíl OZE:</i> <input type="checkbox"/> do 50% včetně, <input type="checkbox"/> nad 50% do 80%, <input type="checkbox"/> nad 80%		
<input checked="" type="checkbox"/> Energie okolního prostředí (např. sluneční energie) <i>účel:</i> <input checked="" type="checkbox"/> na vytápění, <input checked="" type="checkbox"/> pro přípravu teplé vody, <input type="checkbox"/> na výrobu elektrické energie		
<input type="checkbox"/> Jiná paliva nebo jiný typ zásobování:		
Druhy energie dodávané mimo budovu		
<input type="checkbox"/> Elektřina	<input type="checkbox"/> Teplo	<input checked="" type="checkbox"/> Žádné

## Informace o stavebních prvcích a konstrukcích a technických systémech

### A) stavební prvky a konstrukce

#### a.1) požadavky na součinitel prostupu tepla

Konstrukce obálky budovy (ZÓNA Z1)	Plocha $A_j$	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce $b_j$	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$
		Vypočtená hodnota $U_j$	Referenční hodnota $U_{N,rq,j}$	Splněno		
	[m <sup>2</sup> ]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	(ANO/NE)	[-]	[W/K]
STN-1 1-EXT Vnější stěna	311,1	0,17	-	-	1,00	52,89
STN-3 1-EXT Vnější stěna - sokl	6,4	0,16	-	-	1,00	1,03
PDL-8 1-EXT Podlaha nad venkovním prostorem	7,9	0,14	-	-	1,00	1,10
STR-12 1-EXT Střecha plochá	73,8	0,16	-	-	1,00	11,81
VYP-13 1-EXT Vchodové dveře SZ	4,9	1,10	-	-	1,00	5,35
VYP-14 1-EXT Vchodové dveře JV	4,9	1,10	-	-	1,00	5,35
VYP-16 1-EXT Okna SZ	4,0	0,78	-	-	1,00	3,12
VYP-17 1-EXT Okna SV	3,9	0,78	-	-	1,00	3,03
VYP-18 1-EXT Okna JV	15,5	0,78	-	-	1,00	12,09
VYP-19 1-EXT Okna JZ	18,8	0,78	-	-	1,00	14,69
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	-	-	-	-	-	9,02
PDL(z)-6 1-ZEM Polaha na terénu	142,4	0,18	-	-	0,81	20,32
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	-	-	-	-		2,85
STN-4 1-2 Stěna přilehlá k nevyt. prostoru	14,2	0,23	-	-	0,79	2,58



PDL-9 1-2 Podlaha nad nevyt. prostorem	74,0	0,15	-	-	0,79	8,78
VYP-20 1-2 Dveře vnitřní	1,8	1,70	-	-	0,79	2,45
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	-	-	-	-	-	1,42
STR-11 1-3 Strop pod nevyt. prostorem (půdou)	150,4	0,18	-	-	0,98	26,43
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	-	-	-	-	-	2,94
<b>Celkem</b>	<b>833,9</b>	-	-	-	-	<b>187,24</b>

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě požadavku na energetickou náročnost budovy podle §6 odst. 2 písm. c).

Konstrukce nevytápěného prostoru (NEVYTÁPĚNÝ PROSTOR Z2)	Plocha $A_j$	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce $b_j$	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$
		Vypočtená hodnota $U_j$	Referenční hodnota $U_{n,rq,j}$	Splněno		
	[m <sup>2</sup> ]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	(ANO/NE)	[-]	[W/K]
STN-1 2-EXT Vnější stěna	36,1	0,17	-	-	1,00	6,13
STN-2 2-EXT Vnější stěna (garáž)	60,2	0,11	-	-	1,00	6,62
STN-3 2-EXT Vnější stěna - sokl	3,9	0,16	-	-	1,00	0,62
VYP-15 2-EXT Garážová vrata	10,5	1,50	-	-	1,00	15,73
VYP-18 2-EXT Okna JV	3,0	0,78	-	-	1,00	2,34
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	-	-	-	-	-	2,27
PDL(z)-7 2-ZEM Podlaha na terénu nevyt. prostoru	74,0	0,41	-	-	0,65	19,35
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	-	-	-	-		1,48
STN-4 2-1 Stěna přilehlá k nevyt. prostoru	14,2	0,23	-	-	-0,79	-2,58

PDL-9	2-1						
Podlaha nad nevyt. prostorem		74,0	0,15	-	-	-0,79	-8,78
VYP-20	2-1						
Dveře vnitřní		1,8	1,70	-	-	-0,79	-2,45
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)]		-	-	-	-	-	-1,42
<b>Celkem</b>		<b>277,6</b>	-	-	-	-	<b>39,32</b>

Konstrukce nevytápěného prostoru (NEVYTÁPĚNÝ PROSTOR Z3)	Plocha $A_j$	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce $b_j$	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$	
		Vypočtená hodnota $U_j$	Referenční hodnota $U_{N,rq,j}$	Splněno			
	[m <sup>2</sup> ]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	(ANO/NE)	[-]	[W/K]	
STN-5	3-EXT						
Štítová stěna půdy		15,1	0,18	-	-	1,00	2,72
STR-10	3-EXT						
Střecha šikmá		171,2	7,11	-	-	1,00	1 217,18
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)]		-	-	-	-	-	3,73
STR-11	3-1						
Strop pod nevyt. prostorem (půdou)		150,4	0,18	-	-	-0,98	-26,43
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)]		-	-	-	-	-	-2,94
<b>Celkem</b>		<b>336,7</b>	-	-	-	-	<b>1 194,25</b>

## a.2) požadavky na průměrný součinitel prostupu tepla

Zóna	Převažující návrhová vnitřní teplota $\theta_{im,j}$	Objem zóny $V_j$	Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla zóny $U_{em,R,j}$
	[°C]	[m <sup>3</sup> ]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]
zóna 1 - Obytný vytápěný a nuceně větraný prostor	20,0	1010,61	0,27

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	Vypočtená hodnota $U_{em} (U_{em} = H_T/A)$	Referenční hodnota $U_{em,R} (U_{em,R} = \Sigma(V_j \cdot U_{em,R,j})/V)$	Splněno
	[W/(m²K)]	[W/(m²K)]	(ANO/NE)
Budova celkem	0,22	0,27	ANO

**Poznámka:** Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy, budovy s téměř nulovou spotřebou energie a u větší změny dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a) a písm. b).

## B) technické systémy

### b.1.a) vytápění

Hodnocená budova/zóna	Typ zdroje	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na vytápění	Jmenovitý tepelný výkon	Účinnost výroby energie zdrojem tepla <sup>2)</sup> $\eta_{H,gen} / COP_{H,gen}$	Účinnost distribuce energie na vytápění $\eta_{H,dis}$	Účinnost sdílení energie na vytápění $\eta_{H,em}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[%] / [-]	[%]	[%]
Referenční budova	x <sup>1)</sup>	x	x	x	80 / -	85	80
Z1	TČ 1	elektrická energie	95	8.20	- / 2,43	89	92
		Slunce, energie prostředí					
	K 2	elektrická energie	5	6	94 / -		

**Poznámka:** <sup>1)</sup> symbol x znamená, že není nastaven požadavek na referenční hodnotu,

<sup>2)</sup> v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

### b.1.b) požadavky na účinnost technického systému k vytápění

Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Účinnost výroby energie zdrojem tepla $\eta_{H,gen}$ nebo $COP_{H,gen}$	Účinnost výroby energie referenčního zdroje tepla $\eta_{H,gen,rq}$ nebo $COP_{H,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[%] nebo [-]	[%] nebo [-]	(ANO/NE)
Z1	TČ 1 - Tepelné čerpadlo	3,10	-	-
Z1	K 2 - Elektrická topná tyč v hydraulické jednotce TČ	94	-	-

**Poznámka:** Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

### b.2.a) chlazení

Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na chlazení	Jmenovitý chladicí výkon	Chladicí faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Účinnost distribuce energie na chlazení $\eta_{C,dis}$	Účinnost sdílení energie na chlazení $\eta_{C,em}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[-]	[%]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	-	-	-

### b.2.b) požadavky na účinnost technického systému k chlazení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému chlazení	Chladicí faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Chladicí faktor referenčního zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[-]	[-]	(ANO/NE)

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

### b.3.) větrání

Hodnocená budova / zóna	Typ větracího systému	Energonositel	Tepelný výkon	Chladicí výkon	Pokrytí dílčí potřeby energie na větrání	Jmenovitý elektrický příkon systému větrání	Jmenovitý objemový průtok větracího vzduchu	Měrný příkon ventilátoru systému nuceného větrání SFP <sub>ahu</sub>
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[m <sup>3</sup> /h]	[Ws/m <sup>3</sup> ]
Referenční budova	x	x	x	x	x	x	x	1750
Z1	VZT 1 - přívodně odvodní	elektrina	1,70		100	0,116	300	1 392

### b.4.a) úprava vlhkosti vzduchu - vlhčení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému vlhčení	Energonositel	Jmenovitý elektrický příkon	Jmenovitý tepelný výkon	Pokrytí dílčí dodané energie na úpravu vlhkosti	Účinnost zdroje úpravy vlhkosti systému vlhčení $\eta_{RH+,gen}$
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	x	70
Z1	-	-	-	-	-	-

#### b.4.b) úprava vlhkosti vzduchu - odvlhčení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému odvlhčení	Energonositel	Jmenovitý elektrický příkon	Jmenovitý tepelný výkon	Pokrytí dílčí potřeby energie na úpravu odvlhčení	Jmenovitý chladicí výkon	Účinnost zdroje úpravy vlhkosti systému odvlhčení $\eta_{RH,gen}$
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	x	x	65
Z1	-	-	-	-	-	-	-

#### b.5.a) příprava teplé vody (TV)

Hodnocená budova / zóna	Systém přípravy TV v budově	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na přípravu teplé vody	Jmenovitý příkon pro ohřev TV	Objem zásobníku TV	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen} / COP_{W,gen}^{2)}$	Měrná tepelná ztráta zásobníku teplé vody vztážená k objemu zásobníku v litrech $Q_{W,st}$	Měrná tepelná ztráta rozvodů teplé vody vztážená k délce rozvodů teplé vody $Q_{W,dis}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[litry]	[%] / [-]	[kWh/(lден)]	[kWh/(mden)]
Referenční budova	x <sup>1)</sup>	x	x	x	x	85 / -	0,0070 (0,0050)	0,1500
TV 1 (Z1)	TV <sub>sys</sub> -1	elektrická energie	90 - 0.9 * STS <sub>1</sub>	TČ-1 [8,20]	352.00	TČ-1 [-/2,43]	0.0056	0.1500
		Slunce, energie prostředí						
		elektrická energie	10 - 0.1 * STS <sub>1</sub>	K-2 [6]		K-2 [94/-]		
		Slunce, energie prostředí	STS <sub>1</sub>	STS <sub>1</sub> [-]		STS <sub>1</sub> [-]		

Poznámka: <sup>1)</sup> symbol **x** znamená, že není nastaven požadavek na referenční hodnotu,

<sup>2)</sup> v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

### b.5.b) požadavky na účinnost technického systému k přípravě teplé vody

Hodnocená budova / zóna	Typ systému k přípravě teplé vody	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen}$ nebo $COP_{W,gen}$	Účinnost referenčního zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen,rq}$ nebo $COP_{W,gen}$	Požadavek splněn  (ANO/NE)
		(-)	[%] nebo [-]	
TV 1 (Z1)	TČ 1 - Tepelné čerpadlo	3,10	-	-
TV 1 (Z1)	K 2 - Elektrická topná tyč v hydraulické jednotce TČ	94	-	-

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

### b.6) osvětlení

Hodnocená budova / zóna	Typ osvětlovací soustavy	Pokrytí dílčí potřeby energie na osvětlení	Celkový elektrický příkon osvětlení budovy	Průměrný měrný příkon pro osvětlení vztažený k osvětlenosti zóny $P_{L,lx}$
				(-)
<b>Referenční budova</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>0,05</b>
Zóna 1	LED osvětlení	100,0	$P_n = 0,261$	0,027
Zóna 2	LED osvětlení	100,0	$P_n = 0,085$	0,030

### Energetická náročnost hodnocené budovy

#### a) seznam uvažovaných zón a dílčí dodané energie v budově

Hodnocená budova/zóna	Vytápěná $EP_H$	Chlazení $EP_C$	Nucené větrání $EP_F$		Příprava teplé vody $EP_W$	Osvětlení $EP_L$	Výroba z OZE nebo kombinované výroby elektřiny a tepla	
			Bez úpravy vlhčení	S úpravou vlhčení			Pro budovu	i dodávku mimo budovu
Z1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Z2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Z3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

## b) dílčí dodané energie

ř.		[kWh/rok]	Vytápění		Chlazení		Větrání		Úprava vlhkosti vzduchu		Příprava teplé vody		Osvětlení	
			Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova
(1)	Potřeba energie	[kWh/rok]	17 118	13 453	0,00	0,00	-	-	0,00	0,00	2 616,7	2 616,7	-	-
(2)	Vypočtená spotřeba energie	[kWh/rok]	31 468	16 483	0,00	0,00	346,85	275,90	0,00	0,00	5 766,8	4 738,1	973,84	508,65
(3)	Pomocná energie	[kWh/rok]	260,92	453,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31,27	100,37	-	-
(4)	Dílčí dodaná energie (ř.4) = (ř.2) + (ř.3)	[kWh/rok]	31 729	16 937	0,00	0,00	346,85	275,90	0,00	0,00	5 798,1	4 838,4	973,84	508,65
(5)	Měrná dílčí dodaná energie na celkovou energeticky vztahnou plochu (ř.4) / m <sup>2</sup>	[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	108,37	57,85	0,00	0,00	1,18	0,94	0,00	0,00	19,80	16,53	3,33	1,74

**c) výrobná energie umístěná v budově, na budově nebo pomocných objektech**

Typ výroby	Využitelnost vyrobené energie	Vyrobena energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
jednotky		[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
Kogenerační jednotka EP <sub>CHP</sub> teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Kogenerační jednotka EP <sub>CHP</sub> elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Fotovoltaické panely EP <sub>PV</sub> elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Solární termické systémy Q <sub>H,SC,SYS</sub> teplo: STS 1	Budova	2 189,1	1,0	0,0	2 189,1	0,00
	Dodávka mimo budovu	-	-	-	-	-
Jiné	Budova					
	Dodávka mimo budovu					

**d) rozdělení dílčích dodaných energií, celkové primární energie a neobnovitelné primární energie podle energonositelů**

Energonositel	Dílčí vypočtená spotřeba energie / Pomocná energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
	[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
elektrická energie	9 858,58	3,2	3,0	31 547,45	29 575,73
Slunce, energie prostředí	12 700,95	1,0	0,0	12 700,95	0,00
<b>Celkem</b>	<b>22 559,53</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>44 248,40</b>	<b>29 575,73</b>

**e) požadavek na celkovou dodanou energii**

(6)	Referenční budova	[kWh/rok]	38 847,31	Splněno (ANO/NE)	ANO
(7)	Hodnocená budova		22 559,53		
(8)	Referenční budova	[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	132,69		
(9)	Hodnocená budova		77,06		



### f) požadavek na neobnovitelnou primární energii

(10)	Referenční budova	[kWh/rok]	34 377,18	Splněno (ANO/NE)	ANO
(11)	Hodnocená budova		29 575,73		
(12)	Referenční budova (ř.10 / m <sup>2</sup> )	[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	117,42		
(13)	Hodnocená budova (ř.11 / m <sup>2</sup> )		101,02		

### g) primární energie hodnocené budovy

(14)	Celková primární energie	[kWh/rok]	44 248,40
(15)	Obnovitelná primární energie (ř.14-ř.11)	[kWh/rok]	14 672,67
(16)	Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie (ř.15 / ř.14 x 100)	[%]	33,16

### **Analýza technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie u nových budov a u větší změny dokončených budov**

Posouzení proveditelnosti				
Alternativní systémy	Místní systémy dodávky energie využívající energii z OZE	Kombinovaná výroba elektřiny a tepla	Soustava zásobování tepelnou energií	Tepelné čerpadlo
Technická proveditelnost	ANO	NE	NE	ANO
Ekonomická proveditelnost	ANO	NE	NE	ANO
Ekologická proveditelnost	ANO	NE	NE	ANO
<b>Doporučení k realizaci a zdůvodnění</b>	Ve výchozím stavu je již navržena solární soustava pro ohřev TUV a tepelné čerpadlo. Nedoporučuji žádná další opatření.			
<b>Datum zpracování analýzy</b>	2.1.2020			
<b>Zpracovatel analýzy</b>	Bc. Leona Horáčková			
<b>Energetický posudek</b>	povinnost vypracovat energetický posudek			NE
	energetický posudek je součástí analýzy			NE
	datum vypracování energetického posudku			-
	zpracovatel energetického posudku			-

## Stanovení doporučených opatření pro snížení energetické náročnosti budovy

Popis opatření	Předpokládaná dodaná energie	Předpokládaná úspora celkové dodané energie	Předpokládaná úspora neobnovitelné primární energie
	[MWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
<i>Stavební prvky a konstrukce budovy:</i>			
-	-	-	-
<i>Technické systémy budovy:</i>			
vytápění	-	-	-
chlazení	-	-	-
větrání	-	-	-
úprava vlhkosti vzduchu	-	-	-
příprava teplé vody	-	-	-
osvětlení	-	-	-
<i>Obsluha a provoz systémů budovy:</i>			
-	-	-	-
<i>Ostatní - uveďte jaké:</i>			
-	-	-	-
<b>Celkově</b>	<b>22,56</b>	-	-

### Posouzení vhodnosti doporučených opatření

Opatření	Stavební prvky a konstrukce budovy	Technické systémy budovy	Obsluha a provoz systémů budovy	Ostatní - uvést jaké
Technická vhodnost	-	-	-	-
Funkční vhodnost	-	-	-	-
Ekonomická vhodnost	-	-	-	-
<b>Doporučení k realizaci a zdůvodnění</b>				
<b>Datum vypracování doporučených opatření</b>				
<b>Zpracovatel navržených doporučených opatření</b>				
<b>Energetický posudek</b>	Energetický posudek je součástí posouzení navržených doporučených opatření			-
	Datum vypracování energetického posudku			
	Zpracovatel energetického posudku			

## Závěrečné hodnocení energetického specialisty

<b>Nová budova nebo budova s téměř nulovou spotřebou energie</b>	
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 1	ANO
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	B
<b>Větší změna dokončené budovy nebo jiná změna dokončené budovy</b>	
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. a)	-
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. b)	-
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. c)	-
- Plnění požadavků na energetickou náročnost budovy se nevyžaduje	-
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
<b>Budova užívaná orgánem veřejné moci</b>	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
<b>Prodej nebo pronájem budovy nebo její části</b>	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
<b>Jiný účel zpracování průkazu</b>	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-

## Identifikační údaje energetického specialisty, který zpracoval průkaz

Jméno a příjmení	
Číslo oprávnění MPO	
Podpis energetického specialisty	

## Datum vypracování průkazu

Datum vypracování průkazu	2.1.2020
---------------------------	----------

## Zdroj informací

Zdroj informací	<a href="https://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis/i-ekis/">https://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis/i-ekis/</a>
-----------------	---

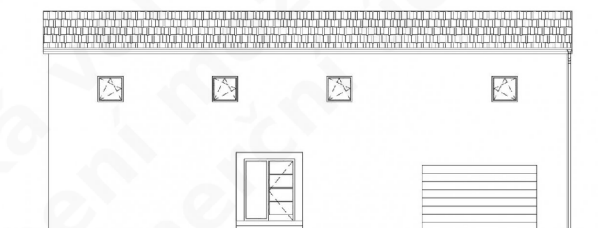
# Průkaz energetické náročnosti budovy

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií  
vyhlášky č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov ve znění  
pozdějších předpisů

---

Rodinný dům v Jinačovicích

66434, Jinačovice  
katastrální území Jinačovice  
[660272]  
parc. č. 110, 111



## Energetický specialista

Číslo oprávnění:

**Evidenční číslo**

XXXX

**Datum vydání**

2.1.2020

**Verze dokumentu**

## 1. SEZNAM PODKLADŮ

Stavební dokumentace:

- půdorys 1.NP
- půdorys 2.NP
- řez objektem
- situace

## 2. STRUČNÝ POPIS BUDOVY

Jedná se o dvoupodlažní nepodsklepenou novostavbu rodinného domu s vestavěnou garáží. Objekt bude umístěn na okraji obce Jinačovice.

Objekt je konstruován jako lehká dřevěná sloupková konstrukce.

## 3. STRUČNÝ POPIS TECHNICKÉHO ZAŘÍZENÍ BUDOVY

Hlavním zdrojem pro vytápění bude tepelné čerpadlo typu vzduch/voda Vaillant aroTHERM VWL 115/2 A 230 V konstruované jako monoblok. Uvnitř objektu v technické místnosti bude instalována hydraulická jednotka s elektrickou dohřívací topnou tyčí s výkonem 6 kW. Pro plynulý provoz tepelného čerpadla bude v objektu umístěna taktovací nádrž UKV 300 o objemu 316 l. Pro ohřev TUV bude sloužit nepřímotopný zásobník OKC 400 NTRR/HP/SOL o objemu 352 l napojený na tepelné čerpadlo a termický solární systém. Objekt bude nuceně větrán rovnotlakým systémem s rekuperací. Instalována bude VZT jednotka Dupex 300 Easy.

## 4. DOPLŇJÍCÍ ÚDAJE

### 5. NAVRHOVANÁ OPATŘENÍ

#### 5.1 Stavební prvky a konstrukce:

*V této kategorii není navrhováno žádné opatření.*

#### 5.2 Technické systémy budovy:

*V této kategorii není navrhováno žádné opatření.*

#### 5.3 Obsluha a provoz systémů:

*V této kategorii není navrhováno žádné opatření.*

#### 5.4 Ostatní:

*V této kategorii není navrhováno žádné opatření.*

#### 5.5 Doporučení k realizaci a zdůvodnění

# PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: , k.ú. **660272, p.č. 110, 111**

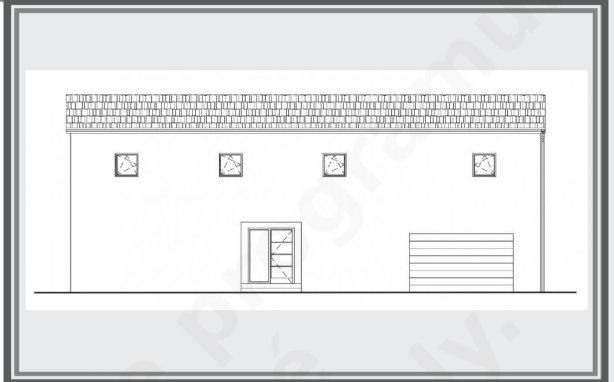
PSČ, místo: **66434, Jinačovice**

Typ budovy: **Rodinný dům**

Plocha obálky budovy: **831.76** m<sup>2</sup>

Objemový faktor tvaru A/V: **0.83** m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>

Celková energeticky vztažná plocha: **291.48** m<sup>2</sup>

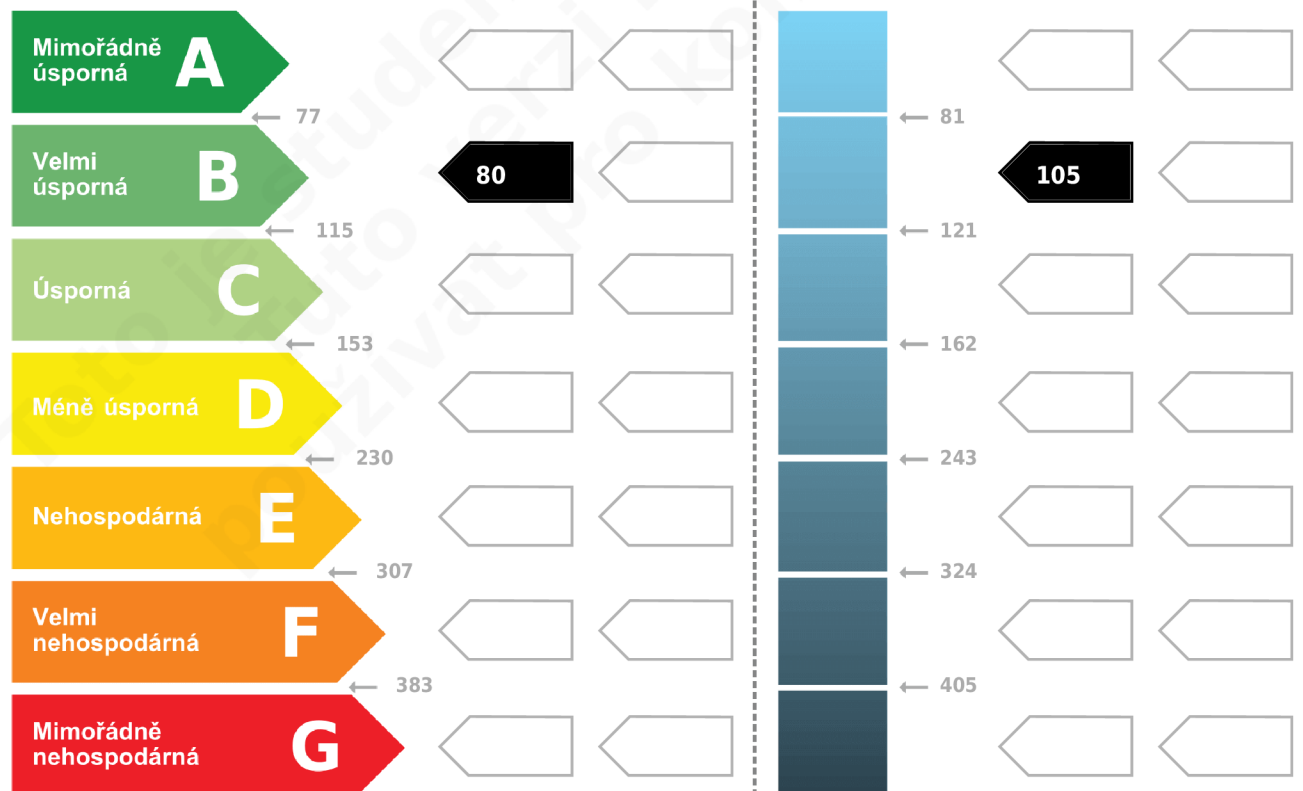


## ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

**Celková dodaná energie**  
(Energie na vstupu do budovy)

**Neobnovitelná primární energie**  
(Vliv provozu budovy na životní prostředí)

Měrné hodnoty kWh/(m<sup>2</sup>·rok)



Hodnoty pro celou budovu  
MWh/rok

**23.3**

**30.7**

## DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

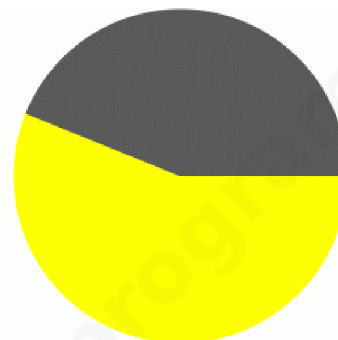
Opatření pro	Stanovena
Vnější stěny:	<input type="checkbox"/>
Okna a dveře:	<input type="checkbox"/>
Střechu:	<input type="checkbox"/>
Podlahu:	<input type="checkbox"/>
Vytápění:	<input type="checkbox"/>
Chlazení/klimatizaci:	<input type="checkbox"/>
Větrání:	<input type="checkbox"/>
Přípravu teplé vody:	<input type="checkbox"/>
Osvětlení:	<input type="checkbox"/>
Jiné:	<input type="checkbox"/>

Popis opatření je v protokolu průkazu a vyhodnocení jejich dopadu na energetickou náročnost je znázorněno šipkou

Doporučení

## PODÍL ENERGOZDANOSTI NA DODANÉ ENERGI

Hodnoty pro celou budovu [MWh/rok]



■ Slunce, energie prostředí: 13.1  
■ elektrická energie: 10.2

## UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení	
	$U_{em}$ W/(m <sup>2</sup> ·K)	Dílčí dodané energie					Měrné hodnoty kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)	
Mimořádně úsporná								
<b>A</b>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<b>B</b>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<b>C</b>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<b>D</b>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<b>E</b>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<b>F</b>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<b>G</b>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Mimořádně neekonomická								
<b>Hodnoty pro celou budovu</b> MWh/rok		<b>17.6</b>		<b>0.3</b>		<b>4.9</b>	<b>0.5</b>	

Zpracovatel: .....

Osvědčení č.: .....

Kontakt: **63500, Brno**

Vyhotoveno dne: **2.1.2020**

Podpis: .....

## PROTOKOL PRŮKAZU

Identifikační číslo dokumentu:

Evidenční číslo z databáze ENEX:

XXXX

### Účel zpracování průkazu

<input checked="" type="checkbox"/> Nová budova	<input type="checkbox"/> Budova užívaná orgánem veřejné moci
<input type="checkbox"/> Prodej budovy nebo její části	<input type="checkbox"/> Pronájem budovy nebo její části
<input type="checkbox"/> Větší změna dokončené budovy	
<input type="checkbox"/> Jiný účel zpracování:	

### Základní informace o hodnocené budově

Identifikační údaje budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Jinačovice, , 66434
Katastrální území:	660272
Parcelní číslo:	110, 111
Datum uvedení budovy do provozu (nebo předpokládané datum uvedení do provozu):	2021
Vlastník nebo stavebník:	Petra Němcová
Adresa:	Kotlářská 258/19 60200 Brno
IČ:	
Tel./e-mail:	Petra Němcová 737 608 351 / petranemcova@gmail.com

Typ budovy		
<input checked="" type="checkbox"/> Rodinný dům	<input type="checkbox"/> Bytový dům	<input type="checkbox"/> Budova pro ubytování a stravování
<input type="checkbox"/> Administrativní budova	<input type="checkbox"/> Budova pro zdravotnictví	<input type="checkbox"/> Budova pro vzdělávání
<input type="checkbox"/> Budova pro sport	<input type="checkbox"/> Budova pro obchodní účely	<input type="checkbox"/> Budova pro kulturu
<input type="checkbox"/> Jiné druhy budovy:		



Geometrické charakteristiky budovy		
Parametr	jednotky	hodnota
Objem budovy V (objem částí budovy s upravovaným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy)	[m <sup>3</sup> ]	1 005,9
Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m <sup>2</sup> ]	831,8
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ]	0,83
Celková energeticky vztažná plocha budovy A <sub>c</sub>	[m <sup>2</sup> ]	291,5

Druhy energie (energonositelé) užívané v budově		
<input type="checkbox"/> Hnědé uhlí	<input type="checkbox"/> Černé uhlí	
<input type="checkbox"/> Topný olej	<input type="checkbox"/> Propan-butan/LPG	
<input type="checkbox"/> Kusové dřevo, dřevní štěpka	<input type="checkbox"/> Dřevěné peletky	
<input type="checkbox"/> Zemní plyn	<input checked="" type="checkbox"/> Elektřina	
<input type="checkbox"/> Soustava zásobování tepelnou energií (dálkové teplo): <i>podíl OZE:</i> <input type="checkbox"/> do 50% včetně, <input type="checkbox"/> nad 50% do 80%, <input type="checkbox"/> nad 80%		
<input checked="" type="checkbox"/> Energie okolního prostředí (např. sluneční energie) <i>účel:</i> <input checked="" type="checkbox"/> na vytápění, <input checked="" type="checkbox"/> pro přípravu teplé vody, <input type="checkbox"/> na výrobu elektrické energie		
<input type="checkbox"/> Jiná paliva nebo jiný typ zásobování:		
Druhy energie dodávané mimo budovu		
<input type="checkbox"/> Elektřina	<input type="checkbox"/> Teplo	<input checked="" type="checkbox"/> Žádné

## Informace o stavebních prvcích a konstrukcích a technických systémech

### A) stavební prvky a konstrukce

#### a.1) požadavky na součinitel prostupu tepla

Konstrukce obálky budovy (ZÓNA Z1)	Plocha $A_j$	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce $b_j$	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$
		Vypočtená hodnota $U_j$	Referenční hodnota $U_{N,rq,j}$	Splněno		
	[m <sup>2</sup> ]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	(ANO/NE)	[-]	[W/K]
STN-1 1-EXT Vnější stěna	315,4	0,17	-	-	1,00	53,62
PDL-6 1-EXT Podlaha nad venkovním prostorem	7,9	0,14	-	-	1,00	1,10
STR-10 1-EXT Střecha plochá	73,8	0,16	-	-	1,00	11,81
VYP-11 1-EXT Vchodové dveře SZ	4,9	1,10	-	-	1,00	5,35
VYP-12 1-EXT Vchodové dveře JV	4,9	1,10	-	-	1,00	5,35
VYP-14 1-EXT Okna SZ	4,0	0,78	-	-	1,00	3,12
VYP-15 1-EXT Okna SV	3,9	0,78	-	-	1,00	3,03
VYP-16 1-EXT Okna JV	15,5	0,78	-	-	1,00	12,09
VYP-17 1-EXT Okna JZ	18,8	0,78	-	-	1,00	14,69
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	-	-	-	-	-	8,98
PDL(z)-4 1-ZEM Podlaha na terénu	141,1	0,18	-	-	0,82	20,32
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	-	-	-	-		2,82
STN-2 1-2 Stěna přilehlá k nevyt. prostoru	14,2	0,24	-	-	0,80	2,71

PDL-7 1-2 Podlaha nad nevyt. prostorem	75,3	0,16	-	-	0,80	9,59
VYP-18 1-2 Dveře vnitřní	1,8	1,70	-	-	0,80	2,46
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	-	-	-	-	-	1,45
STR-9 1-3 Strop pod nevyt. prostorem (půdou)	150,4	0,18	-	-	0,98	26,43
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	-	-	-	-	-	2,94
<b>Celkem</b>	<b>831,8</b>	-	-	-	-	<b>187,85</b>

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě požadavku na energetickou náročnost budovy podle §6 odst. 2 písm. c).

Konstrukce nevytápěného prostoru (NEVYTÁPĚNÝ PROSTOR Z2)	Plocha $A_j$	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce $b_j$	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$
		Vypočtená hodnota $U_j$	Referenční hodnota $U_{N,rq,j}$	Splněno		
	[m <sup>2</sup> ]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	(ANO/NE)	[-]	[W/K]
STN-1 2-EXT Vnější stěna	100,2	0,17	-	-	1,00	17,03
VYP-13 2-EXT Garážová vrata	10,5	1,50	-	-	1,00	15,73
VYP-16 2-EXT Okna JV	3,0	0,78	-	-	1,00	2,34
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	-	-	-	-	-	2,27
PDL(z)-5 2-ZEM Podlaha na terénu v nevyt. prostoru	75,3	0,41	-	-	0,66	19,94
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	-	-	-	-		1,51
STN-2 2-1 Stěna přilehlá k nevyt. prostoru	14,2	0,24	-	-	-0,80	-2,71
PDL-7 2-1 Podlaha nad nevyt. prostorem	75,3	0,16	-	-	-0,80	-9,59

VYP-18 Dveře vnitřní	2-1	1,8	1,70	-	-	-0,80	-2,46
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)]		-	-	-	-	-	-1,45
<b>Celkem</b>		<b>280,2</b>	-	-	-	-	<b>42,61</b>

Konstrukce nevytápěného prostoru (NEVYTÁPĚNÝ PROSTOR Z3)	Plocha $A_j$	Součinitel prostupu tepla			Číselník teplotní redukce $b_j$	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$
		Vypočtená hodnota $U_j$	Referenční hodnota $U_{N,rq,j}$	Splněno		
	[m <sup>2</sup> ]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	(ANO/NE)	[-]	[W/K]
STN-3 Štítová stěna půdy	3-EXT 11,3	0,30	-	-	1,00	3,40
STR-8 Střecha šikmá	3-EXT 171,2	7,11	-	-	1,00	1 217,18
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)]		-	-	-	-	3,65
STR-9 Strop pod nevyt. prostorem (půdou)	3-1 150,4	0,18	-	-	-0,98	-26,43
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)]		-	-	-	-	-2,94
<b>Celkem</b>	<b>332,9</b>	-	-	-	-	<b>1 194,86</b>

## a.2) požadavky na průměrný součinitel prostupu tepla

Zóna	Převažující návrhová vnitřní teplota $\theta_{im,j}$	Objem zóny $V_j$	Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla zóny $U_{em,R,j}$
	[°C]	[m <sup>3</sup> ]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]
zóna 1 - Obytný vytápěný a nuceně větraný prostor	20,0	1005,92	0,28

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	Vypočtená hodnota $U_{em} (U_{em} = H_T/A)$	Referenční hodnota $U_{em,R} (U_{em,R} = \Sigma(V_j \cdot U_{em,R,j})/V)$	Splněno
	[W/(m²K)]	[W/(m²K)]	(ANO/NE)
Budova celkem	0,23	0,28	ANO

**Poznámka:** Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy, budovy s téměř nulovou spotřebou energie a u větší změny dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a) a písm. b).

## B) technické systémy

### b.1.a) vytápění

Hodnocená budova/zóna	Typ zdroje	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na vytápění	Jmenovitý tepelný výkon	Účinnost výroby energie zdrojem tepla <sup>2)</sup> $\eta_{H,gen} / COP_{H,gen}$	Účinnost distribuce energie na vytápění $\eta_{H,dis}$	Účinnost sdílení energie na vytápění $\eta_{H,em}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[%] / [-]	[%]	[%]
Referenční budova	x <sup>1)</sup>	x	x	x	80 / -	85	80
Z1	TČ 1	elektrická energie	95	8.20	- / 2,43	89	92
		Slunce, energie prostředí					
	K 2	elektrická energie	5	6	94 / -		

**Poznámka:** <sup>1)</sup> symbol x znamená, že není nastaven požadavek na referenční hodnotu,

<sup>2)</sup> v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

### b.1.b) požadavky na účinnost technického systému k vytápění

Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Účinnost výroby energie zdrojem tepla $\eta_{H,gen}$ nebo $COP_{H,gen}$	Účinnost výroby energie referenčního zdroje tepla $\eta_{H,gen,rq}$ nebo $COP_{H,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[%] nebo [-]	[%] nebo [-]	(ANO/NE)
Z1	TČ 1 - Tepelné čerpadlo	3,10	-	-
Z1	K 2 - Elektrická topná tyč v hydraulické jednotce TČ	94	-	-

**Poznámka:** Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

### b.2.a) chlazení

Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na chlazení	Jmenovitý chladič výkon	Chladič faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Účinnost distribuce energie na chlazení $\eta_{C,dis}$	Účinnost sdílení energie na chlazení $\eta_{C,em}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[-]	[%]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	-	-	-

### b.2.b) požadavky na účinnost technického systému k chlazení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému chlazení	Chladič faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Chladič faktor referenčního zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[-]	[-]	(ANO/NE)

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

### b.3.) větrání

Hodnocená budova / zóna	Typ větracího systému	Energonositel	Tepelný výkon	Chladič výkon	Pokrytí dílčí potřeby energie na větrání	Jmenovitý elektrický příkon systému větrání	Jmenovitý objemový průtok větracího vzduchu	Měrný příkon ventilátoru systému nuceného větrání SFP <sub>ahu</sub>
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[m <sup>3</sup> /h]	[Ws/m <sup>3</sup> ]
Referenční budova	x	x	x	x	x	x	x	1750
Z1	VZT 1 - přívodně odvodní	elektrina	1,70		100	0,116	300	1 392

### b.4.a) úprava vlhkosti vzduchu - vlhčení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému vlhčení	Energonositel	Jmenovitý elektrický příkon	Jmenovitý tepelný výkon	Pokrytí dílčí dodané energie na úpravu vlhkosti	Účinnost zdroje úpravy vlhkosti systému vlhčení $\eta_{RH+,gen}$
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	x	70
Z1	-	-	-	-	-	-

#### b.4.b) úprava vlhkosti vzduchu - odvlhčení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému odvlhčení	Energonositel	Jmenovitý elektrický příkon	Jmenovitý tepelný výkon	Pokrytí dílčí potřeby energie na úpravu odvlhčení	Jmenovitý chladicí výkon	Účinnost zdroje úpravy vlhkosti systému odvlhčení $\eta_{RH,gen}$
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	x	x	65
Z1	-	-	-	-	-	-	-

#### b.5.a) příprava teplé vody (TV)

Hodnocená budova / zóna	Systém přípravy TV v budově	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na přípravu teplé vody	Jmenovitý příkon pro ohřev TV	Objem zásobníku TV	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen} / COP_{W,gen}^{2)}$	Měrná tepelná ztráta zásobníku teplé vody vztážená k objemu zásobníku v litrech $Q_{W,st}$	Měrná tepelná ztráta rozvodů teplé vody vztážená k délce rozvodů teplé vody $Q_{W,dis}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[litry]	[%] / [-]	[kWh/(l den)]	[kWh/(m den)]
Referenční budova	x <sup>1)</sup>	x	x	x	x	85 / -	0,0070 (0,0050)	0,1500
TV 1 (Z1)	TV <sub>sys</sub> -1	elektrická energie	90 - 0.9 * STS <sub>1</sub>	TČ-1 [8,20]	352.00	TČ-1 [-/2,43]	0.0056	0.1500
		Slunce, energie prostředí						
		elektrická energie	10 - 0.1 * STS <sub>1</sub>	K-2 [6]		K-2 [94/-]		
		Slunce, energie prostředí	STS <sub>1</sub>	STS <sub>1</sub> [-]		STS <sub>1</sub> [-]		

Poznámka: <sup>1)</sup> symbol **x** znamená, že není nastaven požadavek na referenční hodnotu,

<sup>2)</sup> v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

### b.5.b) požadavky na účinnost technického systému k přípravě teplé vody

Hodnocená budova / zóna	Typ systému k přípravě teplé vody	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody	Účinnost referenčního zdroje tepla pro přípravu teplé vody	Požadavek splněn
		$\eta_{W,gen}$ nebo $COP_{W,gen}$	$\eta_{W,gen,rq}$ nebo $COP_{W,gen}$	
(-)		[%] nebo [-]	[%] nebo [-]	(ANO/NE)
TV 1 (Z1)	TČ 1 - Tepelné čerpadlo	3,10	-	-
TV 1 (Z1)	K 2 - Elektrická topná tyč v hydraulické jednotce TČ	94	-	-

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

### b.6) osvětlení

Hodnocená budova / zóna	Typ osvětlovací soustavy	Pokrytí dílčí potřeby energie na osvětlení	Celkový elektrický příkon osvětlení budovy	Průměrný měrný příkon pro osvětlení vztažený k osvětlenosti zóny
				$P_{L,lx}$
(-)		[%]	[kW]	[W/(m <sup>2</sup> lx)]
<b>Referenční budova</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>0,05</b>
Zóna 1	LED osvětlení	100,0	$P_n = 0,279$	0,027
Zóna 2	LED osvětlení	100,0	$P_n = 0,093$	0,030

### Energetická náročnost hodnocené budovy

#### a) seznam uvažovaných zón a dílčí dodané energie v budově

Hodnocená budova/zóna	Vytápěná $EP_H$	Chlazení $EP_C$	Nucené větrání $EP_F$		Příprava teplé vody $EP_W$	Osvětlení $EP_L$	Výroba z OZE nebo kombinované výroby elektřiny a tepla	
			Bez úpravy vlhčení	S úpravou vlhčení			Pro budovu	i dodávku mimo budovu
Z1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Z2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Z3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		



## b) dílčí dodané energie

ř.	R <sup>k</sup>	[kWh/rok]	Vytápění		Chlazení		Větrání		Úprava vlhkosti vzduchu		Příprava teplé vody		Osvětlení	
			Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova
(1)	Potřeba energie	[kWh/rok]	17 409	13 966	0,00	0,00	-	-	0,00	0,00	2 674,0	2 674,0	-	-
(2)	Vypočtená spotřeba energie	[kWh/rok]	32 001	17 112	0,00	0,00	377,59	300,34	0,00	0,00	5 841,7	4 802,1	1 042,3	544,53
(3)	Pomocná energie	[kWh/rok]	261,24	463,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31,25	100,04	-	-
(4)	Dílčí dodaná energie (ř.4) = (ř.2) + (ř.3)	[kWh/rok]	32 262	17 575	0,00	0,00	377,59	300,34	0,00	0,00	5 873,0	4 902,2	1 042,3	544,53
(5)	Měrná dílčí dodaná energie na celkovou energeticky vztahnou plochu (ř.4) / m <sup>2</sup>	[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	110,68	60,30	0,00	0,00	1,30	1,03	0,00	0,00	20,15	16,82	3,58	1,87

**c) výrobná energie umístěná v budově, na budově nebo pomocných objektech**

Typ výroby	Využitelnost vyrobené energie	Vyrobena energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
jednotky		[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
Kogenerační jednotka EP <sub>CHP</sub> teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Kogenerační jednotka EP <sub>CHP</sub> elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Fotovoltaické panely EP <sub>PV</sub> elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Solární termické systémy Q <sub>H,SC,sys</sub> teplo: STS 1	Budova	2 199,0	1,0	0,0	2 199,0	0,00
	Dodávka mimo budovu	-	-	-	-	-
Jiné	Budova					
	Dodávka mimo budovu					

**d) rozdělení dílčích dodaných energií, celkové primární energie a neobnovitelné primární energie podle energonositelů**

Ergonositel	Dílčí vypočtená spotřeba energie / Pomocná energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
	[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
elektrická energie	10 232,92	3,2	3,0	32 745,33	30 698,75
Slunce, energie prostředí	13 089,13	1,0	0,0	13 089,13	0,00
<b>Celkem</b>	<b>23 322,04</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>45 834,46</b>	<b>30 698,75</b>

**e) požadavek na celkovou dodanou energii**

(6)	Referenční budova	[kWh/rok]	39 555,34	Splněno (ANO/NE)	ANO
(7)	Hodnocená budova		23 322,04		
(8)	Referenční budova	[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	135,71		
(9)	Hodnocená budova		80,01		

**f) požadavek na neobnovitelnou primární energii**

(10)	Referenční budova	[kWh/rok]	35 106,00	Splněno (ANO/NE)	ANO
(11)	Hodnocená budova		30 698,75		
(12)	Referenční budova (ř.10 / m <sup>2</sup> )	[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	120,44		
(13)	Hodnocená budova (ř.11 / m <sup>2</sup> )		105,32		

**g) primární energie hodnocené budovy**

(14)	Celková primární energie	[kWh/rok]	45 834,46
(15)	Obnovitelná primární energie (ř.14-ř.11)	[kWh/rok]	15 135,71
(16)	Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie (ř.15 / ř.14 x 100)	[%]	33,02

**Analýza technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie u nových budov a u větší změny dokončených budov**

Posouzení proveditelnosti				
Alternativní systémy	Místní systémy dodávky energie využívající energii z OZE	Kombinovaná výroba elektřiny a tepla	Soustava zásobování tepelnou energií	Tepelné čerpadlo
Technická proveditelnost	ANO	NE	NE	ANO
Ekonomická proveditelnost	ANO	NE	NE	ANO
Ekologická proveditelnost	ANO	NE	NE	ANO
<b>Doporučení k realizaci a zdůvodnění</b>	Ve výchozím stavu je již navržena solární soustava pro ohřev TUV a tepelné čerpadlo. Nedoporučuji žádná další opatření.			
<b>Datum zpracování analýzy</b>	2.1.2020			
<b>Zpracovatel analýzy</b>	Bc. Leona Horáčková			
<b>Energetický posudek</b>	povinnost vypracovat energetický posudek			NE
	energetický posudek je součástí analýzy			NE
	datum vypracování energetického posudku			-
	zpracovatel energetického posudku			-

## Stanovení doporučených opatření pro snížení energetické náročnosti budovy

Popis opatření	Předpokládaná dodaná energie	Předpokládaná úspora celkové dodané energie	Předpokládaná úspora neobnovitelné primární energie
	[MWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
<i>Stavební prvky a konstrukce budovy:</i>			
-	-	-	-
<i>Technické systémy budovy:</i>			
vytápění	-	-	-
chlazení	-	-	-
větrání	-	-	-
úprava vlhkosti vzduchu	-	-	-
příprava teplé vody	-	-	-
osvětlení	-	-	-
<i>Obsluha a provoz systémů budovy:</i>			
-	-	-	-
<i>Ostatní - uveďte jaké:</i>			
-	-	-	-
<b>Celkově</b>	<b>23,32</b>	-	-

### Posouzení vhodnosti doporučených opatření

Opatření	Stavební prvky a konstrukce budovy	Technické systémy budovy	Obsluha a provoz systémů budovy	Ostatní - uvést jaké
Technická vhodnost	-	-	-	-
Funkční vhodnost	-	-	-	-
Ekonomická vhodnost	-	-	-	-
<b>Doporučení k realizaci a zdůvodnění</b>				
<b>Datum vypracování doporučených opatření</b>				
<b>Zpracovatel navržených doporučených opatření</b>				
<b>Energetický posudek</b>	Energetický posudek je součástí posouzení navržených doporučených opatření			-
	Datum vypracování energetického posudku			
	Zpracovatel energetického posudku			

## Závěrečné hodnocení energetického specialisty

<b>Nová budova nebo budova s téměř nulovou spotřebou energie</b>	
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 1	ANO
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	B
<b>Větší změna dokončené budovy nebo jiná změna dokončené budovy</b>	
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. a)	-
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. b)	-
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. c)	-
- Plnění požadavků na energetickou náročnost budovy se nevyžaduje	-
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
<b>Budova užívaná orgánem veřejné moci</b>	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
<b>Prodej nebo pronájem budovy nebo její části</b>	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
<b>Jiný účel zpracování průkazu</b>	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-

## Identifikační údaje energetického specialisty, který zpracoval průkaz

Jméno a příjmení	
Číslo oprávnění MPO	
Podpis energetického specialisty	

## Datum vypracování průkazu

Datum vypracování průkazu	2.1.2020
---------------------------	----------

## Zdroj informací

Zdroj informací	<a href="https://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis/i-ekis/">https://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis/i-ekis/</a>
-----------------	---

## ZÁVĚR

Diplomová práce pojednává o energetické náročnosti budov s téměř nulovou spotřebou energie. V teoretické části jsem shrnula obecné požadavky pro budovy s téměř nulovou spotřebou energie a vlivy, které na energetickou náročnost působí. Dále jsem popsala další kategorie budov z hlediska energetické náročnosti.

Výpočtová část je zaměřena na energetické hodnocení novostavby rodinného domu. Objekt musí splňovat požadavky na budovy s téměř nulovou spotřebou energie. Pro budovu jsem navrhla tři konstrukční systémy, které jsem následně popsala v obecné rovině. Dále jsem stanovila jednotlivé skladby konstrukcí všech systémů a určila jejich součinitel prostupu tepla. Pro co nejpřesnější výsledky hodnocení bylo třeba zachovat vnější rozměry objektu, tedy energeticky vztažnou plochu a celkový vnější objem. Vzhledem k různosti konstrukčních materiálů došlo k malým odchylkám. Ty jsou ale zanedbatelné.

Hodnotila jsem konstrukční systém keramického zdiva Porotherm T Profi Dryfix, který byl dle plošné hmotnosti zatříděn jako těžká konstrukce. Dále konstrukční systém z vápenopískových tvárníc Sendwix a kontaktního zateplovacího systému spadl do střední konstrukce a lehká dřevěná sloupková konstrukce do lehké. Stěny z keramického zdiva Porotherm T Profi Dryfix má tedy nejlepší akumulaci schopnosti z hodnocených variant, naopak lehká dřevostavba má akumulaci schopnosti nejhorší

V souvislosti se zachováním vnějších rozměrů a růzností tloušťek stěn konstrukčních systémů se lišil vnitřní objem objektu. Zejména u lehké sloupkové dřevostavby se subtilnějšími stěnami je vnitřní objem oproti dalším dvěma variantám větší. S tím souvisí také její větší tepelné ztráty větráním.

Pomocí energetického posudku a průkazů energetické náročnosti jsem stanovila energetickou náročnost daných variant. Všechny požadavky na energii (celkovou dodanou, neobnovitelnou primární atd.) má nejpříznivější varianta A, tedy konstrukční systém z jednovrstvého zdiva Porotherm T Profi Dryfix. Tato varianta také jako jediná spadá do energetické náročnosti budovy A - mimořádně úsporná. Další dvě varianty spadají do kategorie B - velmi úsporná, přičemž lehká sloupková dřevostavba má výsledky z hlediska energetické náročnosti budov nejnepříznivější.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] CHYBÍK, Josef. Energeticky úsporná výstavba. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2012. ISBN 978-80-7204-813-7.
- [2] TYWONIAK, Jan. Nízkoenergetické domy: principy a příklady. Praha: Grada, 2005. Stavitel. ISBN 80-247-1101-x.
- [3] TYWONIAK, Jan. Nízkoenergetické domy 3: nulové, pasivní a další. Praha: Grada, 2012. Stavitel. ISBN 978-80-247-3832-1.
- [4] BERNARDINOVÁ, Anna a Miroslav MAREŠ. Zpracování průkazu energetické náročnosti budovy: praktická příručka pro všechny majitele rodinných a bytových domů, bytů a pro realitní kanceláře. Praha: Linde Praha, 2013. ISBN 978-80-7201-914-4.
- [5] ČEJKA, Michal a Jan Antonín. Budovy s téměř nulovou spotřebou - porovnání energetických standardů. *Tepelná ochrana budov*. 2017, roč. 20, č. 2, s. 22-26
- [6] *Nová zelená úsporám* [online]. [cit. 2019-12-10]. Dostupné z: <https://www.novazelenausporam.cz/>
- [7] *Enviweb* [online]. [cit. 2019-12-10]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/>
- [8] Zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií
- [9] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU, o energetické náročnosti budov EPBD II
- [10] Neobnovitelná primární energie. In: *tzbinfo* [online]. [cit. 2019-11-05]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-vytapani/16491-neobnovitelna-primarni-energie>
- [11] Vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov se změnou 230/2015 Sb.
- [12] ČSN EN ISO 52016-1 Energetická náročnost budov - Potřeba energie na vytápění a chlazení, vnitřní teploty a citelné a latentní tepelné výkony - Část 1: Výpočtové postupy
- [13] Nízkoenergetické a pasovní stavby, energetická bilance. In: Kraus Michal [online]. [cit. 2019-11-05]. Dostupné z: <https://krausmichal.cz/>
- [14] Definice budovy s téměř nulovou spotřebou energie z hlediska zdrojů energie. In: *tzbinfo* [online]. [cit. 2019-11-05]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/>

- budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/
- [15] Budovy s téměř nulovou spotřebou energie - porovnání energetických standardů. In: *tzbinfo* [online]. [cit. 2019-11-05]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/15181-budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-porovnani-energetickych-standardu>
- [16] Co je pasivní dům. In: *Pasivní stavby* [online]. [cit. 2019-11-05]. Dostupné z: <http://www.pasivni-stavby.com/>
- [17] Pasivní domy. In: *tzbinfo* [online]. [cit. 2019-11-05]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/pasivni-domy>
- [18] Parametry pasivního domu podle Passivhaus institutu In: *tzbinfo* [online]. [cit. 2019-11-05]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/pasivni-domy/>
- [19] TNI 73 0329 Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění - Rodinné domy
- [20] TNI 73 0330 Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění - Bytové domy
- [21] Energetické standardy budov - Standardy s “nulou”. In: *tzbinfo* [online]. [cit. 2019-11-05]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/349-energeticke-standardy-budov-standardy-s-nulou>
- [22] *Energetické standardy* [online]. [cit. 2019-11-05]. Dostupné z: [http://sanceprobudovy.cz/wp-content/uploads/2018/06/energeticke-standardy\\_final.jpg](http://sanceprobudovy.cz/wp-content/uploads/2018/06/energeticke-standardy_final.jpg)
- [23] *Pasivní domy III.: Pravidla navrhování, koncepční přístup k řešení pasivních domů* [online]. [cit. 2019-11-05]. Dostupné z: <https://new.archiweb.cz/en/news/pasivni-domy-iii>
- [24] Jak orientovat dům vůči světovým stranám aneb dopřejte si světlo nejen v duši. In: *Home in cube* [online]. [cit. 2019-12-10]. Dostupné z: <https://www.homeincube.cz/>
- [25] HAZUCHA, Juraj. *Konstrukční detaily pro pasivní a nulové domy: doporučení pro návrh a stavbu*. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-4551-0.
- [26] Tepelné mosty: Najít a odstranit. In: *Abeceda zahrady a bydlení* [online]. [cit. 2019-12-10]. Dostupné z: <https://abecedazahrady.dama.cz/>



- [27] Natur House: Blower Door test ke každému domu. In: *Dřevo&stavby* [online]. [cit. 2019-12-10]. Dostupné z: <https://www.drevoastavby.cz/>
- [28] ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov - Část 3: Návrhové hodnoty veličin
- [29] Není zeď, jako zeď... In: *Estav* [online]. [cit. 2019-12-10]. Dostupné z: <https://www.estav.cz/>
- [30] Jednovrstvé zdivo. In: *Wienerberger* [online]. [cit. 2019-12-10]. Dostupné z: <https://www.wienerberger.cz/>
- [31] *Wienerberger* [online]. [cit. 2019-12-10]. Dostupné z: <https://www.wienerberger.cz/>
- [32] Polystyrenová výplň v cihlách Heluz Family 2in1. In: *tzbinfo* [online]. [cit. 2019-11-05]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/cihly-bloky-tvarnice/14248-polystyrenova-vypln-v-cihlach-heluz-family-2in1>
- [33] *Heluz* [online]. [cit. 2019-12-10]. Dostupné z: <https://www.heluz.cz/>
- [34] Vápenopískové zdicí materiály VAPIS. In: *tzbinfo* [online]. [cit. 2019-11-05]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/cihly-bloky-tvarnice/6751>
- [35] Stavba pasivních domů v Dobřanech pokračuje. In: *Envic* [online]. [cit. 2019-12-10]. Dostupné z: <http://www.envic.cz>
- [36] Konstrukční systémy. In: *Pasivní dům* [online]. [cit. 2019-12-10]. Dostupné z: [http://dk.spsopava.cz:8080/fotogalerie/galerie1/2013/20130215\\_140244/](http://dk.spsopava.cz:8080/fotogalerie/galerie1/2013/20130215_140244/)
- [37] Co je dřevostavba a jaké jsou její druhy. In: *Dřevo&stavby.cz* [online]. [cit. 2019-12-10]. Dostupné z: <https://www.drevoastavby.cz/>
- [38] Technologie stavby/Rámová nosná konstrukce. In: *Wood System* [online]. [cit. 2019-12-10]. Dostupné z: <http://www.woodsystem.cz/>
- [39] Nevýhody dřevostaveb. In: *Council dřevostavby* [online]. [cit. 2019-12-10]. Dostupné z: <http://drevostavby-council.cz/>
- [40] *Vaillant* [online]. [cit. 2019-12-10]. Dostupné z: <https://www.vaillant.cz/pro-zakazniky/>
- [41] *Dražice* [online]. [cit. 2019-12-10]. Dostupné z: <https://www.dzd.cz/>
- [42] *Topin* [online]. [cit. 2019-12-10]. Dostupné z: <http://www.topin.cz/>
- [43] *Atrea* [online]. [cit. 2019-12-10]. Dostupné z: <https://www.atrea.cz/>

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1) Základní požadavky směrnice Evropského parlamentu a Rady Evropské unie.....	13
2010/31/EU o energetické náročnosti budov [1].....	13
Obr. 2) Schéma chráněného prostoru a systémové hranice budovy [13].....	17
Obr. 3) Grafické znázornění požadavků na obálku a neobnovitelnou primární energii[14].....	19
Obr. 4) Příklad řetězce dodávky elektrické energie [13].....	20
Obr. 5) Schéma prvků pasivního domu [16].....	22
Obr. 6) Srovnání energetických standardů [22].....	28
Obr. 7) Faktor tvaru na příkladu čtverce [1].....	29
Obr. 8) Optimální faktory tvaru u různých objektů [1].....	30
Obr. 9) Vliv terénu [23].....	31
Obr. 10) Tepelné ztráty budovy v závislosti na síle větru a na jejím umístění v terénu [23].....	32
Obr. 11) Schéma situace slunečního svitu [24].....	33
Obr. 12) Termovizní snímkování oslabených míst [26].....	35
Obr. 13) Blower-door test [27].....	36
Obr. 14) Schéma zónování - Půdorys 1NP.....	42
Obr. 15) Schéma zónování - Půdorys 2NP.....	43
Obr. 16) Schéma zónování - Řez A-A'.....	43
Obr. 17) Katastrální mapa + ortofoto [katastr].....	44
Obr. 18) Umístění budovy na pozemku.....	44
Obr. 19) Zdění ze systému Heluz [29].....	48
Obr. 20) Cihla řady Porotherm T Profi [31].....	50
Obr. 21) Cihla řady Heluz Family 2in1 [33].....	51
Obr. 22) Porovnání zatížení vápenopískových zdících prvků s pálenými [34].....	60
Obr. 23) Strojní zdění hrubé stavby pomocí minijeřábu [35].....	61
Obr. 24) Vápenopísková cihla a šedý EPS lepený celoplošně [36].....	62
Obr. 25) Vápenopísková cihla a I nosníky [36].....	63
Obr. 26) Vápenopísková cihla a příložky z OSB a latě na fasádní obklad [36].....	63
Obr. 27) Rámová nosná konstrukce dřevostavby [38].....	72
Obr. 28) Tepelné čerpadlo Vaillant aroTHERM VWL [40].....	82
Obr. 29) Hydraulická jednotka [40].....	83
Obr. 30) Akumulační nádrž UKV 300 [41].....	84
Obr. 31) Zásobník OKC400 NTRR/HP/SOL [41].....	85
Obr. 32) Ploché solární kolektory [42].....	86
Obr. 33) VZT jednotka DUPLEX Easy [43].....	87

## SEZNAM TABULEK

Tab. 1) Data platnosti požadavku na budovy s téměř nulovou spotřebou energie v ČR [8].....	14
Tab. 2) Redukční činitel požadované základní hodnoty [11].....	18
Tab. 3) Snížení hodnoty neobnovitelné primární energie [11].....	19
Tab. 4) Faktory neobnovitelné primární energie pro ČR [11].....	20
Tab. 5) Požadavky na pasivní rodinné a bytové domy [19] [20].....	24
Tab. 6) Základní požadavky na energeticky nulové budovy a budovy blízké nulovému [13].....	26
Tab. 7) Požadované parametry budovy pro podoblasti podpory [6].....	27
Tab. 8) Tepelný odpor při přestupu tepla [28].....	47
Tab. 9) Vlastnosti cihelného střepu a minerální vaty [30].....	49
Tab. 10) Součinitele prostupu tepla řady Porotherm T Profi [31].....	50
Tab. 11) Součinitele prostupu tepla řady Heluz Family 2in1 [33].....	51
Tab. 12) Skladba STN1 var. A.....	52
Tab. 13) Skladba STN2 var. A.....	52
Tab. 14) Skladba STN3 var. A.....	53
Tab. 15) Skladba STN4 var. A.....	53
Tab. 16) Skladba PDL(z)5 var. A.....	54
Tab. 17) Skladba PDL(z)6 var. A.....	55
Tab. 18) Skladba PDL7 var. A.....	55
Tab. 19) Skladba PDL8 var. A.....	56
Tab. 20) Skladba STR9 var. A.....	57
Tab. 21) Skladba STR10 var. A.....	57
Tab. 22) Skladba STR11 var. A.....	58
Tab. 23) Skladba STN1 var. B.....	64
Tab. 24) Skladba STN2 var. B.....	64
Tab. 25) Skladba STN3 var. B.....	65
Tab. 26) Skladba STN4 var. B.....	66
Tab. 27) Skladba STN5 var. B.....	66
Tab. 28) Skladba PDL(z)6 var. B.....	67
Tab. 29) Skladba PDL(z)7 var. B.....	67
Tab. 30) Skladba PDL8 var. B.....	68
Tab. 31) Skladba PDL9 var. B.....	69
Tab. 32) Skladba STR10 var. B.....	70
Tab. 33) Skladba STR11 var. B.....	70
Tab. 34) Skladba STR12 var. B.....	71
Tab. 35) Skladba STN1 var. C.....	74
Tab. 36) Skladba STN2 var. C.....	75
Tab. 37) Skladba STN3 var. C.....	75
Tab. 38) Skladba PDL(z)4 var. C.....	76
Tab. 39) Skladba PDL(z)5 var. C.....	76
Tab. 40) Skladba PDL6 var. C.....	77
Tab. 41) Skladba PDL7 var. C.....	78
Tab. 42) Skladba STR8 var. C.....	79
Tab. 43) Skladba STR9 var. C.....	79
Tab. 44) Skladba STR10 var. C.....	80
Tab. 45) Přehled součinitelů prostupu tepla pro konstrukce s požadavkem.....	81
Tab. 46) Porovnání tepelné kapacity konstrukcí.....	88
Tab. 47) Porovnání geometrických charakteristik navržených variant.....	89
Tab. 48) Požadavky na energie jednotlivých variant pro celý objekt.....	91
Tab. 49) Požadavky na energie jednotlivých variant vztaheny na m <sup>2</sup> celkové energeticky vztahné plochy.....	91
Tab. 50) Přepočtení ceny celkové dodané energie za rok.....	91
Tab. 51) Energetická náročnost budovy.....	92

## SEZNAM GRAFŮ

Graf. 1) Tepelné ztráty a zisky prostupem konstrukcí a větráním var. A.....	89
Graf. 2) Tepelné ztráty a zisky prostupem konstrukcí a větráním var. B.....	90
Graf. 3) Tepelné ztráty a zisky prostupem konstrukcí a větráním var. C.....	90

## POUŽITÝ SOFTWARE

AutoCAD 2017

DEKSOFT

MS Excel

MS Word

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

NZEB	budovy s téměř nulovou spotřebou energie (nearly zero energy building)
nZEB	energeticky nulová budova (net zero energy building)
ENB	energetická náročnost budovy
PENB	průkaz energetické náročnosti budov
EP	energetický posudek
EU	evropská unie
PHPP	Passive House Planning Package
ČSN	česká technická norma
TNI	technická normalizační informace
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci
RD	rodinný dům
TI	tepelná izolace
EPS	expandovaný polystyren
XPS	extrudovaný polystyren
MW	minerální vata
TV	teplá voda
TUV	teplá užitková voda
AN	akumulační nádrž
TČ	tepelné čerpadlo
COP	topný faktor
VZT	vzduchotechnika
LED	elektroluminiscenční dioda
Sb.	sbírka
č.	číslo
Ozn.	označení
m.n.m.	metry nad mořem
k.ú.	katastrální území

## SEZNAM PŘÍLOH

1	PŮDORYS 1.NP VARIANTY A	1:50
2	PŮDORYS 2.NP VARIANTY A	1:50
3	ŘEZ VARIANTY A	1:50
4	PŮDORYS 1.NP VARIANTY B	1:50
5	PŮDORYS 2.NP VARIANTY B	1:50
6	ŘEZ VARIANTY B	1:50
7	PŮDORYS 1.NP VARIANTY C	1:50
8	PŮDORYS 2.NP VARIANTY C	1:50
9	ŘEZ VARIANTY C	1:50
10	SCHÉMA ZAPOJENÍ TEPELNÉHO ČERPADLA	

