

ČESKÉ VYSOvé UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



## DIPLOMOVÁ PRÁCE

Inteligentní dům s téměř nulovou spotřebou energie

I. Textová část

**Autor:** Veronika Štojdlová

**Vedoucí práce:** prof. Ing. Karel Kabele, CSc.

Praha, ZS 2016/17



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Štojdllová	Jméno: Veronika	Osobní číslo: 381415
Zadávací katedra: K 11125 Technických zařízení budov		
Studijní program: Inteligentní budovy		
Studijní obor: Inteligentní budovy		

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Inteligentní rodinný dům s téměř nulovou spotřebou energie

Název diplomové práce anglicky: Intelligent nearly zero energy family house

Pokyny pro vypracování:  
Zpracujte energetický audit projektu rodinného domu, zaměřený na splnění požadavku na budovu s téměř nulovou spotřebou energie dle zákona 406/2000 Sb. ve znění pozdějších předpisů. Pro vybrané opatření zpracujte projektovou dokumentaci na úrovni rozšířené dokumentace pro vydání stavebního povolení dle vyhlášky 499/2006 Sb .

Seznam doporučené literatury:  
Kabele a kol. : Energetické a ekologické systémy budov 1 ČVUT (2010)  
Valášek a kol: Zdravotně-technické instalace Jaga 2001  
Petraš a kol: Vytápění rodinných a bytových domů, Jaga 2005  
K. Kabele a kol.: Technická zařízení budov. Vytápění - podklady pro cvičení. Nakladatelství ČVUT 2013  
Kolektiv: Topenářská příručka 3, ČSTZ, 2008. Anotaci najdete zde.  
D. Petraš , D. Koudelková, K. Kabele: Teplovodní a elektrické podlahové vytápění. Jaga Media s.r.o 2004, ISBN:80-88905-97-4  
J.Bašta, K.Kabele: Otopné soustavy teplovodní - Sešit projektanta č.1 - Společnost pro techniku prostředí 2008  
Garlík, B.: Inteligentní budovy, BEN technická literatura, Praha, 2012, ISBN 978-80-7300-440-8.

Jméno vedoucího diplomové práce: prof.Ing.Karel Kabele, CSc.

Datum zadání diplomové práce: 3.10.2016 Termín odevzdání diplomové práce: 8.1.2017  
*Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku*

Podpis vedoucího práce \_\_\_\_\_ Podpis vedoucího katedry \_\_\_\_\_

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.*

3.10.2016 Datum převzetí zadání \_\_\_\_\_ Podpis studenta(ky) \_\_\_\_\_

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci napsala samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů. Souhlasím se zapůjčováním práce a jejím zveřejněním.

V Praze dne 8. ledna 2017

.....  
podpis diplomanta

## **Poděkování**

Tímto bych chtěla poděkovat prof. Ing. Karlu Kabelemu, CSc. za odborné vedení při vedení mé diplomové práce. Za odborné a věcné připomínky a rovněž za podnětné názory, které mi pomohly se sepsáním diplomové práce - inteligentní dům s téměř nulovou spotřebou energie.

**Název práce:** Inteligentní dům s téměř nulovou spotřebou energie

**Autor:** Veronika Štojdlová

**Katedra:** Katedra technických zařízení budov

**Vedoucí diplomové práce:** prof. Ing. Karel Kabele, CSc.

**Abstrakt:** Diplomová práce se zabývá energetickým vyvážením rodinného domu. V diplomové práci bude zpracován energetický audit na danou budovu, ve kterém budou porovnávány jednotlivé varianty na návrh zdrojů tepla pro rodinný dům. Po vyhodnocení několika možných variant bude vybrána jedna a ta dále rozšířena o projektovou dokumentaci. Jako podklad k tomuto energetickému hodnocení bude sloužit studie rodinného domu se základním energetickým návrhem. Rodinný dům je navržen na území Praha Sedlec - Suchdol. Jedná se o rodinný dům pro 4 osoby. Výsledkem diplomové práce bude optimalizace návrhu a dosažení budovy s téměř nulovou spotřebou energie dle Vyhlášky 78/2013 o energetické náročnosti budov.

**Klíčová slova:** budova s téměř nulovou spotřebou energie, tepelné ztráty, energetické zdroje, energetický audit, energetický štítek

**Title:** Intelligent nearly zero energy family house

**Author:** Veronika Štojdlová

**Department:** Katedra technických zařízení budov

**Supervisor:** prof. Ing. Karel Kabele, CSc.

**Abstract:** Diploma project details with energy balancing the family house. In the thesis work will be energy audit at the building in which they compared the design on a proposal from heat sources for the family house. After evaluating several possible options will be chosen one and the further extended to project documentation. As a basis for this energy assessment will consist of three of the house with the basic energy proposal. The family house is designed in the territory of the Prague Sedlec-Suchdol. This is a family house for four people. The result of the thesis will optimise the proposal and the achievement of nearly zero- energy by the decrees 78/2013 on the energy performance of buildings.

**Keywords:** building with nearly zero energy, heat loss, energy sources, energy audits, energy shield

# OBSAH

<b>1. ÚVOD</b> .....	<b>8</b>
1.1. KATEGORIE ENERGETICKY ÚSPORNÝCH DOMŮ .....	8
1.2. CO JE TO BUDOVA S TĚMĚŘ NULOVOU SPOTŘEBOU ENERGIE .....	8
1.3. CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE .....	10
<b>2. ENERGETICKÝ AUDIT</b> .....	<b>11</b>
2.1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE .....	11
2.1.1. Údaje o vlastníkoví předmětu energetického auditu .....	11
2.1.2. Údaje o předmětu energetického auditu .....	11
2.1.3. Údaje o zpracovateli energetického auditu .....	11
2.2. POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU .....	11
2.2.1. Předmět energetického auditu .....	11
2.2.2. Energetické vstupy včetně průměrných hodnot .....	15
Hodnoty stanovené v programu NKN se téměř shodují s podrobným výpočtem skutečných spotřebičů instalovaných v tomto konkrétním domě. ....	
2.2.3. Vlastní zdroje energie (roční bilance výroby energie) .....	16
2.2.4. Rozvody energie .....	17
2.2.5. Významné spotřebiče energie .....	18
2.2.6. Tepelně technické vlastnosti budovy .....	19
2.2.7. Systém managementu a hospodaření energií podle ČSN EN ISO 50001- systém managementu hospodaření s energií .....	20
2.3. VYHODNOCENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU .....	20
2.3.1. Vyhodnocení účinnosti užití energie .....	20
2.3.2. Vyhodnocení tepelně technických vlastností stavebních konstrukcí budov .....	20
2.3.3. Celková energetická bilance .....	22
2.4. NÁVRHY JEDNOTLIVÝCH OPATŘENÍ KE ZVÝŠENÍ ÚČINNOSTI UŽITÍ ENERGIE .....	23
2.4.1. Název a popis opatření .....	23
2.4.2. Roční úspory energie v MWh/rok a porovnání úspor energie se stavem před realizací navrhovaného opatření .....	26
2.4.3. Náklady na realizaci navrhovaného opatření .....	26
2.4.4. Průměrné roční provozní náklady v tisících Kč/rok a porovnání ročních provozních nákladů se stavem před realizací navrhovaného opatření. ....	27
2.5. VARIANTY ŘEŠENÍ .....	27
2.5.1. Popis opatření, ze kterých je varianta složena .....	27
2.5.2. Roční úspory energie v MWh/rok a porovnání úspor energie se stavem před realizací navrhované varianty .....	28

2.5.3.	Investiční náklady na realizaci .....	29
2.5.4.	Průměrné roční provozní náklady v tisících Kč/rok a porovnání ročních provozních nákladů se stavem před realizací navrhované varianty .....	29
2.5.5.	Ekonomické vyhodnocení .....	29
2.5.6.	Ekologické vyhodnocení .....	31
2.5.7.	Stanovení okrajových podmínek k porovnání s parametry pro budovu s téměř nulovou spotřebou energie .....	32
2.5.8.	Celková energetická bilance .....	33
2.6.	VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY .....	34
<b>3.</b>	<b>INTELIGENTNÍ ŘÍZENÍ BUDOVY.....</b>	<b>35</b>
3.1.	CO JE TO INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE .....	35
3.2.	SYSTÉM EGO-N .....	35
3.2.1	Popis jednotlivých prvků systému Ego-n.....	35
3.2.2.	Úrovně nastavení systému Ego-n .....	36
3.3.	NÁVRH INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE.....	38
3.3.1.	Návrh snímačů.....	38
3.3.2.	Návrh akčních členů.....	39
3.3.3.	Návrh primární a sekundární sběrnice.....	39
3.3.4.	Logické vazby .....	40
	<b>CITOVANÁ LITERATURA .....</b>	<b>43</b>
<b>4.</b>	<b>VIZUALIZACE.....</b>	<b>44</b>

## SEZNAM TABULEK

Tab. 1 – Kategorie energeticky úsporných domů .....	8
Tab. 2 – Parametry a hodnoty referenční budovy.....	9
Tab. 3 – Parametry objektu.....	12
Tab. 4 – Vypočtená spotřeba energie.....	15
Tab. 5 – Odhad spotřeby elektrické energie dle příkonu spotřebičů a jejich užívání .....	16
Tab. 6 – Základní technické ukazatele plynového kotle .....	16
Tab. 7 – Roční bilance výroby plynového kotle.....	17
Tab. 8 – Základní technické parametry rodinného domu.....	19
Tab. 9 – Okrajové podmínky pro výpočet energetické náročnosti budovy.....	19
Tab. 10 - Součinitele prostupu tepla obvodových konstrukcí a požadavky normy.....	21
Tab. 11- Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy .....	21
Tab. 12 - Klasifikační třídy prostupu obálkou hodnocené budovy.....	21
Tab. 13 - Energetická bilance .....	22
Tab. 14 – Úspory energie.....	26
Tab. 15 – Energie podle energonositelů.....	26
Tab. 16 – Náklady na realizaci opatření.....	26
Tab. 17 – Provozní náklady opatření.....	27
Tab. 18 – Porovnání celkové dodané energie variant .....	28
Tab. 19 – Roční úspory energie variant.....	28
Tab. 20 – Investiční náklady variant.....	29
Tab. 21 – Provozní náklady variant .....	29
Tab. 22 – Ekonomické vyhodnocení .....	30
Tab. 23 – Porovnání emisí znečišťujících látek .....	31
Tab. 24 – Požadavky na budovu s téměř nulovou spotřebou energie.....	32
Tab. 25 – Hodnoty energetického průkazu .....	33
Tab. 26 – Porovnání energetických bilancí.....	33

## SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 – Rozdělení spotřeby podle energonositelů .....	15
Graf 2 – Rozdělení energií podle druhu spotřeby.....	22

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Situace .....	15
Obr. 2. Schéma rozvodů.....	18
Obr. 3. Primární sběrnice .....	36
Obr. 4. Napojení sekundární sběrnice .....	36
Obr. 5. Základní struktura systému .....	37
Obr. 6. Primární a sekundární sběrnice objektu.....	40



## 1. ÚVOD

Diplomová práce se věnuje detailnímu energetickému vyhodnocení budovy a optimalizaci systémů s cílem navrhnout budovu s téměř nulovou spotřebou energie. Podle nového zákona 318/2012 o hospodaření s energií mají splňovat všechny nové domy od roku 2020 podmínky pro budovy s téměř nulovou spotřebou energie. Dům bude posuzován podle vyhlášky 78/2013 o energetické náročnosti budov. Dalším bodem diplomové práce je návrh inteligentního řízení všech instalovaných systémů.

### 1.1. KATEGORIE ENERGETICKY ÚSPORNÝCH DOMŮ

V dnešní době je v podstatě běžným standardem stavba energeticky úsporných domů. Dokonce většina novostaveb je navržena jako vysoce energeticky úsporné domy. Norma ČSN 730540-2:20011 stanovuje minimální hodnoty pro novostavby. V energetickém průkazu musejí budovy spadat minimálně do kategorie C. Hodnocení energetické náročnosti budov a zařazení do kategorií probíhá na základě porovnání parametrů hodnocené budovy s budovou referenční. Pro zařazení do kategorií slouží několik ukazatelů. Mezi základní ukazatele patří celková dodaná energie, neobnovitelná primární energie a průměrný součinitel prostupu tepla. Zákon 318/2012 o hospodaření s energiemi stanovuje, že od roku 2020 musí všechny novostavby (bytové, rodinné, administrativní) s plochou menší než 350m<sup>2</sup> splňovat požadavky dle vyhlášky 78/2013 o energetické náročnosti budov. Měli by být budovami s téměř nulovou spotřebou energie.

Tab.1. Kategorie energeticky úsporných domů

Kategorie	Název kategorie	Energie
A	Vysoce úsporná	0,5 · E <sub>R</sub>
B	Úsporná	0,75 · E <sub>R</sub>
C	Vyhovující	E <sub>R</sub>

Základním úkolem je tedy snížit energetickou náročnost budov. Energetickou náročností budovy se rozumí vypočtené množství energie nutné pro pokrytí potřeby energie spojené s užíváním budovy, zejména na - vytápění, chlazení, větrání, úpravu vlhkosti přípravu teplé vody a osvětlení (1). Díky snížení energetické náročnosti budov se většina budov může stát nezávislou na vnější dodané energii a předcházet tak zvyšujícím se nákladům na energii. Budovy, které vyrobí dostatečné či vyšší množství energie než je jejich spotřeba, přece jen nějakou dodanou energii potřebují. Je tomu tak hlavně z důvodu, že spotřeba energie a výroba energie není vždy v čase stejná. Energeticky úsporné budovy tedy pokryjí většinu své energetické náročnosti zdroji z okolního prostředí.

### 1.2. CO JE TO BUDOVA S TĚMĚŘ NULOVOU SPOTŘEBOU ENERGIE

Budova s téměř nulovou spotřebou energie je budova, která má velmi nízké spotřeby dodané energie a většinu své potřeby pokryje energií z okolního prostředí.

Ukazatele energetické náročnosti, které se u budov hodnotí

- a) Celková primární energie za rok,
- b) Neobnovitelná primární energie za rok,

- c) Celková dodaná energie do budovy 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

Požadavky na energetickou náročnost nové budovy s téměř nulovou spotřebou energie jsou učeny na základě splnění těchto ukazatelů energetické náročnosti hodnocené budovy

- neobnovitelná primární energie za rok,
- celková dodaná energie do budovy za rok,
- průměrný součinitel prostupu tepla.

Tyto ukazatele musejí být nižší než referenční hodnoty energetické náročnosti referenční budovy. Hodnoty celkové dodané energie a neobnovitelné primární energie nejsou tedy stanoveny konkrétním číslem. Stanoví se vždy výpočtem hodnot konkrétní hodnocené budovy a jí příslušné referenční budovy. Pro průměrný součinitel prostupu tepla platí, pro budovu s téměř nulovou spotřebou energie, že součinitel prostupu tepla musí být maximálně 0,7 násobku hodnoty požadované normou ČSN 73 0540.

Tab.2. Parametry a hodnoty referenční budovy (2)

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	0,8	0,7
Průměrný součinitel prostupu tepla jednozónové budovy nebo dílčí zóny vícezónové budovy	$U_{em,R}$	W/(m <sup>2</sup> K)	0,5		
Průměrný součinitel prostupu tepla vícezónové budovy	$U_{em,R}$	W/(m <sup>2</sup> K)	Výpočet dle vyhlášky č.78/2013		
Přirážka na vliv tepelných vazeb	$U_{em,R}$	W/(m <sup>2</sup> K)	0,02		
Vnitřní tepelná kapacita	$C_R$	kJ/(m <sup>2</sup> K)	165		
Celková propustnost slunečního záření (solární faktor)	$g_R$	-	0,5		
Činitel clonění aktivními stínicími prvky pro režim chlazení	$F_{sh,R}$	-	0,2		
Vyrobena elektřina	$Q_{el,R}$	kWh	0		
Využitá energie slunečního záření energie větru a geotermální energie	$Q_{env,R}$	kWh	0		

### 1.3. CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE

Cílem Diplomové práce je vybrat na základě jednotlivých kritérií a hodnocení nevhodnější zdroj energie pro budovu rodinného domu. Tak aby dům splňoval požadavky na budovu s téměř nulovou spotřebou energie. Pro vyhodnocení jednotlivých zdrojů nám bude sloužit energetický audit pro zmiňovaný rodinný dům. Hodnocení zdrojů bude především z ekonomického a ergonomického hlediska.

Dále se budu v diplomové práci věnovat inteligentnímu řízení navrženého systému. A to zejména z pohledu uživatele a snadného ovládání sofistikovaného systému zajišťujícího velké energetické úspory a příjemné vnitřní prostředí.

## 2. ENERGETICKÝ AUDIT

### 2.1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

#### 2.1.1. Údaje o vlastníkovi předmětu energetického auditu

Investor: Není znám

Telefon: -

Email: -

#### 2.1.2. Údaje o předmětu energetického auditu

Název akce: **Optimalizace návrhu technického zařízení rodinného domu  
Sedlec- Suchdol**

Kraj: *Středočeský*

Okres: *Praha, Sedlec-Suchdol*

Katastrální území: *Praha Sedlec. Parcela č. 200/65, č. kat. 325*

#### 2.1.3. Údaje o zpracovateli energetického auditu

Jméno: *Veronika Štojdlová*

Adresa: *Terronská 29 , 160 00 , Praha 6- Dejvice*

Tel: *605052509*

Email: *veronika.stojdlova@fsv.cvut.cz*

## 2.2. POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU

### 2.2.1. Předmět energetického auditu

Předmětem energetického auditu je návrh a posouzení energeticky úsporných opatření na stavebních konstrukcích a zdrojích tepla. Energetický audit je zpracován v souladu se zákonem o hospodaření energií č. 480/2012 Sb. o energetickém auditu a energetickém posudku

Pro zpracování předpokládané zprávy o energetickém auditu byly využity následující podklady:

- Projektová dokumentace, zpracovaná v roce 2014 jako studie rodinného domu v rámci Bakalářské práce
- Dokumentace vytápění a vzduchotechniky z roku 2015/2016 v rámci Projektu 1 a Projektu 2

Rodinný dům je navržen na nově navržené urbanistické území na okraji Prahy Sedlec-Suchdol. Toto území je situováno na bývalé skládce stavební suti. Řešený objekt je umístěn na parcele č. 200/65 v katastrálním území Sedlec (325), v Středočeském kraji.

#### a. Charakteristika hlavních činností předmětu energetického auditu

Předmětem energetického auditu je novostavba rodinného domu. Rodinný dům obývají 4 osoby. Skládá se ze dvou nadzemních podlaží. V prvním nadzemním podlaží jsou umístěny vstupní prostory orientované na sever. Na zádveří a vstupní halu navazují místnosti ateliéru, technického zázemí a sociálního vybavení (wc, prádelna) a hlavní obytný prostor s kuchyňským a jídelním koutem. Z hlavního obytného prostoru vede dvouramenné schodiště do 2NP . V druhém nadzemním podlaží se nacházejí jednotlivé ložnice obyvatelů domu a jim příslušné koupelny. Na jih jsou umístěny dětské pokoje a na sever ložnice rodičů s koupelnami a šatnou.

Tab. 3 –Parametry objektu

Obytná plocha	255 m <sup>2</sup>
Průměrná výška místnosti	2,95 m
Obestavěný prostor	746 m <sup>3</sup>
Tepelná ztráta	8,17 kW
Průměrná teplota interiéru	20 C°
Opravný součinitel	0,99
Venkovní výpočtová teplota	-12 C°
Tepelná ztráta (nkn,obálková metoda)	5,8 kW
Tepelná ztráta (místností)	8,17 kW

Energetický audit zhodnotí návrh konstrukcí obálky budovy, návrhy jednotlivých technických zařízení budovy a účinnost z hlediska energie i ekonomie. Předmětem Energetického auditu je optimalizace a návrh variant řešení k dosažení Budovy s téměř nulovou spotřebou energie.

#### b. Popis technických zařízení, systémů a budov

Rodinný dům má konstrukci obálky budovy navrženou ze skladeb, které mají součinitel prostupu tepla  $U=0,12 \text{ KW/m}^2$ . Jednotlivé skladby jsou uvedeny níže.

**Základy** - Objekt je založen na základové železobetonové desce tl. 250 mm. Její základová spára je v hloubce  $-0,500 \text{ mm}$ . Základy jsou odizolované proti zemní vlhkosti hydroizolací Büscher a Hofmann 4.5 mm. Hydroizolace je chráněna podkladním betonem s kari sítí tloušťky 150 mm. Hydroizolace je vytažena k horní hraně železobetonové desky v zalomení hydroizolace je po obvodě desky zpětný spoj. Železobetonová deska je po obvodě zateplená izolací Isover XPS tl.250 mm.

**Svislé konstrukce** - Svislé nosné konstrukce jsou ze zdiva Liapor AKU 200 mm. Stěny jsou ukončeny buď železobetonovým věncem, nebo nadokenním překladem. Tvárnice jsou kladeny do malty ML 36. V západní části prvního nadzemního podlaží a v jižní části druhého nadzemního podlaží bude svislá nosná konstrukce řešena železobetonovými sloupy 200/200 mm.

Nenosné konstrukce jsou tvořeny tvarovkami Liapor AKU tl. 115 mm a 200 mm. Tvárnice jsou kladeny do malty ML 36. Povrchová úprava příček je jemná vápenocementová omítka baumit MPI 25 nebo keramický obklad. Další nenosné konstrukce jsou v druhém nadzemním podlaží navrženy předstěny kvůli odvodnění ploché střechy.

Obvodové stěny, krom obvodových stěn garáže, jsou obaleny tepelnou izolací ISOVER Fassil tl.250 mm. Fasáda je řešena, buď jako kontaktní s povrchovou úpravou z omítky Baumit Termo extra v bílé barvě, nebo jako provětrávaná s provětrávanou mezerou tl.50 mm. Povrchová úprava provětrávané fasády je kamenný obklad firmy Dekstone –wallstone N3003 black slate připevněný na kovový rošt.

**Vodorovné konstrukce**- Mezi vodorovné konstrukce patří železobetonové desky, jsou navrženy jako lokálně podepřené desky tl. 240 mm. První jako strop a střecha nad prvním nadzemním podlažím. A druhá jako nosná konstrukce střechy nad druhým nadzemním podlažím.

**Podlahy** - Povrchy podlah budou v obytných místnostech dřevěné lamely odstín ořech firmy Sortim. Technická místnost, sklad, prádelna, wc, vyvolávací komora a koupelny mají keramickou dlažbu Zeus černá 29,7/60 cm. V garáži je betonová stěrka.

**Výplně otvorů** - Okenní výplně jsou navrženy od firmy VEKRA OKNA. Jsou to dřevěné rámy obalené z venku hliníkovými rámy tip ALU Desing Softline. Z hlediska tvaru a otevírání jsou navržena okna klasicky otevíravá, okenní portály s posuvnými okenními křídly a okna pevná. Všechna okna jsou bezparapetní. Kotvení rámu je celo obvodové. Výplň okenních křídel je z izolačního trojskla. Součinitel prostupu tepla celého okenního otvoru bude  $U=0.72W/m^2K$ .

#### **Skladby obvodových konstrukcí:**

Skladba obvodové stěny - kontaktní zateplovací systém

- Vnější omítka Baumit-Termo Extra tl. 10 mm
- Tepelná izolace Isover fasil tl. 250 mm
- Zdivo Liapor 200mm o rozměrech 200/375/250 mm, na maltu LM 36
- Lehká vápenocementová omítka

Skladba obvodové stěny-provětrávaná konstrukce

- Kamenný obklad Dekstore tl.20mm
- Provětrávaná mezera tl.50 mm
- Tepelná izolace Isover fasil tl. 250 mm
- Zdivo Liapor 200mm o rozměrech 200/375/250 mm, na maltu LM 36
- Lehká vápenocementová omítka

Skladba podlahy na terénu

- Nášlapná vrstva dřevěné lamely, nebo dlažba
- Betonová mazanina tl.50 mm
- Tepelná izolace tl. 40 mm
- Železobetonová základová deska tl. 250 mm
- Hydroizolace Büscher a Hofmann tl. 5 mm
- Podkladní beton tl. 30 mm
- Podsyp kačírek a pěnové sklo tl. 500 mm
- Kačírek tl. 150 mm
- Rostlý terén

Skladba střechy s vegetační vrstvou

- Vegetační vrstva tl.150 mm expanzní zeleň
- Hydroakumulační vrstva tvarovaná PE folie tl.40 mm
- Hydroizolace Büscher a Hofmann tl. 5 mm
- Tepelná izolace Isover EPS 200s desky tl. 250-315 mm lepeny k podkladu PU lepidlem, se spádovými klíny
- Parozábrana
- Železobetonová stropní deska tl. 240 mm

- Vápenocementová omítka Baunit MPI 25 tl. 10 mm

Skladba střechy s nášlapnou vrstvou

- Nášlapná vrstva dřevěný obklad tl. 20 mm
- Rektifikační terče
- Hydroizolace Büscher a Hofmann tl. 5 mm
- Tepelná izolace Isover EPS 200s desky tl. 250-315 mm lepený k podkladu PU lepidlem, se spádovými klíny
- Parozábrana
- Železobetonová stropní deska tl. 240 mm
- Vápenocementová omítka Baunit MPI 25 tl. 10 mm

**Vytápění** - V projektové dokumentaci je navrženo nízkoteplotní vytápění plynovým kotlem Vaillant. Otopný systém je řešen jako teplovodní podlahové vytápění v kombinaci s otopnými žebříky a nuceným přívodem větracího vzduchu. Tepelný spád podlahového vytápění a otopných žebříků je 35/55 °C. Plynový kotel pracuje v rozsahu jmenovitého tepelného výkonu při teplotním spádu 50/30 °C je 5,7-14,9kW. Maximální tepelný příkon pro vytápění 14,3 kW. Rozsah výstupní teploty je 30-80 °C.

**Příprava teplé vody** - přípravu teplé vody zajišťuje také plynový kotel. Maximální tepelný výkon plynového kotle pro přípravu teplé vody 16 kW. Maximální výstupní teplota 85 °C.

**Větrání** - Větrací jednotka s rekuperací tepla Regulus Sentinel Kinetic B plus s maximálním výkonem 490 m<sup>3</sup>/h. Jedná se o rovnotlaké nucené větrání. Vzduchotechnické potrubí přivádí čerstvý vzduch do jednotlivých místností. A odvádí vzduch odpadní zpět do jednotky, kde v části ZZT předá své teplo čerstvému vzduchu. Vzduchotechnické potrubí je vedeno pod stropem. Je zakončeno výústkami od firmy Regulus. Rozměry potrubí jsou 200/60 mm viz výkresová část. V objektu trvale žijí čtyři osoby. Objemový průtok je navržen podle požadavků normy.

### c. Situační plán

Novostavba rodinného domu je umístěna na pozemku č.200/65. Stavba je umístěna uprostřed severní strany pozemku, kde se severním oplocením pozemku lícuje severní fasáda garáže. Garáž je od objektu oddělena. Na východní straně je stavba vzdálena od hranice pozemku 4,5 m. Na západní straně 5,5 m. Na jižní straně se rozléhá zahrada o délce přibližně 16 metrů. V zahradě je také umístěn bazén o rozloze 24 m<sup>2</sup> orientován delší stranou na jih.



Obr. 1 - Situace

### 2.2.2. Energetické vstupy včetně průměrných hodnot

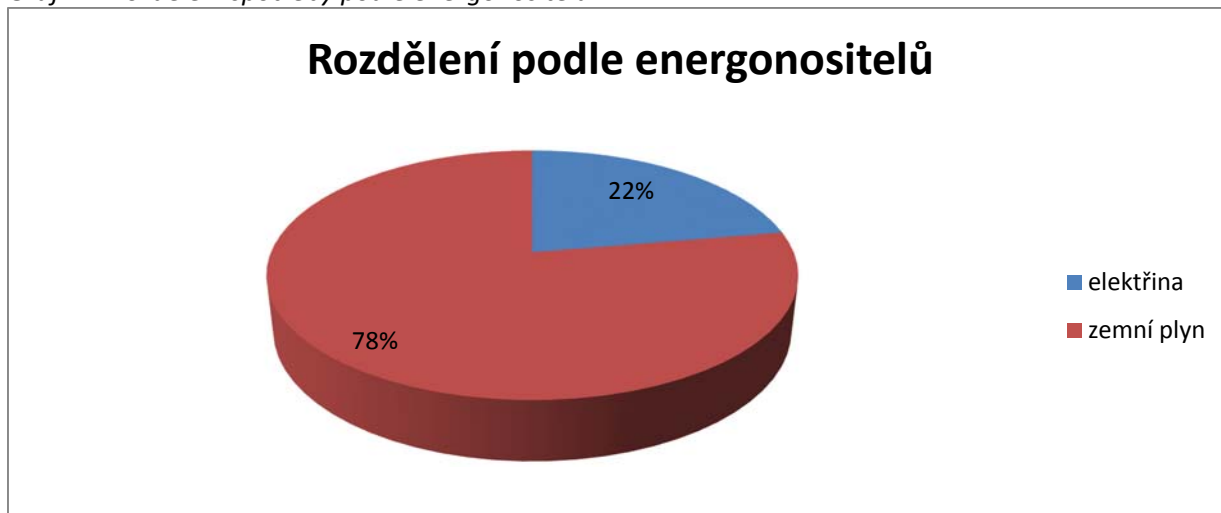
Jedná se o novostavbu, údaje o energetických vstupech nejsou známy. Uvedené hodnoty vycházejí z průkazu energetické náročnosti a z předpokládaného užívání spotřebičů.

Tab. 4 – Vypočtená spotřeba energie

Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jednotku	Přepočet na kWh/rok	Roční náklad v tis. Kč
elektřina	MWh	6,197	22,309	6197	23,42
zemní plyn	MWh	21,585	77,706	21585	81,59
Celkem vstupy paliv a energie				27782	105,016
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)				-	-
Celkem spotřeb paliv a energie				27782	105,016

\*hodnoty z programu nkn

Graf 1 – Rozdělení spotřeby podle energonositelů





Tab. 5 – Odhad spotřeby elektrické energie dle příkonu spotřebičů a jejich užívání

Název spotřebiče	Pořizovací cena (Kč)	Jmenovitý příkon (kW)	Čas používání denně (h)	Čas používání za rok (den)	Elektrická energie za rok kWh/rok	Náklady za rok (Kč) 1kWh=3,78Kč
Plynový kotel	109 600	0,07	24	365	613,2	2317,9
VZT Regulus	60 019	0,19	24	365	1664,4	6291,4
Osvětlení	3 000	0,36	15	365	1971	7450,4
Myčka	10 000	0,92	1,5	365	503,7	1904,0
Počítač	15 000	0,221	6	365	483,99	1829,5
Lednice A++	8 000	0,027	24	365	236,52	894,0
Pračka	7 000	0,75	6	48	216	816,5
Sušička	12 000	2,18	5	48	523,2	1977,7
Televize	6 000	0,1	5	337	168,5	636,9
Vysavač	4 000	0,5	1	48	24	90,7
Žehlička	1 549	2,4	3	48	345,6	1306,4
Indukční deska	5 600	2,2	0,5	365	401,5	1517,7
Elektrická trouba	5 500	0,88	2	48	84,48	319,3
Mikrovlnka	3 000	1	0,03	144	4,32	16,3
<b>Celkem</b>	<b>303 268</b>	<b>10</b>	<b>115</b>	<b>3 084</b>	<b>7 152</b>	<b>27 033</b>

\*hodnoty vychází z technických listů jednotlivých výrobků, doba používání je zvolena z průměrného užívání spotřebičů

Hodnoty stanovené v programu NKN se téměř shodují s podrobným výpočtem skutečných spotřebičů instalovaných v tomto konkrétním domě.

### 2.2.3. Vlastní zdroje energie (roční bilance výroby energie)

Zdrojem tepla pro vytápění je plynový kotel. Plynový kotel zajišťuje energii pro vytápění a pro přípravu teplé vody. Jedná se o závěsný kondenzační plynový kotel Vaillant eco TEC pro. Plynový kotel slouží pro vytápění a průtokový ohřev TV.

Tab. 6 – Základní technické ukazatele plynového kotle

ř.	Název ukazatele	Jednotka	Hodnota
1	Roční celková účinnost zdroje	(%)	94
2	Roční účinnost výroby elektrické energie	(%)	-
3	Roční účinnost tepla	(%)	94
4	Spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny	(GJ/MWh)	-
5	Spotřeba energie v palivu na výrobu tepla	(GJ)	85,32
6	Roční využití instalovaného elektrického výkonu	(hod)	-
7	Roční využití instalovaného tepelného výkonu	(hod)	365

Tab. 7 – Roční bilance výroby plynového kotle

ř.	Název ukazatele	Jednotka	Hodnota
1	Instalovaný elektrický výkon celkem	(MWh)	-
2	Instalovaný tepelný výkon celkem	(MWh)	5,7-14,3
3	výroba elektřiny	(MWh)	-
4	Prodej elektřiny	(MWh)	-
5	Vlastní technologická spotřeba elektřiny na výrobu elektřiny	(MWh)	-
6	Spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny	(GJ/r)	-
7	Výroba tepla	(GJ/r)	85,32
8	Dodávka tepla	(GJ/r)	-
9	Prodej tepla	(GJ/r)	-
10	Vlastní technologická spotřeba elektřiny na výrobu tepla	(GJ/r)	-
11	Spotřeba energie v palivu na výrobu tepla	(GJ/r)	85,32
12	Spotřeba energie v palivu celkem	(GJ/r)	85,32

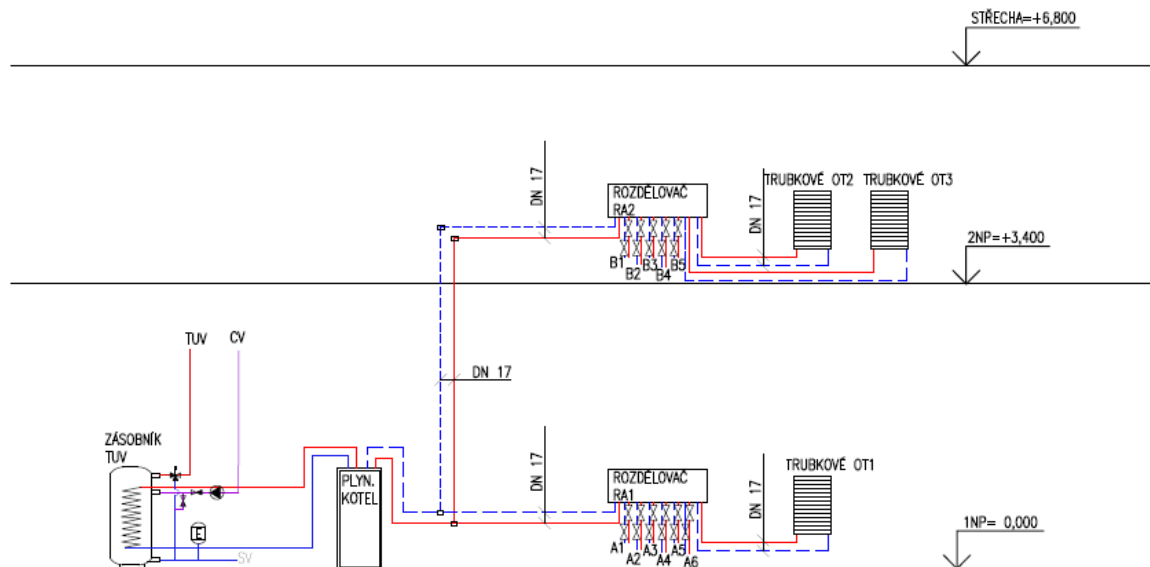
#### 2.2.4. Rozvody energie

##### a. Rozvod tepla a chladu

Rozvody tepla jsou řešeny pomocí teplovodního podlahového vytápění a jsou doplněny o otopné žebříky v místnostech koupelen a prádelny. Rozvody jsou uloženy na mokrý způsob. Otopný had je zalit přímo v betonové mazanině nad kročejovou izolací. Předpokládaná teplota přírodní otopné vody je 35-55 °C a podlaha pracuje s měrným tepelným výkonem 50 W/m<sup>2</sup>. Tvarování hadu je meandrovým způsobem. Tloušťka potrubí je 17x2 mm. Na každých 15 m<sup>2</sup> je samostatný přívod. Celkově je zde instalováno cca 184 m<sup>2</sup> podlahového vytápění. Smyčky jsou instalovány v místnostech - atelier a zádveří, obývací pokoj + kk, dětské pokoje, ložnice a koupelny. Délka otopných hadů je cca 1748,2 m a celkově je zde 11 smyček. Podlahové vytápění pokryje 8,17 kW tepelných ztrát místností. V objektu jsou tři otopné žebříky Koralux Rondo Comfort, jsou navrženy pouze jako doplňkové pro sušení oděvů atd. Otopné žebříky jsou umístěny v koupelnách a v prádelně.

Rozvody vzduchotechniky jsou vedeny pod stropem v podhledech. Jedná se o přívody čerstvého vzduchu do obytných místností a odvody vzduchu znečištěného z prostor koupelen a kuchyně. Je zde vzduchotechnická jednotka s rekuperací tepla Regulus Sentinel Kinetik B, která má maximální výkon 490 m<sup>3</sup>/h. Jednotka zajišťuje výměnu vzduchu 330m<sup>3</sup>/h. Jedná se o větrání 265,6 m<sup>2</sup>.

## b. Rozvod energie



Obr.1 - Schéma rozvodů

### 2.2.5. Významné spotřebiče energie

Mezi významné spotřebiče energie se řadí energie na vytápění, větrání, ohřev teplé vody a osvětlení.

Významným spotřebičem elektrické energie je

- Vzduchotechnická jednotka Regulus s rekuperací tepla má jmenovitý příkon 190W. Jednotka je v provozu celoročně a je regulována pomocí čidel teploty a vlhkosti vzduchu v místnostech.
- Osvětlení – v domě je instalováno 30 úsporných žárovek s elektrickým příkonem 12W

Významným spotřebičem tepelné energie je

- Podlahové vytápění – v domě je navrženo podlahové vytápění v obytných místnostech. Jsou zde dva rozdělovače po šesti smyčkách.
- Příprava teplé vody - v domě je navržena akumulární nádrž na 200 l. Průměrná spotřeba čtyřčlenné rodiny je 65 m<sup>3</sup>/rok.

## 2.2.6. Tepelně technické vlastnosti budovy

Tepelně technické vlastnosti jednotlivých skladeb

- obvodové stěny **SO1**- kontaktní zateplovací systém -  $U=0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$
- obvodové stěny **SO2**-provětrávaná konstrukce -  $U=0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$
- podlahy na terénu **P1** -  $U=0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$
- střechy **R1** -  $U=0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$
- střechy **R2** terasa -  $U=0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$
- okenní otvory **OV** -  $U=0,72 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $U_g=0,06 \text{ W/m}^2\text{K}$
- dveřní otvory **DV** -  $U=0,72 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $U_g=0,06 \text{ W/m}^2\text{K}$

Celkový součinitel prostupu tepla obálky budovy  **$U=0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$**

Základní geometrické parametry objektu a rozměry ochlazovaných konstrukcí uvádí následující tabulka

Tab. 8 – Základní technické parametry rodinného domu

Název	hodnota	měrná jednotka
zastavěná plocha objektu	197,14	m <sup>2</sup>
světlná výška podlaží	2,66-2,95	m
konstrukční výška podlaží	3,3	m
celková vnitřní podlahová plocha	255,6	m <sup>2</sup>
vytápěný obestavěný prostor budovy	610,11	m <sup>3</sup>
plocha obvodových konstrukcí „SO1“	121,45	m <sup>2</sup>
plocha obvodových konstrukcí „SO2“	41,92	m <sup>2</sup>
plocha střechy „R1“	166,06	m <sup>2</sup>
plocha střechy „R2“-terasa	65,36	m <sup>2</sup>
plocha podlahy na terénu „P1“	145,69	m <sup>2</sup>
plocha okenních výplní „OV“	93,125	m <sup>2</sup>
plocha dveřních výplní „DV“	6,95	m <sup>2</sup>

Tab. 9 – Okrajové podmínky pro výpočet energetické náročnosti budovy

Parametr	Hodnota	měrná jednotka
venkovní výpočtová teplota	-12	°C
návrhová teplota vnitřního vzduchu	20	°C
průměrná venkovní teplota v otopné období	3,6	°C
průměrná vnitřní teplota	20	°C
délka otopného období	275	den

### **2.2.7. Systém managementu a hospodaření energií podle ČSN EN ISO 50001- systém managementu hospodaření s energií**

V budově není zaveden systém managementu a hospodaření energií podle ČSN EN ISO 50001- systém managementu hospodaření s energií

## **2.3. VYHODNOCENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU**

### **2.3.1. Vyhodnocení účinnosti užití energie**

#### **a. Zdroje energie**

Jako hlavní zdroj tepelné energie je v rodinném domě navržen plynový kotel Vaillant. Jedná se o kotel závěsný kondenzační, který zajišťuje teplo pro vytápění a ohřev teplé vody. U kotle uvažujeme účinnost 94%. Tato účinnost vychází z doporučení TNI 73 0331. Kotel má modulovou regulaci a díky ní má vysokou účinnost i při 30% výkonu, přesně 108%. Maximální tepelný výkon kotle je tedy 14,9 kW a maximální tepelný příkon je při vytápění 14,3kW a při přípravě TV 16kW.

#### **b. Rozvody tepla a chladu**

Rozvody tepla pro vytápění jsou vedeny v podlaze. Potrubí podlahového vytápění je instalováno v betonové mazanině. Jedná se o potrubí Rehau Rauterm s 17x 2. Potrubí je ze zesíťovaného polyethylenu PE-Xa. Tento materiál má vynikající pevnost, odolnost proti napěťovým trhlinám, tvarovou stálost, odolnost proti stárnutí následkem tepla a velmi dobrou rázovou a vrubovou houževnatost. Spojovací technika je řešena jako násuvná objímka a zajišťuje těsnost a nerozebíratelné spojení, které lze pokládat přímo do podlahy (5). Potrubí je skládáno do systémových desek firmy Rehau. Potrubí je izolováno tepelnou izolací tl.30 mm.

Rozvody chladu jsou vedeny pod stropem objektu. Jedná se o potrubí vzduchotechniky. Přívod čerstvého vzduchu je veden do všech obytných místností. Je zde navrženo potrubí o rozměrech 200x20 mm.

#### **c. Významné spotřebiče energie**

V objektu jsou instalovány kvalitní významné spotřebiče energie. Energii pro podlahové vytápění a přípravu teplé vody zajišťuje vlastní zdroj energie, a to plynový kotel. Dalšími významnými spotřebiči energie jsou vzduchotechnická jednotka a osvětlení. Vzduchotechnická jednotka využívá dodanou elektrickou energii a pracuje s příkonem 190W. V celém objektu jsou instalovány úsporné zářivky, které zajišťují nižší spotřebu dodané elektrické energie na osvětlení. Odhadnutý příkon osvětlení je 360W.

### **2.3.2. Vyhodnocení tepelně technických vlastností stavebních konstrukcí budov**

Ve výpočtech jsou součinitele prostupu tepla obvodových konstrukcí posuzovány s požadovanými hodnotami normou ČSN 73 0540-2 z roku 2007. Pro porovnání slouží následující tabulka, kde jsou uvedeny jak požadované, tak doporučené hodnoty.

Tab. 10 - Součinitele prostupu tepla obvodových konstrukcí a požadavky normy

Konstrukce	současná hodnota U	požadovaná hodnota $U_{n,req}$	doporučená hodnota $U_{n,rc}$	stav
	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	
SO1 Obvodová stěna	0,12	0,3	0,24	vyhovuje
SO2 Obvodová stěna	0,12	0,3	0,24	vyhovuje
R1-střecha	0,12	0,24	0,16	vyhovuje
R2-terasa	0,12	0,24	0,16	vyhovuje
PD-podlaha	0,12	0,45	0,3	vyhovuje
OV	0,72	1,5	1,2	vyhovuje
DV	0,72	1,7	1,2	vyhovuje

Součinitele prostupu tepla navržených obvodových konstrukcí jsou z pohledu požadavků na výstavbu a tepelnou ochranu budov na vyhovující úrovni, tyto konstrukce splňují doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla uvedené v normě ČSN 730540-2:2011, které musejí být splněny u všech novostaveb.

Tab. 11- Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy

průměrný součinitel prostupu tepla	měrná jednotka	výpočet	hodnota
objemový faktor tvaru budovy	m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	A/V	0,67
měrná ztráta prostupem tepla	W/K	$A_i * U_i * b_i$	160,132
vypočtená hodnota $U_{em}$	W/m <sup>2</sup> K	$H_r/A$	0,19
požadovaná hodnota $U_{em,rq}$	W/m <sup>2</sup> K	$0,30+0,15/(A/V)$	0,46
doporučená hodnota $U_{em,rc}$	W/m <sup>2</sup> K	$0,75 * U_{em,rq}$	0,345
hodnota pro stavební fond $U_{em,s}$	W/m <sup>2</sup> K	$U_{em,rq}+0,60$	1,06

Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou budovy se stanovují podle požadované normové hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla  $U_{em,N}$ .

Tab. 12 - Klasifikační třídy prostupu obálkou hodnocené budovy (3)

klasifikační třídy	průměrný součinitel prostupu tepla budovy $U_{em}$ (W/m <sup>2</sup> K)	slovní vyjádření klasifikační třídy	klasifikační ukazatel CI
A	$U_{em} \leq 0,5 * U_{em,N}$	velmi úsporná	0,5
B	$0,5 * U_{em,N} \leq U_{em} \leq 0,75 * U_{em,N}$	úsporná	0,75
C	$0,75 * U_{em,N} \leq U_{em} \leq U_{em,N}$	vyhovující	1
D	$U_{em,N} \leq U_{em} \leq 1,5 * U_{em,N}$	nevyhovující	1,5
E	$1,5 * U_{em,N} \leq U_{em} \leq 2,0 * U_{em,N}$	nehospodárná	2
F	$2,0 * U_{em,N} \leq U_{em} \leq 2,5 * U_{em,N}$	velmi nehospodárná	2,5
G	$U_{em} \leq 2,5 * U_{em,N}$	mimořádně nehospodárná	-

Z předchozích tabulek a výpočtů je patrné, že v současném návrhu budova rodinného domu splňuje požadavky ( $U_{em} \leq U_{em,N}$ ) normy na průměrný součinitel prostoru tepla pro novostavby a změny dokončených staveb. Budova spadá do klasifikační třídy A, a je tudíž z hlediska prostupu tepla obálkou budovy „velmi úsporná“.

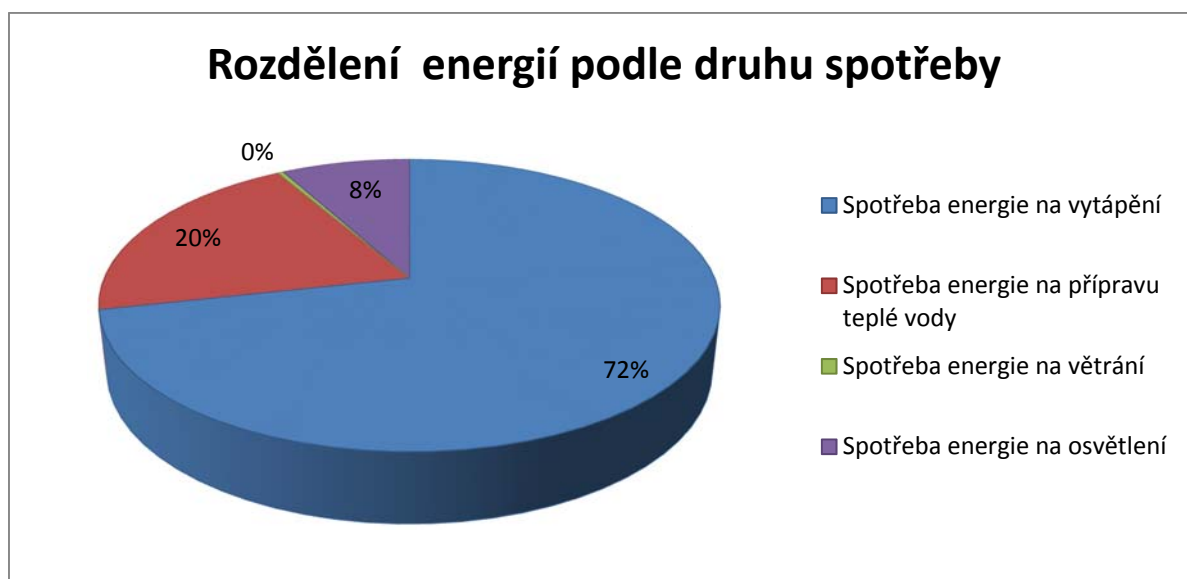
Výpočet tepelné ztráty byl proveden podle ČSN EN ISO 13790, ČSN EN 832 a ČSN 730540. Výstupy pro stávající navržený stav budovy a pro doporučená opatření jsou součástí přílohy.

### 2.3.3. Celková energetická bilance

Tab. 13 - Energetická bilance

ř.	Ukazatel	Energie		Náklady
		(MWh)	(GJ)	(tis.Kč)
1	vstupy paliv a energie	25,73	92,628	97,2594
2	Změna zásob paliv	-	-	-
3	Spotřeba paliv a energie	25,73	92,628	97,2594
4	Prodej energie cizím	-	-	-
5	Konečná spotřeba paliv a energie	25,73	92,628	97,2594
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie	-	-	-
7	Spotřeba energie na vytápění	17,77	63,972	67,1706
8	Spotřeba energie na chlazení	-	-	-
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody	5	18	18,9
10	Spotřeba energie na větrání	0,088	0,3	0,33264
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	-	-	-
12	Spotřeba energie na osvětlení	1,982	7	7,49196
13	Spotřeba energie na technologické procesy	-	-	-

Graf 2 – Rozdělení energií podle druhu spotřeby



## 2.4. NÁVRHY JEDNOTLIVÝCH OPATŘENÍ KE ZVÝŠENÍ ÚČINNOSTI UŽITÍ ENRGIE

### 2.4.1. Název a popis opatření

#### Opatření A - Změna skladby obvodových konstrukcí

Změna skladeb obvodových konstrukcí na doporučený součinitel prostupu tepla. Jedná se o snížení tloušťky tepelné izolace a současně snížení nákladů na konstrukce.

V původním návrhu splňují obvodové konstrukce  $U = 0,12 \text{ W/Km}^2$ , doporučená hodnota je  $0,24 \text{ W/Km}^2$  u svislých konstrukcí,  $0,16 \text{ W/Km}^2$  u střešní konstrukce a  $0,30 \text{ W/Km}^2$  u konstrukcí ve styku se zemí.

Obvodové stěny

Skladba obvodové stěny - kontaktní zateplovací systém

- Vnější omítka Baumit-Termo Extra tl. 10 mm
- Tepelná izolace Isover fasil tl. 120 mm
- Zdivo Liapor 200mm o rozměrech 200/375/250 mm, na maltu LM 36
- Lehká vápenocementová omítka

Snížení tloušťky tepelné izolace na 120mm.  $U=0,217 \text{ W/m}^2\text{K}$

Skladba obvodové stěny - provětrávaná konstrukce

- Kamenný obklad Dekstore tl.20mm
- Provětrávaná mezera tl.50 mm
- Tepelná izolace Isover fasil tl. 120 mm
- Zdivo Liapor 200mm o rozměrech 200/375/250 mm, na maltu LM 36
- Lehká vápenocementová omítka

Snížení tloušťky tepelné izolace na 120mm.  $U=0,223 \text{ W/m}^2\text{K}$

Střešní pláště

Skladba střechy s vegetační vrstvou

- Vegetační vrstva tl.150 mm expanzní zeleň
- Hydroakumulační vrstva tvarovaná PE folie tl.40 mm
- Hydroizolace Büscher a Hofmann tl. 5 mm
- Tepelná izolace Isover EPS 200s desky tl. 200-315 mm lepeny k podkladu PU lepidlem, se spádovými klíny
- Parozábrana
- Železobetonová stropní deska tl. 240 mm
- Vápenocementová omítka Baumit MPI 25 tl. 10 mm

Snížení tloušťky tepelné izolace na 200mm.  $U=0,160 \text{ W/m}^2\text{K}$



#### Skladba střechy s nášlapnou vrstvou

- Nášlapná vrstva dřevěný obklad tl. 20 mm
- Rektifikační terče
- Hydroizolace Büscher a Hofmann tl. 5 mm
- Tepelná izolace Isover EPS 200s desky tl.200-315 mm
- lepeny k podkladu PU lepidlem, se spádovými klíny
- Parozábrana
- Železobetonová stropní deska tl. 240 mm
- Vápenocementová omítka Baumit MPI 25 tl. 10 mm

Snížení tloušťky tepelné izolace na 200mm.  $U=0,154 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### Podlaha na terénu

##### Skladba podlahy na terénu

- Nášlapná vrstva dřevěné lamely, nebo dlažba
- Betonová mazanina tl. 50 mm
- Tepelná izolace tl. 100 mm
- Železobetonová základová deska tl. 250 mm
- Hydroizolace Büscher a Hofmann tl. 5 mm
- Podkladní beton tl. 30 mm
- Kačírek tl. 150 mm
- Rostlý terén

Snížení tloušťky pěnového skla na 300mm.  $U=0,289 \text{ W/m}^2\text{K}$

Snížením tloušťky izolací se sníží pořizovací náklady, ale zároveň zvýší tepelná ztráta objektu. U objektu došlo i ke změně součinitele prostupu tepla okenních a dveřních otvorů z 0,72 na 0,84  $\text{W/m}^2\text{K}$ . Celková tepelná ztráta objektu se při změnách součinitelů prostupu tepla zvýší na hodnotu 9,1 kW. Hodnota tepelné ztráty je vyšší jen o necelou 1kW, návrh tepelných zdrojů může zůstat beze změny.

#### **Opatření B – Instalace tepelného čerpadla země-voda**

Spočívá ve výměně stávajících zdrojů tepla (plynový kotel Vaillant.) za tepelné čerpadlo země-voda. Tepelné čerpadlo Master Therm (produktové označení DirectMaster-17ZD-2015) bude zajišťovat jak vytápění, tak přípravu teplé vody. Tepelné čerpadlo pracuje s faktorem účinnosti s COP 4,4 a výkonem 10,1 kW. Tepelné čerpadlo bude umístěno v technické místnosti a bude mít dva hlubinné vrty.

Tepelná ztráta objektu:	8,17 kW
Investiční náklady TČ	329,9 tis. Kč
Životnost:	20 let

### **Opatření C – Instalace tepelného čerpadla vzduch – voda**

Spočívá ve výměně stávajících zdrojů tepla (plynový kotel Vaillant.) za tepelné čerpadlo vzduch-voda, zajišťující přípravu tepla pro vytápění a přípravu teplé vody. Tepelné čerpadlo bude umístěno na střeše objektu. Jedná se o tepelné čerpadlo BoxAir-37Z s výkonem 9,1 kW a účinností COP 3,6.

Tepelná ztráta objektu:	8,17 kW
Investiční náklady celkem:	161,9 tis. Kč
Životnost:	20 let

### **Opatření D - Instalace solárních panelů**

Instalace solárních panelů na střechu pro zajištění přehřevu TV a v období přebytku sluneční energie je přihřívána i voda ve venkovním bazénu. Solární panely jsou od firmy Regulus typu trubcových vakuových kolektorů. Na střeše bude instalováno 5 slunečních kolektorů KTU 10. Každý sluneční kolektor má rozměr 1000x1970x140 mm.

Objem zásobníku TV:	200 l
Investiční náklady celkem:	61,5 tis. Kč
Životnost :	25-30 let

### **Opatření E – Instalace Fotovoltaických panelů**

Na střechu budou instalovány fotovoltaické panely, které zajistí potřebu elektřiny na osvětlení, provoz vzduchotechnické jednotky a další potřebu elektřiny v domácnosti. Fotovoltaika by měla sloužit k pokrytí vlastní spotřeby elektrické energie. Na objektu bude instalováno 5 panelů SHARP ND-R250A5. Jedná se o vysoce výkonné fotovoltaické panely z polykrystalických křemíkových solárních článků s jednotkovým výkonem 250Wp a účinností panelu 15,2%. Elektrárna bude tvořena pěti panely o celkové ploše 8,2 m<sup>2</sup> a celkovém instalovaném výkonu 12,5W. Přebytek elektrické energie se bude prodávat do veřejné sítě. Rozměry jednoho panelu: 1652 x 994 x 46 mm. Instalací fotovoltaických panelů se sníží dodaná energie do budovy.

Investiční náklady celkem:	22.5 tis. Kč
Životnost:	20 let

### **Opatření F – Instalace inteligentního řízení systému budovy**

Instalace inteligentního řízení od firmy Egon bude zajišťovat dokonalé zautomatizované řízení objektu. Dále jednotlivé funkce zpřijemňují a zjednodušují užívání stavby. Inteligentní řízení budovy bude spočívat v instalaci jednotlivých čidel, které budou zajišťovat automatickou regulaci vytápění dle nastavené požadované hodnoty v jednotlivých místnostech. Dále budou zajišťovat automatické ovládání žaluzií podle dopadajícího slunce. Také zde budou nainstalována čidla zajišťující přívod a odvod vzduchu. Všechna zařízení lze samozřejmě ovládat i podle individuálních potřeb uživatelů domu. Celý systém bude napojen na internet a bude ho možné ovládat i ze vzdáleného místa přes internetovou aplikaci.

### 2.4.2. Roční úspory energie v MWh/rok a porovnání úspor energie se stavem před realizací navrhovaného opatření

Celková dodaná energie budovy je 25,73 MWh/rok a neobnovitelná primární energie je 33,93 MWh/rok. V tabulce 14 jsou uvedeny úspory celkové dodané energie a neobnovitelné primární energie při použití jednotlivých opatření.

Tab. 14 – Úspory energie

Ozn.	Název opatření	Úspora celkové dodané energie (MWh/rok)	Celková dodaná energie (MWh/rok)	Úspora neobnovitelné primární energie (MWh/rok)	Neobnovitelné primární energie (MWh/rok)
A	Snížení tl. Izolace	-	37,04	-	46,48
B	Tepelné čerpadlo země-voda	3,75	24,42	24,01	12,13
C	Tepelné čerpadlo vzduch-voda	3,75	24,42	23,5	12,85
D	Solární panely	0,18	25,51	4,65	28,85
E	Fotovoltaické panely	0	25,79	0	25,2
F	Inteligentní řízení	-	-	-	-

Tab.15 - Energie podle energonositelů

Ozn.	Název opatření	Zemní plyn (MWh/rok)	Elektrina (MWh/rok)	Energie okolního prostředí (MWh/rok)
-	Stávající stav	22,769	3,05	0
A	Snížení tl. Izolace	34,025	3,104	0
B	Tepelné čerpadlo země-voda	0	3,05	16,378
C	Tepelné čerpadlo vzduch-voda	0	3,05	15,25
D	Solární panely	18,147	3,05	4,124
E	Fotovoltaické panely	20,678	3,05	-
F	Inteligentní řízení	-	-	-

### 2.4.3. Náklady na realizaci navrhovaného opatření

Náklady na realizaci jsou stanoveny dle cen uváděných konkrétními výrobci navrhovaného opatření. Prostá návratnost je vypočtena ze známého vzorce viz kapitola 2.5.5..

Tab. 16 - Náklady na realizaci opatření

Ozn.	Název opatření	Náklady na realizaci (tis. Kč)	Prostá návratnost (roky)
A	Snížení tl. Izolace	-	-
B	Tepelné čerpadlo země-voda	329,9	4,7
C	Tepelné čerpadlo vzduch-voda	161,9	2,3
D	Solární panely	61,5	3,5
E	Fotovoltaické panely	22,5	2,8
F	Inteligentní řízení	-	-

Nejnižší prostou návratnost vykazuje opatření E – fotovoltaické panely. Mezi zdroji pro vytápění je to opatření B-tepelné čerpadlo země-voda.

#### 2.4.4. Průměrné roční provozní náklady v tisících Kč/rok a porovnání ročních provozních nákladů se stavem před realizací navrhovaného opatření.

Průměrné roční provozní náklady stávajícího stavu jsou 97,6 tis.Kč. Náklady se sníží ve všech opatřeních kromě opatření A. U tepelných čerpadel je na provoz počítáno s 25% z jejich celkové dodané energie. Do provozních nákladů jsou započítány hodnoty z Tab.15.

Tab.17 – Provozní náklady opatření

Ozn.	Název opatření	Úspory na provozní náklady (tis. Kč/rok)	Provozní náklady (tis. Kč/rok)
A	Snížení tl. Izolace	-	140,3
B	Tepelné čerpadlo země-voda	70,6	27,0
C	Tepelné čerpadlo vzduch-voda	71,7	25,9
D	Solární panely	17,5	80,1
E	Fotovoltaické panely	7,9	89,7
F	Inteligentní řízení	-	-

Největší úspory provozních nákladů mezi zdroji na vytápění vykazuje opatření B – Tepelné čerpadlo země-voda. Mezi zdroji na předehřev TV má největší úspory proti stávajícímu návrhu opatření D - Solární panely.

## 2.5. VARIANTY ŘEŠENÍ

### 2.5.1. Popis opatření, ze kterých je varianta složena

Navržená opatření v předchozí kapitole lze realizovat každé samostatně tak, že za dané investice přinesou vypočtenou úsporu energie. Vzhledem k tomu, že některá opatření je smysluplné realizovat současně, budou v následujícím textu sestaveny soubory opatření do jednotlivých variant a další posouzení energetického auditu bude prováděno pro tyto varianty.

#### VARIANTA 1 – Fotovoltaické panely, TČ vzduch-voda a inteligentní elektro instalace

Varianta je složena z opatření C, E a F. Jedná se o instalaci fotovoltaických panelů a výměny zdroje tepla z plynového kotle na tepelné čerpadlo vzduch-voda. Na střeše bude instalováno 5 fotovoltaických panelů SHARP ND-R250A5 o rozměrech 1652 x 994 x 46 mm. Panely budou mít sklon 45°. Celková plocha panelů bude 8,2 m<sup>2</sup> a instalovaný výkon 12,5W. Dále bude v této variantě vyměněn plynový kotel za tepelné čerpadlo vzduch-voda BoxAir-37Z s výkonem 9,1 kW a účinností COP 3,4. Mezi další opatření patří instalace inteligentní elektro instalace e-gon pro zjednodušení a regulaci jednotlivých systémů.

## VARIANTA 2- Solární panely, TČ země-voda a inteligentní elektro instalace

Varianta 2 se skládá z opatření B, D a F. Nejdříve budou instalovány na střeše solární kolektory, které budou zajišťovat předehřev TV a ohřev vody v bazénu v období přebytku sluneční energie. Jedná se o solární vakuové kolektory firmy Regulus. Na střeše bude instalováno 5 slunečních kolektorů KTU 10 o rozměrech 1000x1970x140 mm ve sklonu 35°. Dále zde dojde k výměně zdroje tepla na vytápění, a bude zde instalováno tepelné čerpadlo země-voda DirectMaster s výkonem 10,1kW a účinností COP 4,4. Jako poslední opatření bude provedena inteligentní elektro instalace.

## VARIANTA 3- Snížení tepelné izolace, TČ země-voda, solární panely a inteligentní elektro instalace

Varianta 3 se skládá z opatření A, B, D a F. Snížení tloušťky tepelné izolace všech obvodových konstrukcí na tloušťky odpovídající hodnotám doporučeného součinitele prostupu tepla dle normy ČSN 73 0540-2:2011 a dále výměna zdroje energie z plynového kotle na tepelné čerpadlo země-voda DirectMaster s výkonem 10,1kW a účinností COP 4,4. Na střeše instalace solárních kolektorů, které budou zajišťovat předehřev TV a ohřev vody v bazénu v období přebytku sluneční energie. Jedná se o solární vakuové kolektory firmy Regulus. Na střeše bude instalováno 5 slunečních kolektorů KTU 10 o rozměrech 1000x1970x140 mm ve sklonu 35°. Jako poslední opatření bude provedena inteligentní elektro instalace.

### 2.5.2. Roční úspory energie v MWh/rok a porovnání úspor energie se stavem před realizací navrhované varianty

Tab.18 – Porovnání celkové dodané energie variant

Ozn.	Název Varianty	Celková dodaná energie (MWh/rok)	Neobnovitelná primární energie (MWh/rok)
Stávající stav	Plynový kotel	25,73	33,93
Varianta 1	TČ vzduch-vody, fotovoltaické panely	24,52	11,3
Varianta 2	TČ země- voda, solární panely	24,45	<b>9,42</b>
Varianta 3	Snížení TI, TČ země- voda, solární panely	35,8	9,64

Tab.19 – Roční úspory energie variant

Ozn.	Název Varianty	Úspora Celková dodaná energie (MWh/rok)	Úspora Neobnovitelná primární energie (MWh/rok)
Varianta 1	TČ vzduch-vody, fotovoltaické panely	1,21	22,63
Varianta 2	TČ země- voda, solární panely	1,28	<b>24,51</b>
Varianta 3	Snížení TI, TČ země- voda, solární panely	-10,07	24,29

### 2.5.3. Investiční náklady na realizaci

Tab. 20 - Investiční náklady variant

Ozn.	Název Varianty	Investiční náklady (tis. Kč)	Prostá doba návratnosti (roky)
Varianta 1	TČ vzduch-vody, fotovoltaické panely	184,4	2,2
Varianta 2	TČ země- voda, solární panely	404,2	4,3
Varianta 3	Snížení TI, TČ země- voda, solární panely	404,2	4,4

### 2.5.4. Průměrné roční provozní náklady v tisících Kč/rok a porovnání ročních provozních nákladů se stavem před realizací navrhované varianty

Provozní náklady stávající varianty jsou 128,255 tis.Kč/rok. Aplikací jakékoli z variant dojde k vysokému snížení provozních nákladů 85-93 tis.Kč/rok.

Tab. 21 - Provozní náklady variant

Ozn.	Název Varianty	Provozní náklady (tis. Kč/rok)	Úspora provozních nákladů (tis. Kč/rok)
Varianta 1	TČ vzduch-vody, fotovoltaické panely	42,714	85,541
Varianta 2	TČ země- voda, solární panely	35,600	92,648
Varianta 3	Snížení TI, TČ země- voda, solární panely	35,459	91,816

### 2.5.5. Ekonomické vyhodnocení

Pro ekonomické vyhodnocení navržených variant souborů opatření se stanoví v souladu s vyhláškou 480/2012 Sb.

**Prostá doba návratnosti**-doby splácení investice

$$T_s = IN/CF \quad (\text{roky})$$

IN investiční výdaje projektu

CF roční přínosy projektu (cash flow, změna peněžních toků po realizaci projektu)

**Reálná doba návratnosti**  $T_{sd}$  –doba splácení investice při uvažování diskontní sazby

$$T_{sd}$$

$$\sum_{t=1} CF_t \cdot (1+r)^{-t} - IN = 0 \quad (\text{roky})$$

$$t=1$$

$CF_t$  roční přínosy projektu (změna peněžních toků po realizaci projektu)

r diskont

$(1+r)^{-t}$  odúročitel

### Čistá současná hodnota (NPV –Net Present Value)

$T_z$

$$\sum_{t=1}^{T_z} CF_t \cdot (1+r)^{-t} - IN = NPV \quad (\text{tis.Kč}/r)$$

$t=1$

$T_z$  doba životnosti (hodnocení) projektu

### Vnitřní výnosové procento (IPR- Internal Rate of Return)

$T_z$

$$\sum_{t=1}^{T_z} CF_t \cdot (1+IPR)^{-t} - IN = 0 \quad (\%)$$

$t=1$

(5)

Tab.22 - Ekonomické vyhodnocení

Parametr	mj.	VAR 1	VAR 2	VAR 3
Celkové náklady bez DPH	tis. Kč	<b>184,4</b>	404,2	404,2
Celkové náklady S DPH	tis. Kč	<b>219,436</b>	480,998	480,998
Provozní náklady	tis. Kč	42,714	<b>35,6</b>	36,459
Roční růst cen energie	%	3	3	3
Diskont	%	4	4	4
Cash flow (úspory na provoz)	tis. Kč	85,541	<b>92,648</b>	91,816
Prostá doba návratnosti	roky	<b>2,2</b>	<b>4,4</b>	4,4
Reálná doba návratnosti	roky	<b>3</b>	<b>5</b>	5
Čistá současná hodnota	tis. Kč	<b>978,130</b>	854,917	843,609
Vnitřní výnosové procento	%	<b>49</b>	25	25
Odúročitel (20 let)	-	1162,53	<b>1259,11</b>	1247,81

Z ekonomického vyhodnocení nevyplývá úplně jasné rozhodnutí. Varianta 1 je výhodná z hlediska počáteční investice a návratnosti. Varianta 2 má nejnižší provozní náklady a díky tomu i nejvyšší úspory na provoz. Návratnost je u všech třech variant velice dobrá vzhledem k životnosti uvažované 20 let.

### 2.5.6. Ekologické vyhodnocení

Způsob ekologického vyhodnocení je proveden metodou globálního hodnocení, které je prováděno na bázi celospolečenského pohledu. Při změně dodávek energie, která je vyráběna v jiném místě, budou do výpočtu zahrnuty emisní faktory vycházející buď z konkrétních hodnot, nebo průměrných údajů o produktových znečišťujících látkách.

#### Výpočet emisí CO<sub>2</sub>

Emisní faktory uhlíku uvádí množství uhlíku, respektive oxidu uhličitého, připadajícího na jednotku energie ve spalovaném palivu. Emisní faktory uhlíku jsou v tomto výpočtu definovány jako všeobecné.

Zemní plyn 0,20196 t CO<sub>2</sub>/MWh

Elektřina 1,17 CO<sub>2</sub>/MWh

#### Výpočet emisí ostatních znečišťujících látek

Zemní plyn: 0 t TZL/MWh;

0,00001 t SO<sub>2</sub>/MWh;

0,000169 t NO<sub>x</sub>/MWh;

0,000034 t CO/MWh.

Elektřina 0,0008 t TZL/MWh;

0,001835 t SO<sub>2</sub>/MWh;

0,001835 t NO<sub>x</sub>/MWh;

0,000113 t CO/MWh.

Tab.23 - Porovnání emisí znečišťujících látek

znečišťující látka	t/rok						
	Stávající stav	VAR 1	Rozdíl	VAR 2	rozdíl	VAR 3	rozdíl
tuhé látky	0,002	0,005	-0,002	<b>0,004</b>	-0,002	0,005	-0,003
SO <sub>2</sub>	0,006	0,011	-0,005	<b>0,010</b>	-0,004	0,013	-0,007
Nox	0,009	0,011	-0,002	<b>0,010</b>	-0,001	0,013	-0,003
CO	0,001	0,001	0,000	<b>0,001</b>	0,000	0,001	0,000
CO <sub>2</sub>	8,167	7,079	1,088	<b>6,500</b>	1,667	7,987	0,180



## 2.5.7. Stanovení okrajových podmínek k porovnání s parametry pro budovu s téměř nulovou spotřebou energie

Tab.24 - Požadavky na budovu s téměř nulovou spotřebou energie

Parametr	REF 1	VAR 1	REF 2	VAR 2	REF 3	VAR 3	vyhodnocení	
Průměrný součinitel prostupu tepla jednozónové budovy nebo dílčí zóny vícezónové budovy (W/m <sup>2</sup> K)	0,46	0,191	0,46	<b>0,191</b>	0,46	0,293	Splněn	
Celková primární energie (MWh/rok)	-	32,808	-	<b>31,35</b>	-	42,147	Splněn	
Neobnovitelná primární energie (MWh/rok)	98,534	11,3	98,534	<b>9,42</b>	99,35	9,623	Splněn	
Celková dodaná energie (MWh/rok)	78,732	24,52	78,732	<b>24,44</b>	79,64	35,076	Splněn	
Dílčí dodaná energie (MWh/rok)	Vytápění	64,47	17,12	64,47	<b>17,12</b>	64,47	27,75	Splněn
	Větrání	0,768	0,088	0,768	<b>0,088</b>	0,768	0,088	Splněn
	příprava TV	8,92	5,329	8,92	<b>5,253</b>	9,63	5,248	Splněn
	Osvětlení	4,56	1,982	4,56	<b>1,982</b>	4,56	1,928	Splněn

Srovnání hodnot odpovídajících referenčních budov, podle jednotlivých energetických průkazů. Všechny varianty mají nižší hodnoty než hodnoty referenčních budov.

## 2.5.8. Celková energetická bilance

Tab. 25 - Hodnoty energetického průkazu

Hodnoty energetického průkazu		Současný stav	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3
Název varianty		Plynový kotel	TČ vzduch-voda, fotovoltaické panely	TČ země- voda, solární panely	Snížení TI, TČ země-voda, solární panely
Kategorie energetické náročnosti		A-mimořádně úsporná	A-mimořádně úsporná	<b>A-mimořádně úsporná</b>	A-mimořádně úsporná
Celková dodaná energie (kWh/m2.rok)		130,5	124,4	<b>124</b>	177,9
Neobnovitelná primární energie (kWh/m2.rok)		172,1	57,3	<b>48,5</b>	48,9
(W/m2K) Dílní dodaná energie (kWh/m2.rok)	Obálka budovy	0,191	0,191	<b>0,191</b>	0,293
	Vytápění	92,3	86,9	<b>86,9</b>	140,8
	Větrání	0,4	0,4	<b>0,4</b>	0,4
	Příprava TV	27,8	27	<b>26,6</b>	26,6
	Osvětlení	10,1	10,1	<b>10,1</b>	10,1
Celková dodaná energie podle energonositelů (kWh/rok)	Zemní plyn	22 769	0	<b>0</b>	0
	Elektřina	3050	3 050	<b>3050</b>	3104
	Energie okolního prostředí	0	13 462	16 701	24 817

Tab.26 - Porovnání Energetických bilancí

ř.	Ukazatel	Energie (MWh/rok)			
		Stáv. stav	VAR 1	VAR 2	VAR 3
1	Vstupy paliv a energie	25,73	24,52	<b>24,44</b>	35,076
2	Změna zásob paliv	-	-	-	-
3	Spotřeba paliv a energie	25,73	24,52	<b>24,44</b>	35,076
4	Prodej energie cizím	-	-	-	-
5	Konečná spotřeba paliv a energie	25,73	24,52	<b>24,44</b>	35,076
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie	0,944	0,944	<b>0,94</b>	1,001
7	Spotřeba energie na vytápění	17,77	16,704	<b>16,704</b>	27,284
8	Spotřeba energie na chlazení	-	-	-	-
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody	5	4,856	<b>4,78</b>	4,775
10	Spotřeba energie na větrání	0,088	0,088	<b>0,088</b>	0,088
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	-	-	-	-
12	Spotřeba energie na osvětlení	1,928	1,928	<b>1,928</b>	1,928
13	Spotřeba energie na technologické procesy	-	-	-	-

## 2.6. VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY

Na základě výsledků energetického auditu se doporučuje realizovat variantu 2, která zahrnuje následující opatření (podrobnější popis jednotlivých opatření je uveden v kapitole 2.4 a jejich podkapitolách)

**Opatření A** - snížení tepelné izolace obvodových konstrukcí

**Opatření B** - Instalace tepelného čerpadla země-voda

**Opatření D** - Instalace solárních kolektorů

**Opatření F** – Instalace inteligentní elektro instalace

Doporučená opatření je možno shrnout v těchto základních bodech:

- Investiční náklady 404,2 tis. Kč
- Úspora energie po realizaci 24 510 kWh/rok
- Úspora nákladů po realizaci 92,648 tis. Kč/rok

Z hlediska ekologického jsou všechny varianty šetrné k životnímu prostředí podle produkovaných emisí. Emise ovzduší znečišťujících látek jsou redukovány, u variant 1 a 2 dochází k podobné redukci CO<sub>2</sub>. Pro variantu 2 je to o 1,667 t/rok a u varianty 1 je to o 1,088 t/rok. Varianta 3 má podstatně nižší snížení než předchozí varianty a to 0,180 t/rok.

Z hlediska ekonomického je varianta 2 výhodná hlavně z důvodu nejnižších provozních nákladů a tím pádem i nejvyšší úspory provozních nákladů oproti stávající variantě. Z hlediska investičních nákladů a návratnosti je výhodnější varianta 1. Všechny varianty mají kvalitní dobu návratnosti v rozmezí 2-4 roky pro systémy s životností 20-25 let.

Varianta 2 představuje soubor nejefektivnějších opatření s ohledem na minimální zásah do vnitřního prostoru objektu, ale především s ohledem na ekonomickou i ekologickou stránku souvisejících opatření.

Varianta 2 má nejmenší neobnovitelnou primární energii a dodané dílčí energie na vytápění, větrání, osvětlení a přípravu TV.

Důležité parametry Varianty 2:

- Nová spotřeba paliv: 24,45 MWh/rok
- Typ paliva: Elektrická energie
- Měrná potřeba energie pro vytápění: 124 kWh/ m<sup>2</sup>rok
- Měrná spotřeba energie budovy: 86,9 kWh/ m<sup>2</sup>rok
- Průměrný součinitel prostupu tepla  $U_{em}$ : 0,191 W/m<sup>2</sup>K
- Požadovaný součinitel prostupu tepla  $U_{em,N}$ : 0,43 W/m<sup>2</sup>K

### 3. INTELIGENTNÍ ŘÍZENÍ BUDOVY

#### 3.1. CO JE TO INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE

Inteligentní elektro instalace zajišťuje plně automatizované domy řízené po sběrnici. Inteligentní elektroinstalace může ovládat světelné scény, snímače pohybu, vytápění, větrání, pohyb žaluzií, zabezpečení domu proti zlodějům a další. Systém zjednodušuje všední život, nastavuje individuální podmínky dle přání uživatele. Nezanedbatelnou výhodou jsou také úspory energií díky řízené regulaci vytápění, osvětlení a větrání.

Rozdíl mezi sběrníkovou a klasickou elektroinstalací je hlavně ve způsobu tažení kabeláže. Elektroinstalace lze vždy snadno rozšířit a změnit funkci vypínačů, dle potřeby uživatelů. Dalším rozdílem je možnost ovládat instalaci na dálku a dalších funkcí, které nejsou u klasické elektroinstalace možné.

#### 3.2. SYSTÉM EGO-N

Systém Ego-n je inteligentní elektroinstalace od firmy ABB, která se věnuje výrobní a obchodní činnosti v oblasti elektroinstalačních materiálů, zejména snímačů, zásuvek a dalšího příslušenství.

Systém Ego-n umožňuje (6):

- Řízení spínání a stmívání osvětlení
- Detekci vnitřního i venkovního pohybu
- Řízení pohonu žaluzií, předokenních rolet a markýz
- Řízení vytápění a chlazení, klimatizace
- Ovládání libovolných spotřebičů (s možností vzájemného blokování na základě zvolených priorit)
- Logické, centrální a časové funkce
- Návaznost na EZS (přes binární vstupy a výstupy expandérů systému)
- Vizualizaci a dálkové ovládání (pomocí vhodného tabletu, PC, kapesního počítače PDA nebo MDA)
- Vzdálený přístup a ovládání (prostřednictvím GSM a internetu)

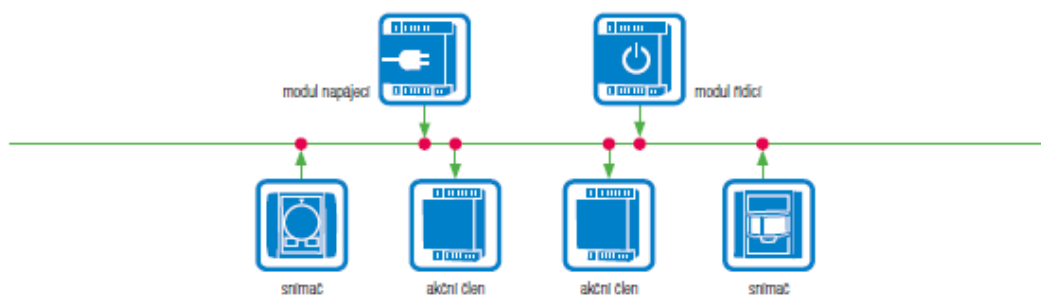
Pro rodinné domy se systém Ego-n uplatní zejména při řízení osvětlení, vytápění, rolet a spojené ovládání všech uvedených oblastí.

##### 3.2.1 Popis jednotlivých prvků systému Ego-n

Ego-n je sběrníkový systém využívající pro komunikaci mezi jednotlivými prvky sběrnici, tvořenou speciálním čtyřžilovým kabelem - dva vodiče slouží pro přenos informace a dva pro napájení prvků systému. V případě potřeby lze použít i bezdrátové ovládání prvků.(6)

Systém tvoří dvě základní sběrnice primární a sekundární sběrnice.

**Primární sběrnice** - Na primární sběrnici jsou umístěny jednotlivé vstupy (snímače), výstupy (akční členy), vždy modul řídicí a napájecí. Na jednu primární sběrnici lze připojit maximálně 64 prvků systému. Délka jedné primární sběrnice je maximálně 700 m s odbočkami do 30 m. Mezi řídicím a napájecím zdrojem je doporučena maximální vzdálenost 50 m.

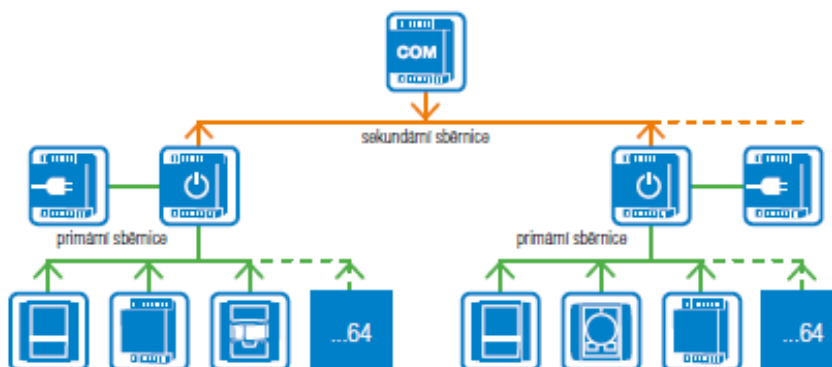


Obr.3-Primární sběrnice (6)

**Vstupy** (snímače)- Jedná se o tlačítkové snímače, digitální vstupy apod., které převádějí akci od uživatele nebo nějakého zařízení na danou informaci. Informace pak putuje na sběrnici, kde je vyhodnocena výstupem, který provede požadovanou akci (akční člen), např. sepnutí osvětlení či vytápění, stmívání, vyvolání scény atd.

**Výstupy** (akční členy)- Jedná se o moduly spínání, stmívání apod., které zajišťují splnění příkazu (informace), který je přiveden na sběrnici příslušnými vstupy. Výstupy rozeznávají příkaz podle registračního čísla paměťové karty, při shodě reaguje akční člen podle svého nastavení.

**Sekundární sběrnice** - Sekundární sběrnice propojuje řídicí členy a jsou na ní napojeny modul komunikační, modul GSM, modul vysílací RF a modul logických funkcí. Sekundární sběrnice je zpravidla umístěna v rozvaděči. Délka sekundární sběrnice je max. 2000 m.



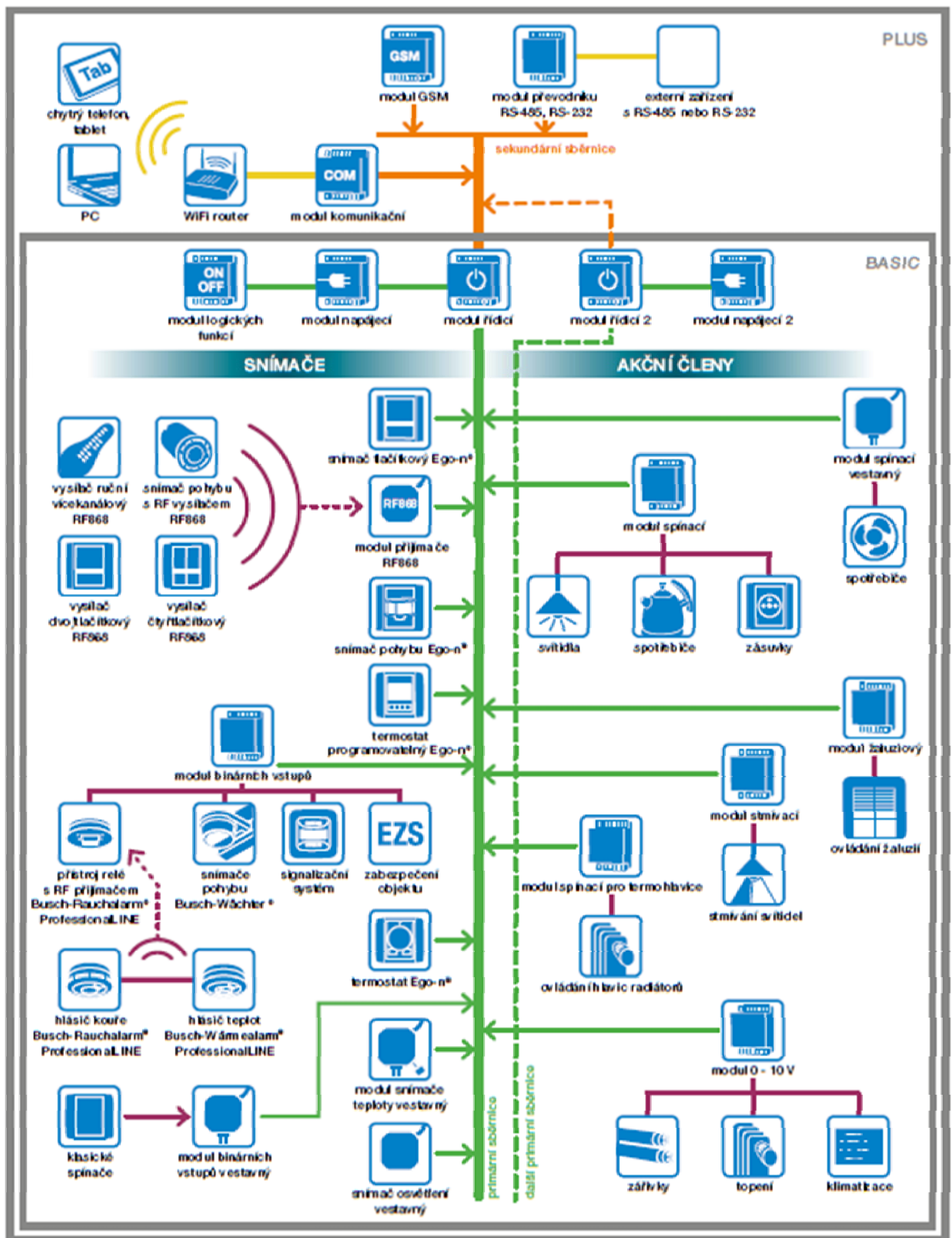
Obr.4 - Napojení sekundární sběrnice (6)

### 3.2.2. Úrovně nastavení systému Ego-n

Ego-n je tvořen dvěma úrovněmi nastavení systému Basic a Plus.

**Basic** - Instalace je tvořena jedním řídicím modulem a lze programovat jen manuálně bez připojení na počítač. Spínání osvětlení, stmívání, činnost rolet, snímačů pohybu a provázání termostatu s termohlavnicemi se nastavuje aktivací příslušného akčního členu a přiřazením tlačítka snímače.

**Plus** - instalace je tvořena více než jedním řídicím modulem nebo s požadavky na logické funkce nebo GSM ovládání. V tomto případě je nutné systém nastavit a oživit programovým režimem. Nastavuje se pomocí připojeného počítače ke komunikačnímu modulu s využitím programu Ego-n Asistent 2.



Obr. 5 - Základní struktura systému (6)

### 3.3. NÁVRH INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE

Jedná se o návrh inteligentní elektroinstalace pro rodinný dům. Bude použita inteligentní elektroinstalace systému Ego-n. Inteligentní elektroinstalace bude v nastavení systému Plus, bude tedy obsahovat jak primární tak sekundární sběrnici. Instalace bude zajišťovat ovládání všech světelných okruhů a zásuvkových okruhů, ovládání regulace podlahového vytápění a ovládání žaluziových okruhů, také bude zajišťovat ovládání světelných scén.

#### 3.3.1. Návrh snímačů

Snímače budou umístěny v jednotlivých místnostech na stěně poblíž oken či dveří. U vstupu na pozemek bude umístěn snímač pohybu, který zajišťuje zapnutí venkovního osvětlení na cestě ke vstupu do objektu. Další snímač pohybu bude umístěn v garáži. Tento snímač pohybu ovládá světlo v garáži. V garáži bude také umístěn tlačítkový snímač na ovládání osvětlení. V zádveří domu bude také umístěn snímač pohybu, který zajistí rozsvícení světel v zádveří. Dále zde bude dvounásobný snímač, který ovládá vytápění a světlo v místnosti zádveří a také vysílač RF signálu. Ve vstupní hale bude umístěn termostat se snímačem teploty k ovládání podlahového vytápění a také zde bude jednonásobný snímač osvětlení. Na toaletě bude umístěn snímač pohybu, který zapne světlo a zároveň spustí odsávání znečištěného vzduchu. V prádelně bude umístěn termostat se snímačem teploty na regulaci vytápění a jednonásobný snímač osvětlení. V technické místnosti bude jen jednonásobný snímač osvětlení. V obývacím pokoji bude u vstupních dveří umístěn centrální snímač s LCD displejem, dva dvounásobné snímače s RF přijímačem a programovatelný termostat s vnitřním a vnějším snímačem teploty. Regulace teploty otopné vody tedy závisí na teplotě venkovní i vnitřní. Dvounásobné snímače s RF přijímačem ovládají jednotlivé okruhy osvětlení a rolet. Dále budou v obývacím pokoji u kuchyňského koutu umístěny jednonásobné a dvounásobné snímače ovládající jednotlivé světelné okruhy a světelné scény. V atelieru budou instalovány dvounásobné snímače na ovládání osvětlení, světelných scén a rolet. Dále zde bude termostat se snímačem teploty. Na terase budou umístěny dva světelné okruhy, které bude ovládat snímač pohybu pro jeden okruh a jednonásobný snímač pro druhý okruh. V druhém nadzemním podlaží budou první snímače umístěny v hale naproti schodišti. Bude se jednat o snímač pohybu, který zajistí v nočních hodinách mírné osvětlení chodby, dále o dva dvounásobné spínače na ovládání rolet a světel v chodbě a na schodišti a o termostat se snímačem teploty. Ve všech ložnicích budou umístěny programovatelné termostaty se snímačem teploty. V dětských pokojích budou dva dvounásobné snímače pro osvětlení a ovládání rolet. V ložnici rodičů budou dva jednonásobné snímače pro ovládání rolety a světla. V koupelnách budou také umístěny termostaty se snímačem teploty a dvounásobný a jednonásobný snímač na osvětlení a ovládání rolet. U každých dveří do chodby bude umístěn jednonásobný snímač osvětlení chodby. Na lodžii a terase jsou také umístěny jednonásobné snímače na osvětlení.

Počet vstupů/ snímačů v 1NP:

- Tlačítkový snímač pohybu 6ks
- Tlačítkový snímač jednonásobný 7ks
- Tlačítkový snímač dvounásobný 7ks
- Tlačítkový snímač dvounásobný s RF přijímačem 2ks
- Tlačítkový snímač s LCD 1ks
- Termostat programovatelný 1ks
- Termostat prostý 3ks
- Snímač teploty 6ks

Počet vstupů/ snímačů v 2NP:

- Tlačítkový snímač pohybu 2ks
- Tlačítkový snímač jednonásobný 10ks
- Tlačítkový snímač dvounásobný 10ks
- Termostat programovatelný 3ks
- Termostat prostý 3ks
- Snímač teploty 7ks
- Snímač osvětlení 1ks

### 3.3.2. Návrh akčních členů

Počet výstupů/ akčních členů:

- Počet spínaných světelných okruhů **32** – 4ks modul spínací 8x 10A, řádový
- Počet ostatních systémem ovládaných obvodů
- Počet spínaných zásuvkových okruhů **4** – 1ks modul spínací 4x 16A, řádový
- Počet spínaných žaluziových okruhů **14** – 3ks modul žaluziový, řádový
- Počet okruhů topení **10** – 2ks modul spínací pro termohlavice, řádový
- Počet stmívaných obvodů **2** – 1ks modul stmívání, řádový

### 3.3.3. Návrh primární a sekundární sběrnice

**a. Primární sběrnice** může mít maximálně 64 prvků typu spínač nebo akční člen. Primární sběrnice bude umístěna v prvním nadzemním podlaží. V objektu bude jedna primární sběrnice, která bude mít jeden napájecí modul, jeden řídicí modul a modul logických funkcí.

- **Modul napájecí** slouží pro napájení primární sběrnice. Napájí sběrnice tlačítka a moduly primární sběrnice.
- **Modul řídicí** zajišťuje komunikaci mezi prvky primární sběrnice a umožňuje připojení sekundární sběrnice.
- **Modul logických funkcí** zajišťuje základní logické funkce systému a je umístěn na primární sběrnici. Logické funkce zajišťují propojení jednotlivých funkcí systému. Jedná se například o funkce: otevření okna – vypnutí topení, zhasnutí světla v místnosti – vypnutí některých spotřebičů atd.

**b. Sekundární sběrnice** bude obsahovat komunikační modul, modul GSM a modul vysílací RF.

- **Komunikační modul** slouží k řízení sekundární sběrnice. Stará se o napájení sekundární sběrnice a komunikaci mezi jednotlivými prvky.



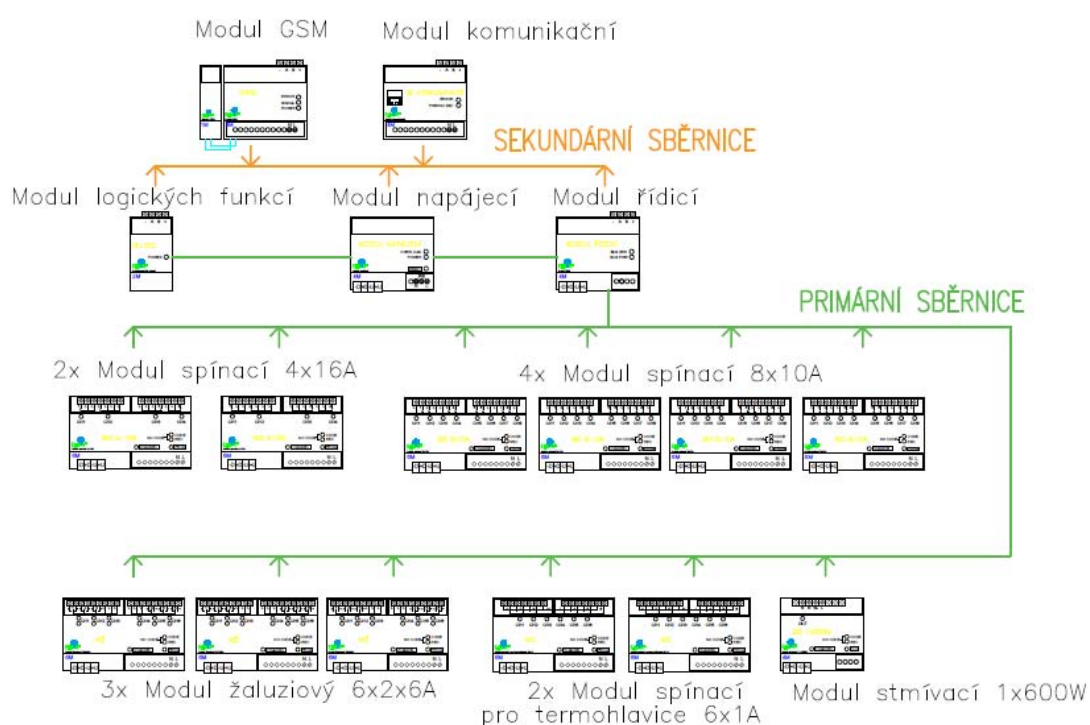
- **Modul GSM** zajišťuje ovládání a sledování systému pomocí textových zpráv (SMS). Pomocí tohoto modulu lze systém ovládat a naopak získávat informace o jeho stavu.

### 3.3.4. Logické vazby

Logické vazby zajišťují spínání či vypínání jednotlivých okruhů na základě nějakého děje např. teploty, otevření okna, vypnutí světla atd.

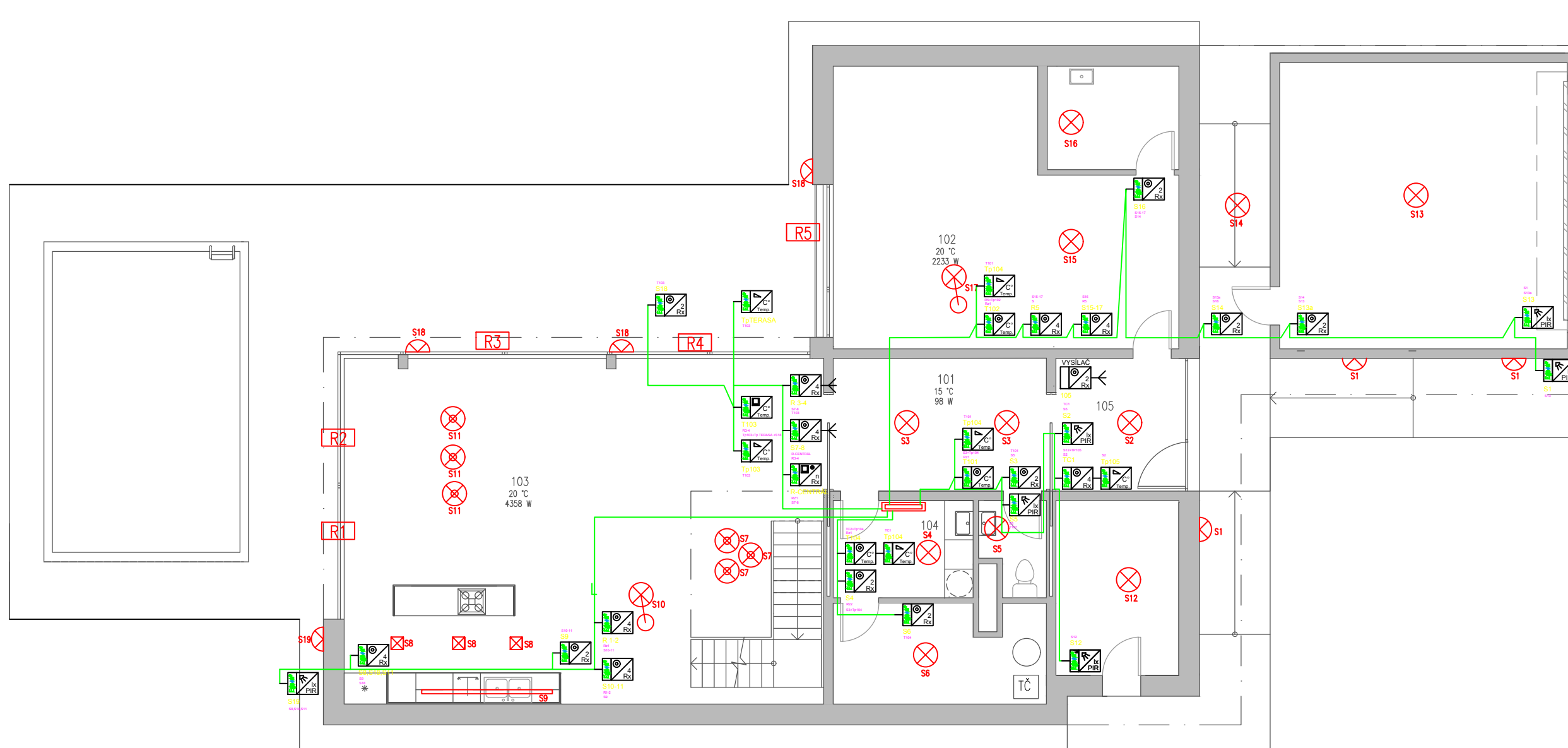
Mezi logické vazby použité v tomto projektu patří:

- Při otevření oken ve vytápěných místnostech – vypnutí podlahového vytápění
- Při vypnutí světla u kuchyňské linky – vypnutí zásuvek, které ovládají spotřebiče, které nepotřebují trvalý přísun elektrické energie a naopak
- Při nadměrném slunečním záření – zatáhnutí rolet a naopak










Obr. 6 - Primární a sekundární sběrnice objektu






# 1NP –Egon–rozmístění spínačů







## LEGENDA INSTALACÍ

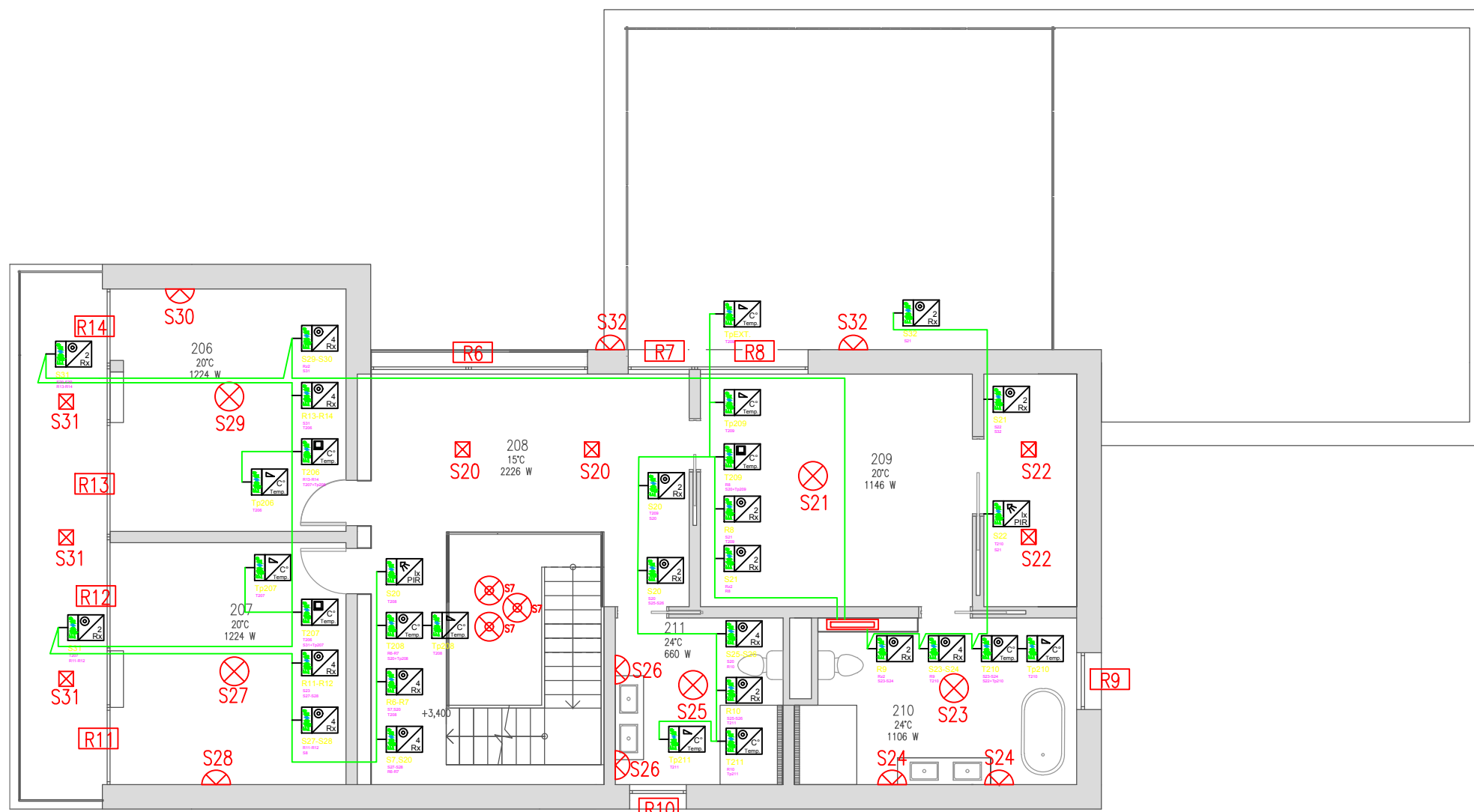
-  BODOVÉ OSVĚTLENÍ
-  SVÍTIDLO PŘISAZENÉ KE STROPU
-  SVÍTIDLO PŘISAZENÉ KE STĚNĚ
-  LEDKOVÁ PÁSKA
-  STOJACÍ LAMPA
-  ROLETY
-  ROZVADĚČ

## LEGENDA SNÍMAČŮ

-  Snímač pohybu, E+T 5x  
3272E–A18100xx
-  Tlačítkový snímač jednonásobný. 2x tl., E+T  
3271E–A28900xx
-  Tlačítkový snímač dvojnásobný. 4x tl., E+T  
3271E–A48900xx
-  Tlačítkový snímač dvojnásobný. 4x tl. s RF přijímačem, E+T  
3271E–A48800xx
-  Tlačítkový snímač s LCD, E+T  
3273E–A98900xx

-  Termostat programovatelný, E+T  
3273E–A58100xx
-  Termostat prostorový, E+T  
3274E–A58200xx
-  Snímač teploty, vestavný  
3279–C18010
-  RF Vysílač dvojtlačítkový, E+T  
3299E–A21900xx

# 2NP –Egon–rozmístění spínačů



## LEGENDA INSTALACÍ

- BODOVÉ OSVĚTLENÍ
- SVÍTIDLO PŘISAZENÉ KE STROPU
- SVÍTIDLO PŘISAZENÉ KE STĚNĚ
- LEDKOVÁ PÁSKA
- STOJACÍ LAMPA
- ROLETY
- ROZVADĚČ

## LEGENDA SNÍMAČŮ

- Snímač pohybu, E+T  
3272E–A18100xx
- Tlačítkový snímač jednonásobný. 2x tl., E+T  
3271E–A28900xx
- Tlačítkový snímač dvojnásobný. 4x tl., E+T  
3271E–A48900xx
- Tlačítkový snímač dvojnásobný. 4x tl. s RF přijímačem, E+T  
3271E–A48800xx
- Tlačítkový snímač s LCD, E+T  
3273E–A98900xx

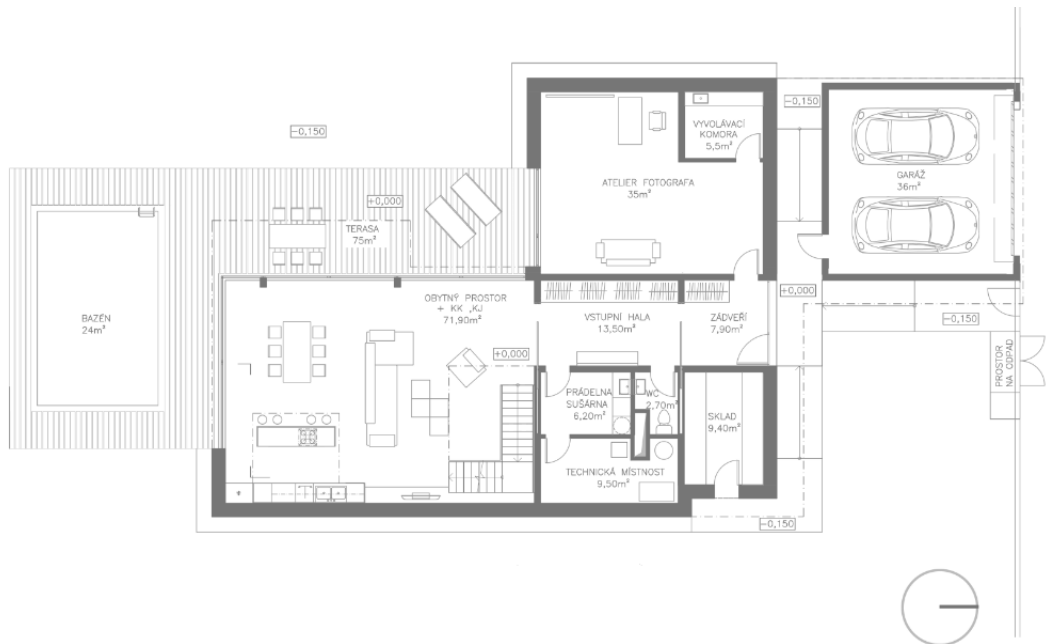
- Termostat programovatelný, E+T  
3273E–A58100xx
- Termostat prostorový, E+T  
3274E–A58200xx
- Snímač teploty, vestavný  
3279–C18010
- RF Vysílač dvojtlačítkový, E+T  
3299E–A21900xx

## CITOVANÁ LITERATURA

1. Vyhláška 78/2013 o energetické náročnosti budov. *Sbírka zákonů*. Praha, Česká repudliky : Ministerstvo vnitra, 22. březen 2013.
2. Zákon č.318/2012. *Sbírka zákonů*. Praha, Česká republika : Ministerstvo vnitra, 19. červenc 2012.
3. nulovedomy.org. *Nulové domy*. [Online] ENVIC, program EFEKT, 2012. [Citace: 19. prosinec 2016.] <http://www.nulovedomy.org/co-stanovuji-zakony/zakony-cr-o-nulovych-domech.htm>.
4. TNI 73 0331. *Energetická náročnost budov-Typické hodnoty pro výpočet*. Praha : autor neznámý, 2013.
5. **Mgr. Chadim, Tomáš**. TZB-info. *TZB-info*. [Online] Topinfo s.r.o., 17. říjen 2005. [Citace: 26. prosinec 2016.] <http://www.tzb-info.cz/2786-vypoctova-pomucka-ekonomicka-efektivnost-investic-ii>.
6. Návrhový a instalační manuál Ego-n®. *Návrhový a instalační manuál Ego-n®*. Praha : ABB s. r. o., Elektro-Praga, 2016. 9.vydání.

#### 4. VIZUALIZACE

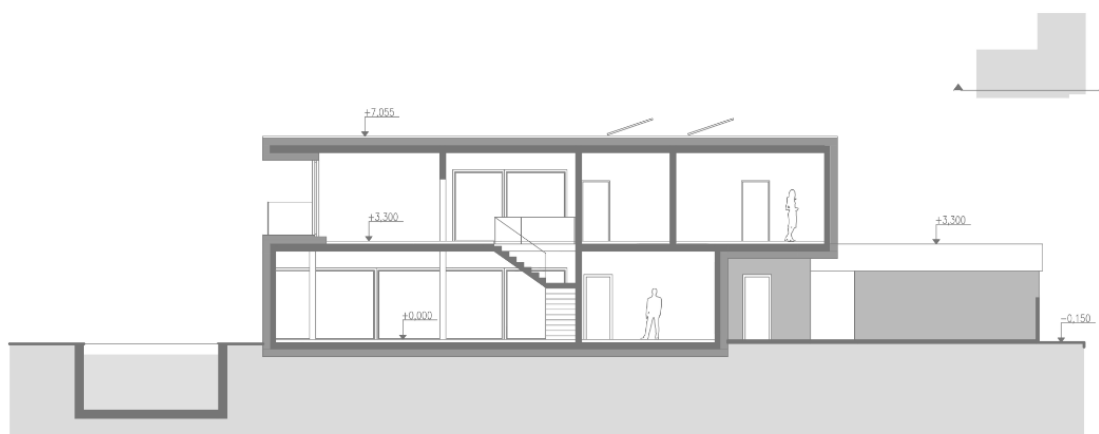




*Půdorys 1np*



*Půdorys 2np*



*Řez A-A*