

# Řešení a zabezpečení novostavby rodinného domu pod zemí

Bc. Marek Vašica

---

Diplomová práce  
2021



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

## Podklad pro zadání DIPLOMOVÉ práce studenta

Jméno a příjmení: **Bc. Marek Vašica**  
Osobní číslo: **A18313**  
Adresa: **Louka 48 48, Louka, 69676 Louka nad Veličkou, Česká republika**  
Téma práce: **Bezpečnostní zabezpečení novostavby rodinného domu pod zemí**  
Téma práce anglicky: **Security system for the ground building**  
Vedoucí práce: **Ing. Martin Zálešák, CSc.**  
**Ústav automatizace a řídicí techniky**

### Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární rešerši na dané téma.
2. Navrhněte soubor parametrů technických systémů a budovy vyžadující monitorování stavu, řízení a zabezpečení stavby.
3. Proveďte návrh rodinného domu v podzemí
4. Navrhněte aplikace poznatků na konkrétní případ rodinného domu
5. Navrhněte zabezpečení stavby (bezpečnostní, protipožární, energetické)
6. Navrhněte způsob monitorování a řízení
7. Zpracujte technicko – ekonomické hodnocení projektu

### Seznam doporučené literatury:

1. KRATOCHVÍL, Václav, Šárka NAVAROVÁ a Michal KRATOCHVÍL. Požárně bezpečnostní zařízení ve stavbách: stručná encyklopedie pro jednotky PO, požární prevenci a odbornou veřejnost. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2011. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-103-3.
2. LUKÁŠ, Luděk. Teorie bezpečnosti I. Zlín: Radim Bačuvčík – VeRBuM, 2017. ISBN isbn978-80-87500-89-7.
3. KRČEK, S. a kol.: Příručka zabezpečovací techniky. Cricetus, 2003. ISBN 80-902938-2-4
4. LUKÁŠ, Luděk. Bezpečnostní technologie, systémy a management. Zlín: Radim Bačuvčík – VeRBuM, 2015. ISBN 978-80-87500-05-7.
5. DANIELS, K.: TECHNIKA BUDOV. Jaga Group, v.o.s. Bratislava 2003. ISBN 80-88905-63-X
6. MERZ, H., HANSEMANN, T., HUBNER, C.: Automatizované systémy budov. GRADA 2007. ISBN 978-80-247-2367-9

Podpis studenta:

Datum:

Podpis vedoucího práce:

Datum:

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky  
Akademický rok: 2020/2021

Studijní program: Inženýrská informatika  
Forma studia: Kombinovaná  
Obor/kombinace: Bezpečnostní technologie, systémy  
a management (knBT-T)

## Podklad pro zadání DIPLOMOVÉ práce studenta

Jméno a příjmení: **Bc. Marek Vašica**  
Osobní číslo: **A18313**  
Adresa: **Louka 48 48, Louka, 69676 Louka nad Veličkou, Česká republika**  
Téma práce: **Řešení a zabezpečení novostavby rodinného domu pod zemí**  
Téma práce anglicky: **Solution and security system new building below ground level**  
Vedoucí práce: **Ing. Martin Zálešák, CSc.**  
**Ústav automatizace a řídicí techniky**

### Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární rešerši na dané téma.
2. Navrhněte soubor parametrů technických systémů a budovy vyžadující monitorování stavu, řízení a zabezpečení stavby.
3. Proveďte návrh rodinného domu v podzemí
4. Navrhněte aplikace poznatků na konkrétní případ rodinného domu
5. Navrhněte zabezpečení stavby (bezpečnostní, protipožární, energetické)
6. Navrhněte způsob monitorování a řízení
7. Zpracujte technicko – ekonomické hodnocení projektu

### Seznam doporučené literatury:

1. KRATOCHVÍL, Václav, Šárka NAVAROVÁ a Michal KRATOCHVÍL. Požárně bezpečnostní zařízení ve stavbách: stručná encyklopedie pro jednotky PO, požární prevenci a odbornou veřejnost. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2011. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-103-3.
2. LUKÁŠ, Luděk. *Teorie bezpečnosti I*. Zlín: Radim Bačuvčík – VeRBuM, 2017. ISBN isbn978-80-87500-89-7.
3. KRÉČEK, S. a kol.: *Příručka zabezpečovací techniky*. Cricetus, 2003. ISBN 80-902938-2-4
4. LUKÁŠ, Luděk. *Bezpečnostní technologie, systémy a management*. Zlín: Radim Bačuvčík – VeRBuM, 2015. ISBN isbn978-80-87500-05-7.
5. DANIELS, K.: *TECHNIKA BUDOV*. Jaga Group, v.o.s. Bratislava 2003. ISBN 80-88905-63-X
6. MERZ, H., HANSEMANN, T., HUBNER, C.: *Automatizované systémy budov*. GRADA 2007. ISBN 978-80-247-2367-9

Podpis studenta:

Datum:

Podpis vedoucího práce:

Datum:

### **Prohlašuji, že**

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

### **Prohlašuji,**

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně, dne

.....  
podpis studenta

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce je zaměřena na zabezpečení rodinného domu situovaného pod zemí. V teoretické části jsou objasněny právní předpisy, prvky energetického a protipožárního zabezpečení včetně prvků ochrany proti nežádoucímu vniknutí osob. Praktická část je zaměřena na návrh rodinného domu pod zemí s následnou aplikací jednotlivých bezpečnostních prvků. Poslední část práce sestává z teoretického výpočtu nákladů. A přípravu základních dokumentů potřebných k zahájení realizace projektu.

Klíčová slova: Podzemní stavby, zabezpečení, nízkoenergetické stavby

## **ABSTRACT**

The thesis is focused on securing a family house situated underground. The theoretical part clarifies the legislation, elements of energy and fire security, including elements of protection against unwanted intrusion of persons. The practical part is focused on the design of a family house underground with the subsequent application of individual security features. The last part of the thesis consists from theoretical calculations of the project cost. And preparing of basic documents needed to start realisation of the project.

Keywords: Underground buildings, security, low-energy buildings

## **Poděkování**

Rád bych tímto způsobem poděkoval panu Ing. Zálešákovi za umožnění pracovat na tomto projektu. Za jeho náměty, cenné rady a trpělivost po celou dobu vedení mé diplomové práce. Určité body, bez jeho upozornění by mě nenapadlo řešit.

Kdybych měl zvolit motto, tak pro stavbu domu by to bylo: „Dvakrát měř a jednou řeš“. Protože odkládání problémů při stavbě stojí následně dojité úsilí, práci navíc a navýšení finančních nákladů.

## OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>8</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>10</b>
<b>1 PRÁVNÍ PŘEDPISY A NORMY</b> .....	<b>11</b>
<b>2 NÍZKOENERGETICKÉ STAVBY</b> .....	<b>13</b>
<b>3 STAVEBNÍ MATERIÁL A IZOLACE</b> .....	<b>15</b>
3.1 STAVEBNÍ MATERIÁLY .....	15
3.2 HYDROIZOLACE .....	16
3.3 TEPELNÁ IZOLACE .....	17
<b>4 ENERGETICKÉ ZABEZPEČENÍ OBJEKTU</b> .....	<b>19</b>
4.1 REKUPERACE VZDUCHU .....	19
4.2 VYTÁPĚNÍ .....	20
4.3 SLUNEČNÍ ELEKTRÁRNA .....	21
4.4 VĚTRNÁ ELEKTRÁRNA.....	23
4.5 PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY.....	24
<b>5 PROTIPOŽÁRNÍ ZABEZPEČENÍ</b> .....	<b>25</b>
5.1 ELEKTRONICKÁ POŽÁRNÍ SIGNALIZACE.....	26
5.2 STABILNÍ HASÍCÍ ZAŘÍZENÍ / POLOSTABILNÍ HASÍCÍ ZAŘÍZENÍ .....	26
5.3 PŘENOSNÉ HASÍCÍ PŘÍSTROJE.....	27
<b>6 ZABEZPEČENÍ OBJEKTU</b> .....	<b>32</b>
6.1 KOMUNIKACE A ŠIFROVÁNÍ.....	32
6.1.1 Komunikace .....	32
6.1.2 Komunikační a šifrovací protokoly.....	34
6.2 MECHANICKÉ ZÁBRANNÉ SYSTÉMY .....	35
6.3 POPLACHOVÉ ZABEZPEČOVACÍ A TÍŠŇOVÉ SYSTÉMY.....	37
6.3.1 Detektory narušení .....	37
6.3.2 Detektory otevření.....	39
6.3.3 Detektory narušení skleněných ploch .....	39
6.4 KAMEROVÉ SYSTÉMY .....	40
6.5 OVLÁDÁNÍ A ÚLOŽIŠTĚ.....	41
<b>7 CÍL PRÁCE</b> .....	<b>42</b>
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>43</b>
<b>8 DISPOZICE DOMU</b> .....	<b>44</b>
8.1 PRVNÍ PATRO.....	45
8.2 DRUHÉ PATRO .....	47
<b>9 STAVEBNÍ ŘEŠENÍ DOMU</b> .....	<b>51</b>
9.1 SVAH.....	51
9.2 ZÁKLADY .....	51
9.3 STĚNY .....	52
9.4 STŘECHA .....	54
<b>10 MYŠLENKOVÁ MAPA</b> .....	<b>55</b>

<b>11</b>	<b>ENERGETICKÉ ZABEZPEČENÍ OBJEKTU .....</b>	<b>58</b>
11.1	ENERGETICKÉ ZABEZPEČENÍ OBJEKTU.....	58
11.1.1	Vytápění .....	58
11.1.2	Rekuperace .....	59
11.1.3	Příprava teplé vody .....	60
11.1.4	Fotovoltaická elektrárna.....	61
11.1.5	Větrná elektrárna .....	63
11.1.6	Energetický souhrn.....	64
<b>12</b>	<b>PROTIPOŽÁRNÍ A BEZPEČNOSTNÍ ŘEŠENÍ OBJEKTU.....</b>	<b>65</b>
12.1	PRŮZKUM TRHU.....	65
12.2	BEZPEČNOSTNÍ PRVKY .....	67
12.3	PROTIPOŽÁRNÍ ŘEŠENÍ OBJEKTU .....	78
12.4	BEZPEČNOSTNÍ ŘEŠENÍ OBJEKTU .....	79
12.4.1	Okna .....	79
12.4.2	Vchody .....	80
12.4.3	Energetická soustava .....	80
12.5	VIZUÁLNÍ ZOBRAZENÍ ZABEZPEČOVACÍCH SYSTÉMŮ.....	81
<b>13</b>	<b>EKONOMICKÉ HODNOCENÍ.....</b>	<b>85</b>
13.1	SHRNUTÍ EKONOMICKÉ NÁROČNOSTI .....	87
<b>ZÁVĚR .....</b>		<b>89</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>		<b>91</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>		<b>98</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>		<b>101</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>		<b>103</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>		<b>104</b>



## ÚVOD

Myšlenka této diplomové práce spočívá v co největší energetické soběstačnosti u rodinných domů, protože je to stále aktuálnější téma. Česká republika se po boku Evropské unie snaží upravovat legislativu na výstavbu budov včetně rodinných domů tak, aby se snížila energetická náročnost zvláště na vytápění. Cílem je snížení spotřeby fosilních paliv, což souvisí se snížením množství vypouštěných skleníkových plynů. Rodinné domy jsou nedílnou součástí společnosti a energetického systému. Proto se vyvíjí tlak na stavebnictví s cílem výstavby nízkenergetických, pasivních nebo aktivních domů. To také přispívá k ekologičtějšímu fungování obyvatelstva.

Téma diplomové práce je zabezpečení rodinného domu pod zemí. To je možná varianta nízkenergetické stavby.

Diplomová práce se skládá ze dvou hlavních částí – teoretické a praktické.

V teoretické části se nachází sedm kapitol, ve kterých jsou řešeny jednotlivé části problematiky. První kapitola je zaměřena na výběr právních předpisů a norem souvisejících s tématem práce, jako je výstavba domů, energetická náročnost nebo protipožární zabezpečení. Kapitola dvě popisuje typy staveb podle energetické náročnosti. Třetí kapitola se zabývá konstrukčními materiály a jejich vlastnostmi. Jsou v ní zahrnuty hlavní stavební materiály, hydroizolace a tepelná izolace. Kapitola čtyři popisuje energetické zabezpečení objektu s popisem zařízení pro možné použití v praktické části. Následující pátá kapitola vysvětluje pojmy protipožárního zabezpečení jako je elektronická požární signalizace, stabilní hasicí zařízení nebo přenosné hasicí přístroje. Kapitola šest je zaměřena na zabezpečení objektu. Obsahuje popis mechanických zábranných systémů, poplachových zabezpečovacích a tísňových systémů a kamerové systémy. Poslední kapitola v teoretické části, kapitola sedm, je stanovuje cíle práce.

Následující praktická část implementuje získané poznatky z teoretické části na vytvoření a zabezpečení daného projektu. Kapitola osm nese název „Dispozice domu“. V této kapitole je rozebrán návrh modelu stavby s popisem jednotlivých místností jak obytných, tak technických. Tato část práce prochází následně dalšími kapitolami. Kapitola devět je zaměřena na použité stavební materiály jednotlivých částí stavby. „Energetické zabezpečení objektu“ je název desáté kapitoly, která implementuje poznatky z teoretické části na model stavby. Snaží se zabezpečit dům energeticky tak, aby do něj vstupovalo co nejmenší množství energií. Kapitola jedenáct s názvem „Protipožární a bezpečnostní zabezpečení objektu“ řeší slabá

místa popisovaného domu včetně zabezpečení jeho okolí. Zabývá se dvěma různými problematikami na sebe navzájem navazujícími. Poslední kapitola je zaměřená na ekonomické hodnocení celého projektu.

## I. TEORETICKÁ ČÁST

## 1 PRÁVNÍ PŘEDPISY A NORMY

Pro každou budovu včetně novostaveb existují předpisy a normy včetně vyhlášek, které objekt musí splňovat, aby jej bylo možné postavit a následně schválit. Jsou v nich zakotveny protipožární předpisy, stavební postupy, využití bezpečnostních prvků a v neposlední řadě energetická náročnost novostaveb, aby co nejméně zatěžovaly životní prostředí svou spotřebou energie. Práce tedy zasahuje do širšího spektra. Z toho důvodu budou jen v této kapitole vybrány jen některé předpisy.

### Zákony

Zákony jsou závazné právní předpisy, které přijímá v platnost pověřený státní orgán. V České republice je tímto orgánem parlament. Z pohledu jejich právní síly, tak zákony jsou, zákony podřízeny Ústavě České republiky a jejím zákonům, ale jsou nadřazené vyhláškám a nařízením.

- **Zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů**

Účelem zákona je vytvoření podmínek pro ochranu života a zdraví lidí, ochrana majetku před požáry a také poskytování první pomoci při požárech, živelných katastrofách a dalších mimořádných událostech. Je zaměřený na fyzické a právnické osoby v oblasti požární ochrany. [1]

- **Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)**

Každá stavba podléhá stavebnímu zákonu. Zákon obsahuje výkony veřejné správy, územní plánování, stavební řád a další. V obsahu jsou sepsány pozemky jako stavební či nestavební, pozemky pro infrastrukturu a další. Udává pravomoc jednotlivým správním celkům v oblasti územního plánování. Zákon objasňuje věci potřebné při vedení stavební dokumentace a následné kolaudační řízení pro vlastní zprovoznění a užívání stavby. [2]

### Vyhlášky

Vyhlášky, jak již bylo řečeno výše, jsou podřízeny zákonům. Vyhlášky jsou prováděcí předpisy pro zákony. Mohou být vydávány ministerstvy a jinými právními celky (až na úroveň obcí) ovšem nesmí být v rozporu s daným zákonem.

- **Vyhláška č. 246/2001 Sb., o požární prevenci [3]**
- **Vyhláška č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb**

Ve vyhlášce jsou uvedeny informace v požární ochraně budov, respektive technické podmínky pro návrh, provádění a užití stavby. [4]

- **Vyhláška č. 268/2009 Sb.**, o technických požadavcích na stavby

Vyhláška udává technické požadavky na stavby včetně denního a umělého osvětlení, větrání a vytápění. Které jsou popsány ve třetí části, paragrafu jedenáct, kdy: *Pobytové místnosti musí mít zajištěno dostatečné přirozené nebo nucené větrání a musí být dostatečně vytápěny s možností regulace vnitřní teploty. Pro větrání pobytových místností musí být zajištěno v době pobytu osob minimální množství vyměňovaného venkovního vzduchu 25 m<sup>3</sup>/h na osobu, nebo minimální intenzita větrání 0,5 l/h. Jako ukazatel kvality vnitřního prostředí slouží oxid uhličitý CO<sub>2</sub>, jehož koncentrace ve vnitřním vzduchu nesmí překročit hodnotu 1500 ppm.* [5]

- **Vyhláška č. 264/2020 Sb.**, o energetické náročnosti budov

Záměrem vyhlášky je snížení energetické náročnosti budov. Vyhláška je zaměřená na zateplení budovy, rozděluje typy staveb podle náročnosti na vytápění (kWh/m<sup>2</sup>) a s co největším možným využitím vlastních obnovitelných zdrojů. Doprovází stavební zákon. [6]

### České technické normy

České technické normy (dále jen ČSN) stanovují různé požadavky dle dané kategorie, kam je vyhláška mířená. Jejich základním smyslem jsou požadavky na kvalitu, bezpečnost, ochranu zdraví a ochranu životního prostředí. ČSN navazují na mezinárodní a evropské normy a nové vznikají tam, kde jsou mezery v normách. Normy zahrnující zkratku EN, jsou převzaté Evropské normy.

- ČSN 73 0540-2 – Tepelná ochrana budov [7]
- ČSN 73 0802 – Požární bezpečnost staveb [8]
- ČSN EN 12 845 – Stabilní hasicí zařízení [9]

## 2 NÍZKOENERGETICKÉ STAVBY

Kapitola je zaměřená na bližší přiblížení tématu nízkoenergetických staveb, záměrem je tedy popis těchto staveb a další rozdělení. Jak již je zmíněno dříve, i legislativa se snaží přizpůsobit stavby tímto směrem, aby se snížila celková energetická náročnost systému, protože stavby a rodinné domy jsou značnými odběrateli energií. Proto se u nich upravují schránky budov a izolací, aby nedocházelo k tepelným ztrátám a pro získání energie se využívají zvláště solární panely.

- **Nízkoenergetické stavby**

Nízkoenergetické stavby mají oproti klasické zástavbě nižší nároky na energii. Jde o energii potřebnou na vytápění, chlazení nebo osvětlení, kdy je pro nízkoenergetické domy stanoven limit 15-50 kWh/m<sup>2</sup>. Snížení těchto energií dopomáhá využití řízení cirkulace vzduchu i rekuperace. Jedním z hlavních důvodů snížené spotřeby energie je vlastní konstrukce budov a je její tepelná izolace, která se u dalších kategorií dále zvyšuje. Hodnoty pro tepelnou ochranu budov jsou uvedené v ČSN 73 0540-2. [7]

- **Pasivní domy**

Pasivní dům je druh stavby, který se snaží energií šetřit ještě více než nízkoenergetické domy. Tyto stavby mají oproti nízkoenergetickým stanovený limit 0-15 kWh/m<sup>2</sup>. Budovy jsou konstruovány ještě důmyslněji aby docházelo ještě k menším ztrátám energií zvláště na vytápění. Za pomoci rekuperace vzduchu dochází ke snížení potřebné energie na vytápění a v létě pro změnu na chlazení. [7]

- **Aktivní domy**

Cílem aktivních domů je takové hospodaření energiemi, aby docházelo k vyšší výrobě než spotřebě pro vlastní užití. Aktivní dům tedy nepočítá se spotřebou energií z veřejných sítí, pro tento zisk se využívá i značných ploch solárních panelů. Konstrukce domů je velmi důmyslná a využívá všech svých konstrukčních prvků pro vlastní zisk, například co nejvíce využívat přirozené světlo. Aplikují se zde světlovody a okna umožňující co největší míru prosvětlení. Důmyslně navržená ventilace včetně rekuperace. [7]

Jak na pasivní, tak zvláště na aktivní domy se využívají recyklované nebo recyklovatelné materiály na stavbu. U těchto staveb se počítá i s vlivem takzvané **šedé energie**. Šedá energie je označení pro energii využitou pro výrobu a transport stavebních prvků. Těchto informací

využívají zvláště aktivní domy, kdy značná část jejich konstrukce je z recyklovaných nebo recyklovatelných materiálů. [10]

### 3 STAVEBNÍ MATERIÁL A IZOLACE

Při stavbě rodinného domu se využívají různé stavební materiály tak, aby byla zajištěna jeho funkčnost a bezpečnost. Jedná se kupříkladu o stavební materiál nosné konstrukce jako beton, železné výztuže, cihly, dřevo a jiné. Důležitá je izolace domu, kdy pro základy a části skryté pod terén můžeme odizolovat proti vlhkosti pomocí nopové folie nebo jedná-li se o tepelnou izolaci, může jít o polystyren či izolační pěny. Celkově je těchto prvků značné množství, takže jsou vybrány ty vhodnější pro stavbu podobného domu.

#### 3.1 Stavební materiály

Stavební materiály jsou součástí každé stavby, jak již vypovídá název. Každý materiál má své pozitivní i negativní vlastnosti.

##### **Nevyztužený beton**

Jedná se o beton, který je litý a není zpevněný železnými pruty. Je to poměrně levný stavební materiál využitelný kupříkladu u klasických domů na základovou desku. Nevýhodou je nutnost použití bednění, to ovšem může být částečně chápáno i jako výhoda, protože jde beton do určité míry tvarovat. Jeho další nevýhody jsou nízká pevnost v tahu, a tak může tento beton trpět na praskliny s možností průniku vody do konstrukce a stavby (mokrý zdi atd.). [10]

##### **Vyztužený beton**

Vyztužený beton se od nevyztuženého liší použitím železných výztuh. Tento beton má spoustu výhod ale i své nevýhody. Mezi výhody patří oproti nevyztuženému betonu jeho značně zvýšená pevnost v tahu. Vyztužený beton, lze jako nevyztužený tvarovat ale navíc je díky výztuhám samonosný. Jeho využití při stavbě je široké, od nosných zdí, sloupů a nosníků až třeba po rovné střechy. Nevýhodami tohoto betonu je podobně jako u nevyztuženého betonu nutnost použití bednění, co zvyšuje jak cenu celého projektu, tak i potřebný čas na stavbu. Stavební čas zvyšuje i samotné zrání litých betonů. U vyztuženého betonu je ale díky použití výztuh i vyšší cena a také vyšší váha. Je tedy nutné důkladně spočítat celkovou váhu konstrukce, aby se naddimenzovala základová deska a základy celkově. [10]

##### **Předpjaté betonové prefabrikáty**

Tento materiál vychází z vyztuženého betonu, ale jeho hlavní rozdíl se nachází ve výztuhách, které jsou před zalitím betonu napnuté. Tím se zvyšuje jejich odolnost v tahu. Další výhodou



těchto prefabrikátů je, že v případě, použití na stavbu, jsou již hotové a nemusí se čekat v průběhu stavby na zrání betonu a tím umožňují rychlejší průběh stavby. Mezi hlavní nevýhody ale patří jejich tvar, kdy se musí celá stavba těmto betonům přizpůsobit. Pro běžnou rovnou střechu nebo stropy jsou vhodné, avšak pro dům se střechou krytou hlínou už tak ne. Je to jak z důvodu zátěže, tak z důvodu působení smykových sil. [10]

### **Zdivo**

Do zdiva se řadí různé cihly a tvárnice. Jsou vyráběné z různých materiálů s odlišnými vlastnostmi. Kupříkladu pálené cihly a tvárnice mají vůči betonu odlišné tepelné vlastnosti, lépe vedou teplo ale neakumulují jej. Tyto materiály jsou vhodné pro stavbu nadzemních částí a vnitřních příček. Pórobetonové tvárnice jsou zase lehké a lze je snadno tvarovat broušením a řezáním. [10]

### **Ocel**

Má dobré nosné a tahové vlastnosti. Její využití je široké, a zvláště u domů chráněných zemí. Její využití je v podobě vyztužení betonů, nosníků nebo sloupů. Nevýhodou je její vyšší cena, ocel je však v těchto konstrukcích nutná. [10]

## **3.2 Hydroizolace**

Hydroizolace jsou důležitou součástí každé stavby, a zvláště u domů krytých zemí.

Hydroizolací a drenáží existuje také spousta různých materiálů. V této podkapitole jsou rozepsány některé z nich, a následně vybrané hydroizolace budou zahrnuty v praktické části práce.

### **Drenáže**

Drenáže jsou děrované roury, které se používají pro odvodňování svahů, a základů domů. Je to důležitá část hydroizolace, zvláště tam, kde se počítá se zvýšeným množstvím podpovrchové vody. Drenáže mají svá pravidla na pokládání pod stavby jako je třeba určité procento spádu drenáže. [11]

### **HDPE fólie**

HDPE fólie je hydroizolační fólie, která je považována kvalitní formu hydroizolace. Jedná se o fólii z vysoko hustotního polyethylenu. Díky vysoké pevnosti v tahu a silné odolnosti odolává proražení a prorůstání. Má vysokou chemickou odolnost a UV stabilitu. Pokud jde

o ekologický dopad, HDPE fólie nevyučují do prostředí žádné cizí látky a mohou přijít do kontaktu s pitnou vodou. [12] [13]

### **Nopová fólie**

Nopová fólie je druh HDPE fólie. Je na stavbách rodinných domů běžně používána a od základní HDPE fólie se liší tím, že její plocha není rovná, ale má výstupky umožňující proudění vzduchu pod izolací a tím umožňuje její provětrávání zevnitř. Ovšem i tato metoda se nehodí všude a pro její správnou funkci musí být fólie kvalitně zhotovena včetně kupříkladu krycích lišt na konci izolace. [14]

### **Bentonit**

Bentonit je specifický hydroizolační materiál. Bentonit je přírodní materiál založený na jílu. Jeho hydroizolační vlastnost, kterou specificky vyniká, je schopnost zvýšení vlastního objemu při kontaktu s vodou, čímž pak dochází k ještě většímu utěsnění. Bentonit má různé formy nanášení a umístění na stavbu (kartonové panely – desky, rohože – umístění bentonitu mezi dvě geotextilie, nástřik buď na stěnu samotnou nebo na další hydroizolaci či ve formě tmelu). Nevýhodou je možné odnášení bentonitu při vyšších průtocích vody, proto je lepší jej aplikovat na další hydroizolaci, jako je třeba HDPE fólie, která jej právě před vyplavením chrání. Tímto spojením vznikne dvojitá hydroizolace. [10]

## **3.3 Tepelná izolace**

Tepelnými izolacemi se snažíme omezit úniku nebo prostupu tepla. Úniku tepla v zimě a prostupu tepla v létě, aby se snížily výdaje na vytápění nebo ochlazování daného objektu. Tepelné izolace mají nízkou tepelnou vodivost. Stejně jako v předchozích příkladech, tak i v odvětví tepelné izolace se vyskytuje spousta různých prvků. Tepelné izolace dělíme podle použitého materiálu a podle tvaru vlastní izolace. [10]

*Druhy tepelných izolací rozdělený z hlediska materiálů:*

*vláknité materiály: minerální vlákna strusková nebo čedičová, skleněná, keramická, syntetická (textilní) vlákna,*

*pěněné plasty: polystyreny, polyuretany, fenolické a rezolové pryskyřice, kaučuk, PVC, PE, pěnové sklo,*

*materiály na bázi dřeva: dřevovláknité, dřevotřískové, dřevoštěpové, korek, kokosová vlákna, piliny, rákosové rohože,*

materiály na bázi papíru: drcený starý papír, voštinové desky, vlnité desky z asfaltového papíru,

minerální materiály: perlit expandovaný, expandovaná břidlice, struska, křemelina, keramzit, popílek,

zvláštní tepelné izolace: např. na bázi ovčí vlny případně bavlny.

**Druhy výrobků z tepelných izolací:**

desky

rohože

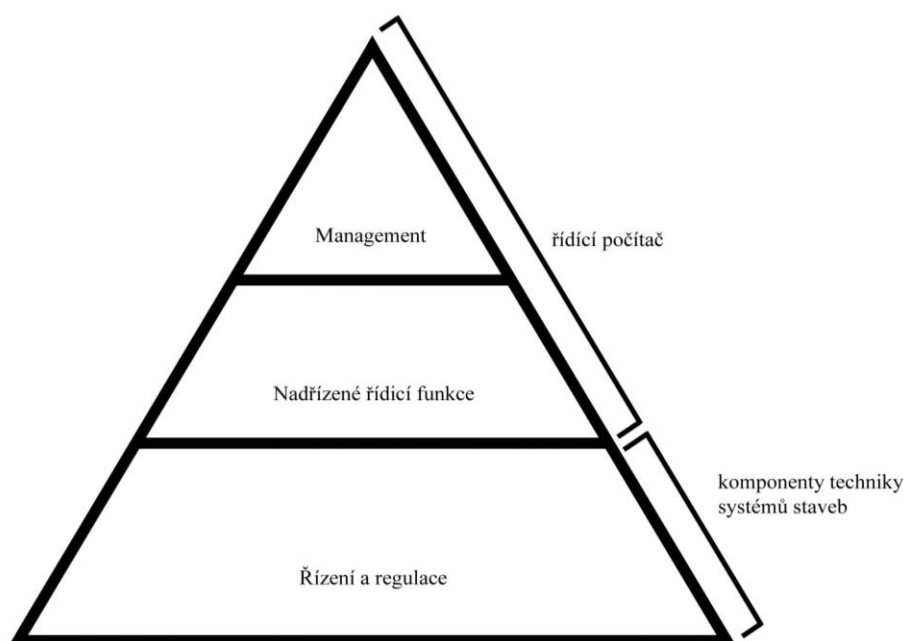
volné (sypané) materiály [15]

## 4 ENERGETICKÉ ZABEZPEČENÍ OBJEKTU

Kapitola je zaměřená na energetické zabezpečení domu. Energetické zabezpečení je jedna ze stěžejních částí každé stavby. Energie se spotřebovávají na vytápění, světlo, přípravu jídla, ventilace s rekuperací a mnoho dalšího. V kapitole jsou rozepsány ty nejdůležitější prvky v této oblasti.

Není snadné vymezení energetické bezpečnosti a není ani žádná všeobecná definice. [16]

Energetické zabezpečení úzce souvisí s automatizací budov. Automatizace systémů jako je třeba vytápění a rekuperace má za cíl snížení provozních nákladů. [17]



Obrázek 1: Hierarchická struktura techniky systémů budov [17]

### 4.1 Rekuperace vzduchu

Rekuperace je součástí vzduchotechniky, který slouží pro zpětné získávání tepla. Rekuperační jednotky obsahují rekuperační výměník nebo rotační regenerační výměník, umožňující přenos tepla. Rekuperační výměník je technicky složitější a nákladnější než rotační regenerační výměník.

#### Rekuperační výměník

V zimě teplý odpadní vzduch předehřívá přivádějící vnější a v létě, kdy se snažíme udržet uvnitř vzduch chladnější, ale potřebujeme větrat, rekuperace ochlazuje čerstvý čerství vzduch o odpadní. Tento proces probíhá uvnitř rekuperačních jednotek tak, aby nedošlo ke

vzájemnému promíchání vzduchu. Celý tento proces nám umožňuje větrat automaticky bez nutnosti našeho zásahu, a tak mít stále čistý čerstvý vzduch. Díky předehřívání o odpadní vzduch dochází k úspoře energií na vytápění. [18]

### **Rotační regenerační výměník**

Princip fungování je poměrně jednoduchý, kdy zvyšováním nebo snižováním otáček kola se ovlivňuje rychlost a tím množství přenosu tepelné energie a vlhkosti. Zařízení slouží především k předehřevu přiváděného vzduchu, aby ohřivač nemusel být zbytečně naddimenzován. Výhodou systému je jeho velmi levný provoz, ale nevýhodou je možné smíchání odpadního a přivodního vzduchu, tedy i případného zápachu. [19]

Rekuperace dokáže snížit energii potřebnou na vytápění až na 1/4 [20]

## **4.2 Vytápění**

Vytápění domu je jeho nedílnou součástí, a to včetně domů krytých zemí. Díky odolné a dobře zaizolované stavbě v kombinaci s rekuperační jednotkou (by nemuselo být třeba až tak výkonné vytápění) a je dobré využít právě obnovitelných zdrojů, jako je solární energie, větrná energie či geotermální energie.

- **Podlahové vytápění** je využitelnější díky vytápěné ploše a pohodlnější než radiátory. Jako vytápění lze využít několik technologií (tepelné čerpadlo, elektrický či plynový kotel), Ale existují i další systémy jako jsou infrazářící fólie. Ty se dají umístit na podlahu, na stěnu i na strop. Autor, by na vytápění domu využil vytápěcí fólie Heatflow, zabudované v podlaze. Jedná se o technologii tenkých uhlíkových fólií. Jejich napájení je přímo z elektrické sítě a nemají, jako jiné typy podlahového vytápění žádné medium (voda, vzduch). Pokládají se jako standardní podlahové vytápění, ale díky infrazářením vytápí přímo akumulární desku podlahy (beton, anhydrid) a tím nespotebovávají tolik energie. Další výhodou je rovnoměrnější pokrytí podlahy a tím lepší sálání tepla, pro obyvatele domu tak umožňuje chodit po podlaze i bez bot. Tato varianta bude dále v této práci použita na vytápění a v kombinaci fotovoltaickou elektrárnou a takzvaného ostrovního systému s bateriemi pro získávání a uchování energie. [21] [22] [23]

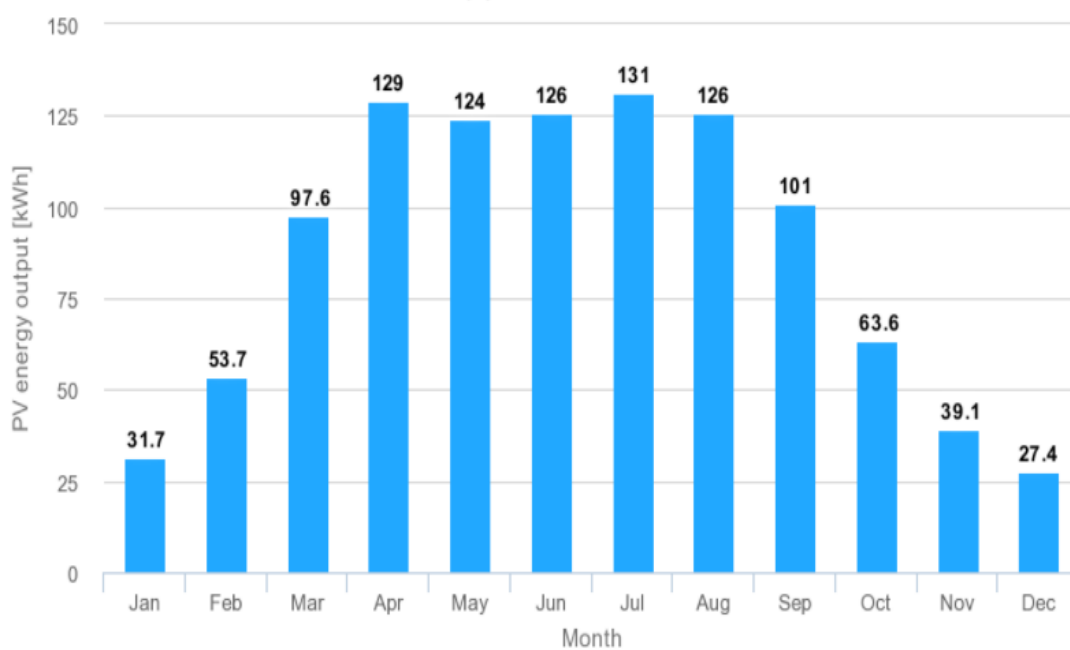
### 4.3 Sluneční elektrárna

Sluneční elektrárna již podle názvu zařízení získává energii ze slunečního svitu. Dělí se na dvě základní části: solárně-termální elektrárna a fotovoltaická elektrárna. Obě se liší v principu získávání energie. Solárně-termální elektrárna využívá teplo, kdežto fotovoltaická elektrárna využívá světlo pro získání energie.

- **Fotovoltaická elektrárna (FVE)** je zařízení složené ze solárních panelů, které slouží pro výrobu elektrické energie. Oproti solárně-termálním jsou výrazně lehčí a mají za cíl získávat ze slunce elektrickou energii pro další využití. Tyto elektrárny již nejsou viděny jen v podobě velkých elektráren na volných plochách, ale stále více se instalují i na rodinné domy jako alternativní zdroj energie za účelem úspory. Tyto elektrárny se využívají v různých velikostech (podle výkonu) až do omezení od energetického regulačního úřadu. Jejich výkon je tedy maximálně 10 kWp, pro větší výkon již musí být povolení. Fotovoltaické elektrárny v domácnostech se využívají v různých kombinacích, aby se co nejvíce využil zisk z panelů v závislosti na výkonu a spotřebě. Elektrárna může být dimenzována tak, že i ve špičce dodává jen část energie spotřeby domu a tím šetří jeho další náklady na odkup elektrické energie. Jedním z typů těchto elektráren je hybridní fotovoltaická elektrárna (dále jen HFVE). Tyto elektrárny přebytek vyrobené energie ve špičce využívají podle nastavení celého systému buď na přípravu teplé vody do zásobníku pro další využití (teplá voda, vytápění – zvláště v kombinaci s tepelným čerpadlem) nebo akumulací elektrické energie do galvanických článků (baterií). U verzí s baterií se doporučuje využít baterie s kapacitou minimálně 125 % výkonu vlastní elektrárny a pro ukládání energie do teplé vody se doporučuje zásobník o velikosti alespoň 300 litrů. Dále to může být tzv. ostrovní systém, který již není napojen na elektrickou síť. [24] [25] [26]

Tabulka 1: Výkon FVE v průběhu roku 1/2 [24]

Měsíc	Energie[kWh]
Leden	42
Únor	61
Březen	98
Duben	122
Květen	148
Červen	138
Červenec	157
Srpen	144
Září	108
Říjen	89
Listopad	39
Prosinec	31



Obrázek 2: Výkon FVE v průběhu roku 2/2 [24]

Tabulka 2: Výkon a účinnost solárního panelu v a jeho rozměry [25]

Výkon solárního panelu	Rozměr solárního panelu	Plocha solárního panelu	Účinnost solárního panelu
270 až 300 Wp	1650 x 995 mm	1,64 m <sup>2</sup>	až 18,5 %
350 až 380 Wp	1 955 x 995 mm	1,95 m <sup>2</sup>	až 20,5 %
420 až 450 Wp	2 110 x 1 050 mm	2,22 m <sup>2</sup>	až 20,5 %

#### 4.4 Větrná elektrárna

Dalším možným zdrojem pro získávání energie z přírodních zdrojů jsou větrné elektrárny. Větrné elektrárny jsou zařízení využívající proudění větru k výrobě energie tím, že vítr roz-pohybuje lopatky rotoru a pohyb přenáší na stator, kde se z mechanické energie následně vyrábí energie elektrická.

Větrné elektrárny nejsou tak rozšířené jako solární elektrárny, a to z vícero důvodů:

- poměr cena/výkon,
- vhodnost umístění,
- vzhled.

Větrné elektrárny mají oproti solárním elektrárnám vyrábět elektrickou energii i v noci ale závisí to na proudění větru. [27] [28]





Obrázek 3: Domácí větrná elektrárna [28]

#### 4.5 Příprava teplé vody

Voda je důležitá v každé domácnosti, a to jak studená, tak teplá. Pro přípravu teplé vody se užívají různé druhy boilerů a další. Jak již bylo zmíněno je možné jej skloubit s fotovoltaickou elektrárnou pro uložení energie do teplé vody.

## 5 PROTIPOŽÁRNÍ ZABEZPEČENÍ

Protipožární zabezpečení jsou důležitá zařízení stavby. Jsou do jisté míry zakomponovaná i ve stavebním zákoně pro technické typy místností a bez těchto opatření nedojde k úspěšné kolaudaci staveb. Smyslem těchto opatření a zařízení je minimalizování vzniku požáru i když není možné stavbu stoprocentně zajistit. [29]

Zařízení můžeme rozdělit do skupin:

- *„zařízení pro požární signalizaci (např. elektrická požární signalizace, zařízení dálkového přenosu, zařízení pro detekci hořlavých plynů a par, autonomní požární signalizace, ruční požárně poplachové zařízení),*
- *zařízení pro potlačení požáru nebo výbuchu (např. stabilní nebo polostabilní hasicí zařízení, automatické protivýbuchové zařízení, samočinné hasicí systémy),*
- *zařízení pro usměrňování pohybu kouře při požáru (např. zařízení pro odvod kouře a tepla, zařízení přetlakové ventilace, kouřová klapka včetně ovládacího mechanismu, kouřotěsné dveře, zařízení přirozeného odvětrání kouře),*
- *zařízení pro únik osob při požáru (např. požární nebo evakuační výtah, nouzové osvětlení, nouzové sdělovací zařízení, funkční vybavení dveří, bezpečnostní a výstražné zařízení),*
- *zařízení pro zásobování požární vodou (např. vnější požární vodovod včetně nadzemních a podzemních hydrantů, plnicích míst a požárních výtokových stojanů, vnitřní požární vodovod včetně nástěnných hydrantů, hadicových a hydrantových systémů, nezavodněné požární potrubí),*
- *zařízení pro omezení šíření požáru (např. požární klapka, požární dveře a požární uzávěry otvorů včetně jejich funkčního vybavení, systémy a prvky zajišťující zvýšení požární odolnosti stavebních konstrukcí nebo snížení hořlavosti stavebních hmot, vodní clony, požární přepážky a ucpávky),*
- *náhradní zdroje a prostředky určené k zajištění provozuschopnosti požárně bezpečnostních zařízení, zdroje nebo zásoba hasebních látek u zařízení pro potlačení požáru nebo výbuchu a zařízení pro zásobování požární vodou, zdroje vody určené k hašení požárů,*
- *zařízení zamezující iniciaci požáru nebo výbuchu.“ [3]*

## 5.1 Elektronická požární signalizace

Systémy elektronické požární signalizace (dále jen EPS) slouží pro včasnou detekci požáru a jeho lokalizaci v počáteční fázi. Po zachycení kouře nebo požáru hlásiče spouští poplach. Poplach může být akustický i světelný. V závislosti na propojení systémů, může signalizace informace o problému podávat dál do řídicího systému budovy, které může spustit stabilní hasicí zařízení. Po propojení s centrálním poplachovým systémem může přivolat jednotku hasičského záchranného sboru (dále jen HZS). Zároveň se aktivují evakuační zařízení pro odchod lidí z budovy. U rodinných domů by mohla EPS vypadat tak, že v kuchyni je nainstalovaný hlásič kouře, stejně tak v technické místnosti a garáži. Tyto místnosti se zabezpečují z důvodu vstupu energií, pohonných látek, olejů a podobně. Je i zde zvýšené riziko požáru. [30] [31] [32]

### Autonomní detekce

Vyhláška MV č. 23/2008Sb., která vstoupila v platnost v roce 2008, nařizuje vybavovat určené objekty autonomní detekce. Rodinné domy tedy podle této vyhlášky musí mít zařízení pro autonomní detekci a signalizaci. [32]

## 5.2 Stabilní hasicí zařízení / polostabilní hasicí zařízení

Tato zařízení jsou kompletní systémy, které jsou napevno zabudovány do daného objektu (stavba, technické zařízení a jiné) a, které mají k dispozici určitou zásobu hasební látky. Mají poplachové zařízení a, potrubní systémy s vyústěním na rozprašovací zařízení. Cílem těchto zařízení je zakročení proti požáru v počáteční fázi s možností jej dostat pod kontrolu, ne-li jej úplně zlikvidovat. U doplňkových nebo polostabilních hasicích zařízení jsou napevno nainstalovány aparáty (redukce) pro napojení mobilní techniky s možností střídání cisteren s vodou čili napojení na hasičské vozy CAS. [29] [32]

Stabilní hasicí zařízení se dělí do kategorií:

- *Sprinklerové stabilní hasicí zařízení, které je samočinné,*
- *sprejové stabilní hasicí zařízení (drenčerové stabilní hasicí zařízení nebo záplavové), jeho aktivace je závislá na jiném požárně bezpečnostním zařízení, například elektronické požární signalizaci, plynové detekci a dalších,*
- *mlhové stabilní hasicí zařízení, může být samočinné nebo závislé na jiných požárně bezpečnostních zařízeních,*

- *sprejové stabilní hasicí zařízení, jeho aktivace je závislá na jiném požárně bezpečnostním zařízení,*
- *plynové stabilní hasicí zařízení, jeho aktivace je závislá na jiném požárně bezpečnostním zařízení,*
- *práškové stabilní hasicí zařízení, jeho aktivace je závislá na jiném požárně bezpečnostním zařízení,*
- *aerosolové stabilní hasicí zařízení, jeho aktivace je závislá na jiném požárně bezpečnostním zařízení,*
- *doplňkové sprinklerové hasicí zařízení, je samočinné, nemá ale všechny parametry samočinného hasicího zařízení podle ČSN EN 12 845,*
- *doplňkové sprejové (drenčerové) hasicí zařízení, jeho aktivace je závislá na jiném požárně bezpečnostním zařízení a nemá všechny parametry podle ČSN EN 12 845,*
- *polostabilní sprinklerové hasicí zařízení a polostabilní sprejové (drenčerové) hasicí zařízení, jejichž aktivace je závislá na dodávce vody z připojené hadice z mobilní požární techniky a objemu nádrže cisteren. [32]*

### 5.3 Přenosné hasicí přístroje

Hasicí přístroje jsou přenosná hasicí zařízení určená k hašení požárů. Hasicí přístroje jsou rozdělené do kategorií podle typu hasební látky a ta zase závisí na typu třídy požáru. Pro hašení požáru je důležité tyto parametry znát, protože nevhodně použitý přístroj nemusí mít žádoucí účinky, ale může vést i ke zranění. Je třeba nevhodné hašení elektrického zařízení za pomoci vodního hasicího přístroje. [29]

#### Třídy požáru

Třídy požáru jsou důležité pro zvolení vhodného typu hasicího přístroje.

- **Třída A** – *požáry, které zahrnují pevné nebo organické materiály, jako je dřevo, plasty, papír, textil nebo uhlí.*

- **Třída B** – požáry, které zahrnují hořlavé kapaliny, jako je benzín, ropný olej, barvy nebo nafta.
- **Třída C** – požáry, které obsahují hořlavé plyny, jako je propan, butan nebo metan.
- **Třída D** – požáry, které zahrnují hořlavé kovy, jako je hořčík, lithium, sodík, draslík, titan nebo hliník.
- **Třída E** – byla zrušena.
- **Třída F** – požáry které zahrnují oleje a tuky na vaření, jako je rostlinný olej, slunečnicový olej, olivový olej, kukuřičový olej, sádlo nebo máslo. [33]



Obrázek 4: Třídy požáru [33]

### Typy hasicích přístrojů

Hasicí přístroje jsou rozdělené podle typu hasební látky a pro její vytlačení slouží stlačený plyn.

- **Vodní hasicí přístroj** – Tyto hasicí přístroje mají jako hasební látku vodu. Vodní hasicí přístroje mají nižší účinnost než jiné druhy ale cenově přijatelnější. Jsou vhodné na hašení požárů, kde jsou pevné látky. [33]

Tabulka 3: Vodní hasicí přístroj třídy A [33]

Vhodné pro hašení	Nevhodné pro hašení	Zakázané hasit
dřevo, textil, papír, plasty, uhlí a jiné podobné materiály.	benzín, nafta, líh, ředidla, barvy, laky, asphalt, vosk, olej, dehet, hořlavé plyny a cenné archivní materiály.	hořčík a jeho slitiny s hliníkem, kuchyňské spotřebiče, elektrické spotřebiče pod napětím, hořící alkalické kovy a látky, tuky, oleje a látky, které reagují s vodou.

- **Práškový hasicí přístroj** – zde je hlavní hasební látkou prášek. Nevýhodou práškových přístrojů je použití při menších a stísněných prostorech. Zbytky práškového hasicího přístroje je těžké vyčistit. [33]

Tabulka 4: Práškový hasicí přístroj třídy A, B, C [33]

Vhodné pro hašení	Nevhodné pro hašení	Zakázané hasit
hořlavé plyny, benzín, nafta, oleje, pevné materiály, elektrická zařízení pod proudem, počítače, televizory a další elektronika.	počítače, televizory, elektronika, dřevo, uhlí a textilní materiály.	lehké a hořlavé alkalické kovy, sypké materiály, kuchyňské spotřebiče (fritovací hrnce apod.), elektrické spotřebiče pod napětím.

- **Pěnový hasicí přístroj** – je založený na vodní bázi s obsahem pěnidla. Při použití se tato směs provzdušní a z přístroje vychází pěna. Pěna má krycí účinek a zamezuje požáru k přístupu kyslíku. [33]

Tabulka 5: Pěnový hasicí přístroj třídy A, B [33]

Vhodné pro hašení	Nevhodné pro hašení	Zakázané hasit
pevné hořlavé látky, benzín, nafta, minerální oleje a tuky.	hořlavé kapaliny mísící se s vodou, hořlavé plyny (zemní plyn, propan-butan, acetylen, metan), kuchyňské spotřebiče (fritovací hrnce apod.).	počítače, televizory, elektronika, elektrická zařízení pod proudem, lehké a hořlavé alkalické kovy, hořčík a jeho slitiny s hliníkem.

- **Sněhový hasicí přístroj CO<sub>2</sub>** – tento hasicí přístroj používá jako médium pro hašení oxid uhličitý a liší se od jiných přístrojů také typem vyústění hadice. Funguje na principu vytlačování kyslíku kolem plamenů. [33]

Tabulka 6: Sněhový hasicí přístroj třídy B [33]

Vhodné pro hašení	Nevhodné pro hašení	Zakázané hasit
hořlavé plyny a kapaliny, barvy, laky, benzín, nafta, asphalt, vosk, dehet, olej, elektrická zařízení pod proudem, jemná mechanika a elektronické zařízení.	pevné hořlavé látky (dřevo, textil, uhlí), hořlavý prach a sypké látky.	lehké a hořlavé alkalické kovy, hořčík a jeho slitiny s hliníkem, hořlavý prach a sypké látky, kuchyňské spotřebiče (fritovací hrnce apod.).

- **Plynový hasicí přístroj** – obsahuje dusík a je označován jako halonový. Tyto hasicí přístroje jsou uzpůsobeny k hašení elektrických zařízení do 110 kV, za dodržení podmínky hašení ze vzdálenosti minimálně jednoho metru od ohně. [33]

Tabulka 7: Plynový hasicí přístroj třídy A, B, C [33]

Vhodné pro hašení	Nevhodné pro hašení	Zakázané hasit
elektrická zařízení, počítače, záznamová technika, servery, elektrické rozvody, nosiče dat, telefonní a digitální ústředny, elektromotory, velíny, archivy, muzea, galerie, laboratoře, průmysl (lodní, chemický), pevné látky, hořlavé kapaliny, hořlavé plyny (zemní plyn, propan-butan, acetylen, metan).	rostlinné a živočišné tuky, kuchyňské spotřebiče (fritovací hrnce apod.).	lehké a hořlavé alkalické kovy, hořčík a jeho slitiny s hliníkem.

- **Chemický hasicí přístroj** – jako hasební médium používá draslík. Tento přístroj není častý, ale má velké účinky pro hašení požárů s vysokou teplotou. [33]

Tabulka 8: Chemický hasicí přístroj třídy F [33]

Vhodné pro hašení	Nevhodné pro hašení	Zakázané hasit
požáry v kuchyních, pekárnách, cukrárnách, potravinářských a gastronomických provozech, kde jsou horké oleje a tuky.	hořlavé kapaliny, jako je benzín, ropný olej, barva nebo nafta, pevné nebo organické materiály - dřevo, plasty, papír, textil nebo uhlí.	elektrická zařízení pod proudem.

- **Speciální hasicí přístroje na tuky** – tento přístroj je určený pro hašení požárů třídy F, takže je vhodný do kuchyní, kde se pracuje s horkým olejem. Je s ním možné hasit i požáry typu A a B. [33]

Tabulka 9: Speciální hasicí přístroj třídy A, B, F [33]

Vhodné pro hašení	Nevhodné pro hašení	Zakázané hasit
požáry v kuchyních, pekárnách, cukrárnách, potravinářských a gastronomických provozech, kde jsou horké oleje a tuky, hašení pevných látek třídy A (dřevo, papír, plast), hořlavé kapaliny třídy B (nafta, benzín, barvy, ředidla)	požáry plynů - zemní plyn, propan-butan, acetylen, metan,	požáry lehkých alkalických kovů, hořčík a jeho slitiny s hliníkem.



## 6 ZABEZPEČENÍ OBJEKTU

Zabezpečovacích prvků je celá řada a dělí se podle různých funkcí, principů fungování. Níže v kapitole budou tyto prvky rozepsány a v praktické části budou aplikovány poznatky. [34]

### 6.1 Komunikace a šifrování

Podkapitola je zaměřená na popis propojení a šifrování zabezpečovacích technologií. [34]

#### 6.1.1 Komunikace

##### Ethernet

Slouží pro lokální místní sítě tzv. LAN. Pro přenos dat Ethernet využívá koaxiální kabel, kroucenou dvojlinku nebo optický kabel. Jedná se tedy o drátovou síť pomoci, níž se propojují počítače a zařízení. Mezi výhody Ethernetu patří rychlost, možnost využití brány firewall a pokud je síť uzavřená nedá se do ní z vnější připojit. Mezi nevýhody se řadí složitější údržba, nutnost vedení kabelů a použití na krátké vzdálenosti. [34]

##### Mobilní telekomunikační sítě

Mobilní telekomunikační sítě mají základ již v

- **Groupe Spécial Mobile (GSM)** je nejrozšířenější standard pro mobilní datové sítě, ovšem z důvodu nízké maximální rychlosti se používá pro přenos hlasových služeb. Jeho využívání se platí za dobu přenosu, a ne za objem přenesených dat
- **General Packet Radio Service (GPRS)** je již poměrně zastaralý druh mobilní datové sítě umožňující přenos dat až 80 kb/s, což v současné době je velmi pomalé. V užším smyslu je to základní rozšíření sítě GSM. [34]
- **3G síť** je třetí generací generací mobilních systému. Navazuje na nezmíněné sítě 1G, 2G a 2,5G sítě. Síť je často označována jako Universal Mobile Telecommunication System neboli UMTS. Oproti předchozím sítím umožňuje vyšší rychlost připojení a přenosu dat, což zvyšuje kvalitu telefonování a připojení k internetu. [34]
- **4G/LTE** neboli Long Term Evolution navazuje na předchozí síť 3G, je pokročilejší a rychlejší. V současnosti je to nejrychlejší běžná síť pro datové přenosy a hlasové služby. Frekvence používané v ČR jsou 800 MHz (na této frekvenci je velmi dobré

pokrytí), 1800 MHz, 2100 MHz a 2600 MHz. V současné době se k ní dokáže připojit snad každý chytrý telefon. Rychlost připojení se u základních 4G sítí pohybuje okolo 25 Mb/s a vyspělejších sítí může rychlost dosáhnout až 300 Mb/s. [34]

- **5G** sítě jsou je nejnovější typ sítě, která se zatím spouští a její pokrytí je prozatím omezené. Vyznačuje se vysokou rychlostí (až 10 Gb/s) a nízkou odezvou v řádech milisekund. Frekvence sítě se pohybuje mezi 700–2100 MHz. [34]

## Přenos dat

Přenos dat může probíhat pomocí kabelů čili drátové sítě nebo bez nich tzv. bezdrátové sítě. Jako další varianta jsou sítě kombinující jak drátovou, tak bezdrátovou komunikaci.

- Drátové sítě jsou nejvíce používaným způsobem přenosu dat. Pevné telefonní připojení, které se již dříve zavedlo, se stále hojně využívá a pomocí vedení se přenáší následně i data. Nevýhodou těchto systémů je nutnost mít natažené přenosové kabely. Výhody jsou stabilita přenosu a vysoké rychlosti komunikace. Jako vodiče přenosu se používají metalické kabely, kroucená dvojlinka, koaxiální kabel nebo optický kabel. [34]
  - Metalické kabely – jsou založeny na vlastnostech vodivosti kovových materiálů. Každý typ a materiál má svoje výhody a nevýhody.
    - Kroucená dvojlinka je velmi jednoduchým a rozšířeným metalickým kabelem pro přenos dat. Kroucená dvojlinka je složena ze dvou vodičů, které se vzájemně omotávají, aby se snížil dopad šíření elektromagnetických vln. Jsou to vodiče v ochranném nevodivém materiálu jako třeba plast. Nevýhodou kroucené dvojlinky je maximální přenosová délka okolo 100 metrů. [34]
    - Koaxiální kabel je složený ze dvou vodičů, kdy jeden je vnitřní a druhý vnější. Navzájem jsou od sebe odděleny nevodivou vrstvou a jako celek jsou zabalené v další nevodivé vrstvě. Oproti kroucené dvojlince je koaxiální kabel méně poddajný na ohyb, což zužuje jeho použití. V současné době jsou již méně využívány, a to díky nízké přenosové rychlosti, ale dokážou přenášet data na větší vzdálenosti až na 500 metrů. [34]

- Optický kabel se řadí mezi nejmodernější přenosová media. Optický kabel je složený z jádra, ochranného pláště a vnějšího obalu. Technologie funguje na principu světla přenosu světla a jeho vlastnostech zvláště rychlosti. Optický kabel má vysokou frekvenci, která se pohybuje kolem 10<sup>14</sup> MHz. Přenosové rychlosti optických kabelů se pohybují od 100 Mb/s až 1 Gb/s, a dokážou přenášet data na vzdálenost až 100 km. Pro delší trasy je nutné zbudovat posilovače. Přenos dat přes optický kabel je nákladný proces, musí se totiž na plánovanou trasu položit nový kabel umožňující tento přenos. Kabel je náročný na výrobu i položení, protože nesmí být v jeho konstrukci vada, aby nerozptylovala přenášenou světelnou informaci. [34]
- Bezdrátové sítě využívají radiového nebo mikrovlnného přenosu. Systémy dovolují bezproblémové rozšiřování a připojování jednotlivých zařízení což ostatně patří mezi jeho výhody. Nedostatky bezdrátového přenosu jsou nižší rychlost přenosu, náchylné na počasí (možnost rušení přenosu ale to i dalšími zařízeními na stejných či podobných frekvencích) nebo vyšší pořizovací náklady. [34]
  - **Rádiové přenosy** mají dobrý dosah a dokáže projít i různými materiály, jako jsou stěny ale je to v závislosti na vlnové délce, čím nižší frekvence tím lepší průchodnost ale nižší dosah. U přenosu se využívá frekvence vln kolem 10 MHz. Výhodou tohoto přenosu je, že nemusí být zařízení (vysílač a přijímač) nasměřovány na sebe, protože šíření signálu je všesměrné. [34]
  - **Mikrovlnné přenosy** se od radiových liší pracovní frekvencí pohybující se kolem 100 MHz a způsobem směřování. Směřování probíhá ve formě paprsku a zařízení (vysílač a přijímač) na sebe musí navzájem vidět, protože je mohou rušit různé přírodní překážky nebo zástavba. Z toho důvodu se používá pro přenos i retranslačních stanic které signál přeposílají. Celý tento systém je poměrně levný a výkonný i na větší vzdálenosti. [34]

### 6.1.2 Komunikační a šifrovací protokoly

**Šifrovací protokoly** zajišťují bezpečný přenos informací. Každý protokol pracuje s určitým algoritmem a popisuje, jak by se měl daný algoritmus použít.

- **Wired Equivalent Privacy** (zkráceně WEP) je bezpečnostní algoritmus pro bezdrátové sítě a má za cíl ochranu dat při přenosu. WEP využíval pro každý paket 64 a 128bitové klíče. Tento algoritmus byl nahrazen WPA standardem. [34]
- **Wifi Protected Acces** (zkráceně WPA) oproti předchozímu používá na každý paket 256bitové klíče s kontrolou integrity zpráv, aby nedocházelo k modifikaci a opětovnému zasílání datových zpráv. [34]
- **WPA2** nahrazuje předchozí protokol WPA a zavádí povinné prvky IEEE 802.11i, což umožňuje uživatelům přeskouvat se na jedné síti, aniž by se museli opětovně přihlašovat. [34]
- **Advanced Encryption Standard** (zkráceně AES) používá se na bezdrátových sítích Wifi zároveň s WPA2. AES funguje na principu využívání symetrické blokační šifry, kdy jsou data rozdělena do bloků o stejné velikosti, aby se zajistila jejich ochrana při přenosu. [34]

**Komunikační protokol TCP/IP** je považován za standard pro komunikaci v počítačových sítích, respektive je jeden z nejvíce používaných. Stará se o spolehlivý přenos dat, aby nedocházelo ke ztrátě. Princip spolehlivého přenosu je zajištěn koncovými uzly, a ne přenosovou částí. TCP/IP zajišťuje komunikaci na sítích ve čtyřech vrstvách. Nejnižší vrstva je vrstva síťového rozhraní, která umožňuje přístup k fyzickému přenosovému mediu. Další vrstva je síťová, která se stará o zabezpečení, adresaci, směrování a předávání datagramů v síti. Další vrstva je transportní, která utváří logické vazby. Poslední vrstva je aplikační, která je složená z programů, vyžadujících přenos dat po síti (elektronická pošta, sdílení souborů a další). [34]

## 6.2 Mechanické zábranné systémy

Mechanické zábranné systémy (MZS) jsou považované za základní bezpečnostní prvek pro ochranu objektů vůči násilnému vniknutí. Jsou běžně aplikovány na byty a domy v podobě klíčů ke dveřím. MZS mají za smysl zabránit nežádoucímu průniku osob do daného objektu. [29]

Mezi prvky mechanického zabezpečení patří:

- *zámkové systémy,*
- *bezpečnostní kování,*

- *pomocné zámkové a uzamykací nebo uzavírací systémy,*
- *bezpečnostní dveře,*
- *mříže*
- *rolety*
- *mechanické prvky obvodového zabezpečení. [35]*

MZS jsou páteří částí zabezpečení a rozdělujeme je do čtyř hlavních částí.

- Obvodová ochrana – znamená ochranu prostoru kolem chráněného objektu. Tato ochrana je utvářena různými přírodními nebo umělými překážkami jako jsou vodní toky, skály, zdi, ploty a jiné.
- Plášťová ochrana – je zaměřená na vlastní mechanickou ochranu objektu. Do plášťové ochrany řadíme ochranu vstupů, ochrany oken a dalších možných vstupních prostor do objektu.
- Předmětová ochrana – zabezpečuje různé prostory a místa uvnitř chráněné budovy. Mohou zde být technická zařízení, finanční hotovost, šperky, cenné dokumenty a další.
- Speciální ochrana – je již zaměřená na ochranu daného předmětu, například chemická ochrana u cenin. V této kategorii je i zařazená ochrana jako „ostatní“, jako jsou plomby a pečete. [29]



Obrázek 5: Grafické znázornění pyramidu postupnosti procesů bezpečnosti v MZS [36]

## 6.3 Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy

Podkategorie je zaměřená na systémy proti průniku nežádoucích osob do objektu, a tedy k ochraně osob a majetku. [37]

*Technickými prostředky ve smyslu nasazení jako PZTS mohou být: detektory narušení (magnetické kontakty; pasivní infračervené, mikrovlnné, akustické, ořesové a kombinované detektory), tísňová zařízení, řídicí jednotky (ústředny), systémové moduly (napájecí zdroje, I/O expandery), výstražná zařízení (majáky, sirény), přenosová zařízení, zapisovací a ovládací zařízení a podobně. [38]*

### 6.3.1 Detektory narušení

Jsou to čidla detekující pohyb v záběru čidla čili pohybové detektory. Mohou být použity jak na vnější, tak vnitřní prostory. Podobnými čidly jsou vybaveny i kamerové systémy. Existuje několik kategorií, jak a kam systémy zařadit.

Rozdělení podle napájení:

- Napájené
  - - aktivní – kdy čidla vytvářejí vlastní prostředí a následně detekují jeho změny (ultrazvukový detektor)
  - - pasivní – snímají prostor ve směru čidla a detekují jeho změny (PIR detektory, teplotní čidla).
- Nenapájené

Další možností dělení detektorů je zpracování signálu.

- Analogové
- Digitální [39]

#### **Pasivní infračervená čidla**

Pasivní infračervená čidla (dále jen PIR) jsou jedny z nejrozšířenějších detektorů. Používají se také u kamerových systémů. Princip fungování je ve změně infračerveného pole vyzařovaná narušitelem. Tato čidla tedy rozpoznávají teplotu pozadí a pohybujícího se tělesa. V případě člověka je taková teplota 36°C. Tato čidla dále užívají optickou soustavu a tím se určují aktivní a neaktivní zóny. [39]

Optiku tvoří jeden ze dvou základní elementů:

- Zrcadlová optika - segmentové zrcadlo vyrobené z plastu s napařenou kovovou vrstvou (detekční charakteristika je dána při výrobě).
- Fresnelova čočka – výlisek z plastické hmoty obsahující soustavu čoček, které rozdělí snímaný prostor na zóny (výměnou čočky můžeme změnit detekční charakteristiku). Nejčastější typy PIR čidel dle charakteristiky snímaného prostoru na základě tvaru čočky:
  - Vějíř (dosah 12 - 15 metrů, šířkový úhel 90°)
  - Záclona (dosah 12 - 15 metrů, šířkový úhel 15°)
  - Dlouhý dosah (dosah 20 - 35 metrů, šířkový úhel 15°)
  - Stropní (dosah 8 - 12 metrů, šířkový úhel 360°). [38]

Tabulka 10: Typy infračervených detektorů [39]

Na zeď	Na strop	Záclona	Odolné proti zvířatům
			

### Mikrovlnné čidlo

Patří mezi aktivní detektory, obsahující přijímač a vysílač signálu. Vyhodnocení probíhá na principu vyslání signálu a porovnání jeho odražené části. Pokud jsou tato čidla nainstalována blízko sebe (nejčastěji ve vnitřních prostorech), může dojít k jejich vzájemnému nežádoucímu ovlivňování. Je tedy nutné každé čidlo nastavit na jinou vlnovou délku.[39]

### Ultrazvukové detektory

Čidlo je aktivní a vysílá vlnění o stálém kmitočtu. Jeho vysílání není pro lidské ucho slyšitelné. V klidném prostoru dochází ke konstantnímu vlnění a při narušení se toto vlnění změní. K vyhodnocení výsledků dochází v přijímači. Tyto detektory mají obvyklý dosah 10

metrů. Funkčnost tohoto čidla je negativně ovlivňována různými okolními vlivy jako je povrch předmětů nebo další ultrazvukové zdroje. [39]

### **Kombinované detektory**

Aby se zvýšila účinnost předchozích detektorů a negování jejich nedostatků, používá se jejich kombinace. Jako příklad kombinace je typ čidla, který slučuje pasivní infračervené čidlo a čidlo založené na mikrovlnném vlnění nebo opět PIR čidlo v kombinaci s ultrazvukovým. Dochází tak zlepšení odhalení narušitele. [39]

#### **6.3.2 Detektory otevření**

Detektory otevření se používají například u dveří nebo oken. Principem jejich fungování jsou magnetické kontakty, kdy je jeden kontakt umístěn na rámu a druhý na pohyblivé části. V klidovém stavu jsou tato čidla umístěna vedle sebe, a když dojde k otevření oken či dveří, čidla se od sebe oddálí a dojde k přerušení magnetického kontaktu. Výsledkem je spuštění poplachového zařízení. U těchto senzorů je důležité nastavení maximální a minimální pracovní vzdálenosti. [39]

#### **6.3.3 Detektory narušení skleněných ploch**

Tyto prvky mají za cíl zabezpečit skleněné plochy na chráněných objektech jako jsou prosklené dveře nebo okna na domech.

- **Akustické detektory**

Tento detektor vyhodnocuje slyšitelnou část zvuku s charakteristikou tříštění skla s různou velikostí a tloušťkou. Jedná se tedy o pasivní bezkontaktní detektor. Tyto detektory pracují s mikrofonom a sledují signály a tlakové vlny specifické pro tříštění skla. Jakmile se tyto dvě věci prolnou, detektor spustí. Mezi výhody těchto senzorů je pokrytí více ploch v dosahu senzoru. Detektor ovlivňují ale také rušivé elementy jako kontejner na sklo v blízkosti, možná doprava a další. Při instalaci musí být brán zřetel i na složení instalovaného skla, zda není opatřeno bezpečnostní nebo jinou fólií. Fólie jak bezpečnostní, tak vzhledové mění akustický obraz roztržitého skla.[39]

- **Pasivní detektory**

Tyto senzory se upevňují přímo na sklo a složitější princip fungování založeného na piezoelektrickém senzoru. Tyto senzory vyhodnocují rezonanční kmitočet ve skle. Čidlo musí být dobře přilepené, aby nedocházelo ke ztrátě přenosu zvuku hmotou. Výhodou takového čidla



je, že pracuje bez citlivosti na rušivé hluky. Čidlo je též viditelné, takže narušitel si rozmyslí, zda sklo rozbít. Dochází tedy k psychologické prevenci. Čidlo má ale i své nevýhody jako je dělení skla. Je – li okno děleno na více okenních tabulí, musí být čidlo na každé tabuli zvlášť. Čidlo může být i v podobě fóliového polepu nebo skla s vlastním čidlem, které je do něj zabudováno již při výrobě. [39]

## 6.4 Kamerové systémy

Kamerové systémy jsou známé také v podobě anglického názvu Closed Circuit Television ve zkratce CCTV. Kamerové systémy jsou tvořeny hardwarovým a softwarovým vybavením. Mezi softwarové části jsou řazeny různé ovládací programy. Do hardwarové části řadíme vlastní kamery, záznamové zařízení, kabely, zobrazovací prvky a další. Pro přenos obrazu slouží drátové i bezdrátové prostředky. Tyto systémy lze použít pro sledování vnějších i vnitřních prostor. [40]

### Analogové kamerové systémy

Analogové kamerové systémy fungují na přenosu dat v analogové podobě jako jsou cinche nebo koaxiální kabely a pracují i s analogovým videosignálem. Nevýhodou je krátký dosah přenosu. Ten se pohybuje do 100 metrů.

### AHD kamerové systémy

Tento systém je založen na analogovém přenosu signálu ale ve výrazně vyšším rozlišení. Jejich dosah je až 500 metrů. Přes záznamové zařízení, které obraz zpracovává se dají informace bez problému převést do počítače za pomoci připojení přes síť LAN.

### Digitální kamerové systémy

Jsou nejmodernějším použitím kamerových systémů. Postupem času se na tyto systémy přechází. Tyto systémy nemají teoreticky žádné omezení, co se rozlišení obrazu týče, závisí jen na vlastnostech zvolených kamer. Tyto systémy pracují při přenosu dat v TCP/IP, což umožňuje využití přenosu dat přes ethernet. Tyto kamery se označují jako IP kamery. Pro přenos dat z kamer může sloužit klasická kabelová síť ale i bezdrátová síť. [30]

Kamerové systémy lze spojit s dalšími zařízeními jako jsou prvky PZTS. [40]

## 6.5 Ovládání a úložiště

Tato zařízení zaštiťují jednotlivé poplachové zabezpečovací, tísňové a kamerové systémy. Bez těchto zařízení by jednotlivé systémy nebyly tak efektivní

### HUB

Je centrální jednotka je „mozek“ zabezpečovacích systémů. Zařízení jde připojit internetu za pomoci Wifi, ethernetového kabelu a některá mají slot na SIM kartu. SIM karta jim, umožňuje připojení k mobilním datům. Mají za úkol sbírat data z jednotlivých čidel, které následně vyhodnocují a zasílají uživateli (např. do aplikace v chytrém telefonu). Díky kartě SIM mohou posílat informace i za pomoci SMS zpráv. Jednotlivá čidla jde zapojit k HUBu za pomoci kabelů nebo přes Wifi připojení. Většinou obsahují i záložní baterie pro případ výpadku elektrického proudu. [34]

### Router

Je specializovaný hardware umožňující spojení dvou a více sítí jako domácí síť a internet. [34]

### Úložiště

Úložiště jsou důležitá zařízení pro uchování potřebných dat. Mohou mít podobu SD karty (např. v kamerách) pro záznam, nebo pevné disky pro celkový systém zabezpečení. Tato zařízení jsou součástí hardwarového vybavení vlastního systému. Další možností je cloudové úložiště. Tento typ úložiště se většinou pronajímá u poskytovatelů serverů. Úložiště umožňuje ukládání dat přes internet. Většinou se využívá, když nemáme dostatečnou kapacitu vlastního úložiště nebo chceme-li mít další zálohu uložených dat. Výhodou tohoto úložiště je přístup, za pomoci přihlašovacích údajů, z jakéhokoliv místa, kde je připojení k internetu. [34]

## 7 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce je vytvoření návrhu rodinného domu v podzemí se zaměřením na

- dispozici domu,
- stavebních prvků,
- protipožárních a monitorovacích systémů,
- energetických systémů a energetické náročnosti budovy.

Následně vytvořit celkové technické a ekonomické hodnocení projektu.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 8 DISPOZICE DOMU

Kapitola je zaměřena na popis vlastního návrhu domu. Nákres domu proběhl v modelovacím programu ArchiCAD. Návrh a nákres domu jsem prováděl sám. V průběhu vytváření modelu jsem se snažil vycházet z poznatků získaných z knihy Technika budov, jako je přirozené světlo, zásobování teplou vodou, větrání a také z knihy Cvičení z pozemního stavitelství kde jsou mimo jiné řešená schodiště. I přes to, že jsem modeloval sám, by měl dům odpovídat potřebným normám, ale pro reálnou realizaci stavbu by bylo třeba odborné zpracování architekta. V práci budou použity výstřižky z modelu pro další zpracování v jednotlivých oblastech řešených témat. [41] [42]

Dům se skládá ze dvou pater a je situovaný na jih a jihozápad. Z východu a severu je zakrytý hlínou a střecha je zahrnutá též.



Obrázek 6: Pohled na dům z jihozápadu [43]



Obrázek 7: Pohled na dům z jihovýchodu [43]

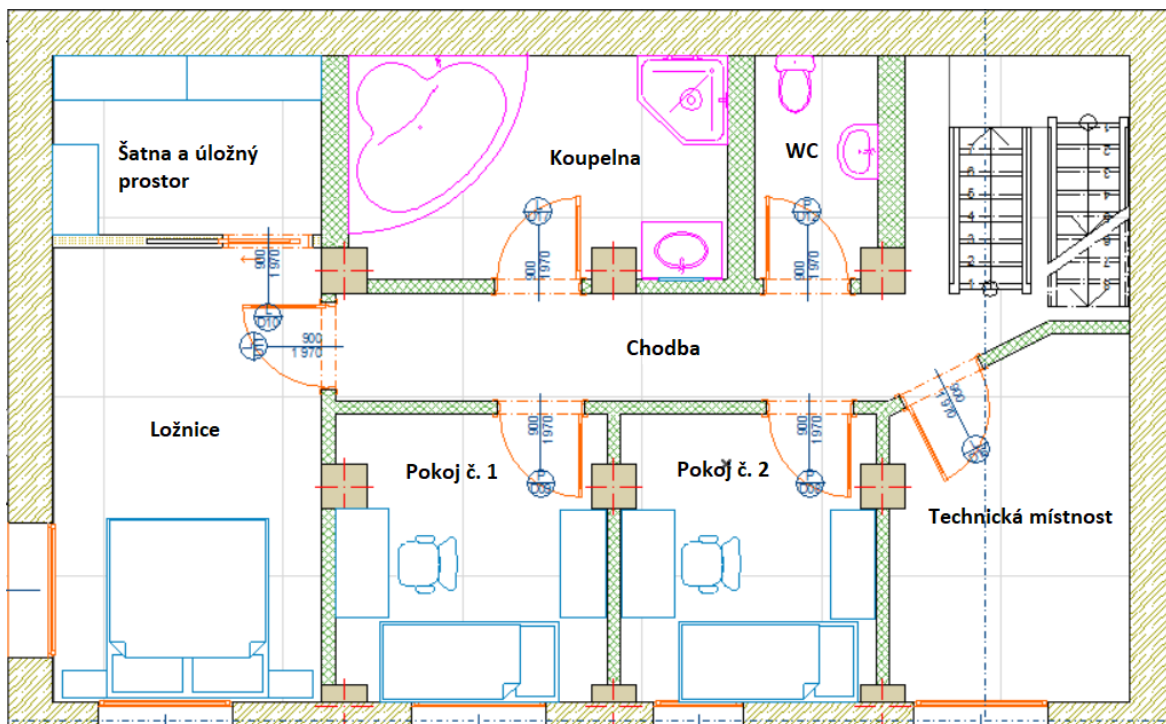
Celková plocha stavby (zastavěná plocha, bez zahrnutí zeminy) je  $122,5 \text{ m}^2$ . Celková užitná plocha je  $161 \text{ m}^2$ . Celkový objem vzduchu v budově je  $402,5 \text{ m}^3$ .

V následujících dvou podkapitolách budou postupně rozebrány obě patra domu s jednotlivým rozpoštěním místností a v příloze P I, je vizualizace možného zakomponování modelu do terénu.

## 8.1 První patro

První patro je do značné míry pod zemí, může z venku působit jako sklepní prostory, ale jsou v něm umístěny obytné místnosti včetně technického prostoru.

Obytné prostory jsou situovány na jih, aby bylo možné do místností navést denní světlo přes vlastní okna a ponechat zároveň možnost tyto místnosti přirozeně vyvětrat.



Obrázek 8: Nákres prvního patra [43]

První patro, je patro, které je do značné míry pod zemí a jsou v něm umístěny obytné prostory s technickou místností. Obytné prostory jsou situovány na jih, aby bylo možné do místností navést denní světlo přes vlastní okna a ponechat zároveň možnost tyto místnosti přes okna vyvětrat.

### **Ložnice s šatnou a úložným prostorem**

Ložnice s šatnou jsou dohromady prostorné místnosti pro zajištění pohodlí s dostatkem celkového úložného prostoru nejen pro oblečení ale i další věci. Jejich celková plocha je 21 m<sup>2</sup>. Ložnice má dvě okna, jedno směrem na jih a druhé na západní stranu, pro přirozené světlo s možností větrání. Pro možnost částečného přirozeného osvětlení vede do šatny světlovod procházející přes obývací pokoj ve druhém patře.

### **Pokoj č. 1**

Pokoj č. 1 má plochu 8,75 m<sup>2</sup>. Je uzpůsobený pro jednu osobu a je zařízen základním vybavením. Má jedno okno otočené na jih pro dostatek přirozeného světla s možností větrání.

### **Pokoj č. 2**

Tento pokoj je navržený stejně jako pokoj č. 1, jen má o něco větší užitnou plochu, ta je 10,5 m<sup>2</sup>.

### **Technická místnost**

Technická místnost je poslední místností v prvním patře, která je situovaná na jih s vlastním oknem. Okno zde slouží jak pro světlo, tak pro možnost dostat do místnosti potřebná zařízení. Užitná plocha této místnosti je 9.5 m<sup>2</sup>. Jsou zde umístěná důležitá technická zařízení jako je systém rekuperace vzduchu, přípravu teplé vody na užívání a vytápění a je zde zabudován celý systém řízení těchto energií.

### **Koupelna**

Koupelna v prvním patře, je určena hlavně pro hygienu a relaxaci uživatelů pokojů prvního patra. Její celková užitková plocha 13 m<sup>2</sup>. V koupelně je umístěná prostorná vana, sprchový kout a místo s umyvadlem rovněž toaletní skříňka pro hygienické potřeby. Pro přirozené světlo je zde využit světlovod, který prochází i prádelnou v druhém patře.

### **Záchod**

Poslední místností v prvním patře je záchod s celkovou užitnou plochou 4,1 m<sup>2</sup>.

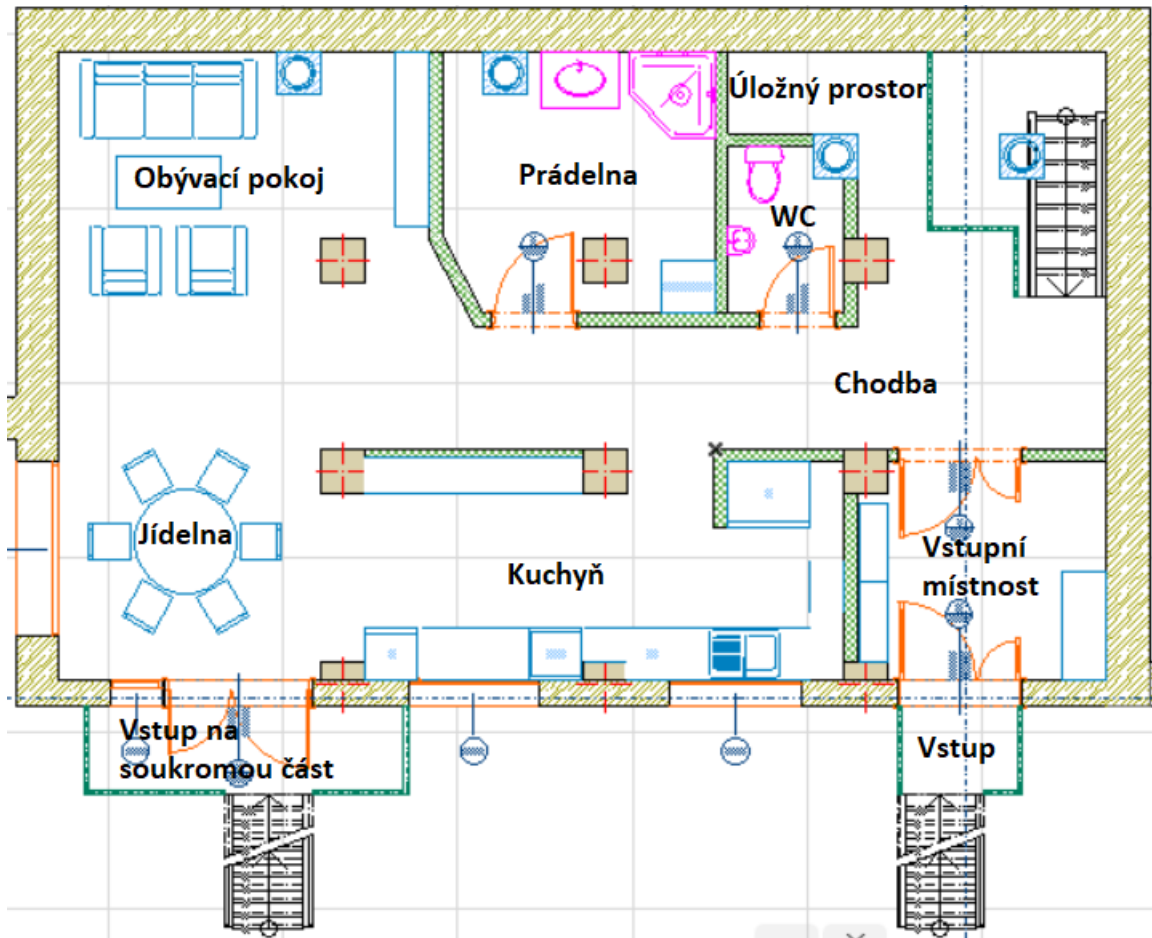
### **Chodba**

Chodba v přízemí, včetně prostoru pro schody má celkovou plochu 13,75 m<sup>2</sup>.

## **8.2 Druhé patro**

Toto patro je z celkového pohledu nadzemní. Má celou severní stranu krytou hlínou (návoz, nebo kopec) včetně stropu (střechy), na níž je dostatečná možná plocha pro umístění solárních panelů. Východní strana je v co největší možné míře přikryta zeminou s tím, že má i opěrnou vnější zeď pro možnost vyššího závozu. Západní strana je také zčásti zahrnutá zeminou, ale pouze tak, aby zde bylo možné umístit okna, s co největší plochou, pro přirozené osvětlení hlavní užitkové části patra. Jižní strana je kompletně odkrytá pro umístění oken a vchodů. Kromě oken pro osvětlení jsou zde umístěny i světlovody. Světlovody jsou situovány tak, aby částečně osvětlily danou část v druhém patře a zároveň prochází do místností v prvním patře.





Obrázek 9: Nákres druhého patra [43]

Druhé patro je zaměřené na celkový společný rodinný život. Patro má dva vstupy, jeden je celkově pro vstup z venku a druhý je do venkovních soukromých prostor. Tyto části by byly oddělené od okolí okrasnou zdí, která není v modelu vymodelována.

V patře se nachází tyto prostory.

### Zádveří

Je to hlavní vstup do domu zvenčí. Má celkovou plochu 7,5 m<sup>2</sup>. Jsou zde umístěny dvoje dveře, jedny vstupní do místnosti z venku a druhé do vstupní místnosti zevnitř tak, aby se po vstupu do domu nevětralo v celém domě a nevznikal tak nechtěný průvan a únik tepla. V místnosti je umístěný botník a základní komoda pro odkládání věcí.

### Chodba

Chodba v tomto patře je poměrně rozlehlá, ale jsou zde započítány schody do nižšího patra, včetně části tvořící již společný prostor mezi kuchyní, jídelnou a obývacím pokojem. Má celkovou plochu 16,3 m<sup>2</sup>.

### **Kuchyň**

V kuchyni jsou umístěna veškerá zařízení pro plnohodnotný chod domácnosti včetně velkého mrazicího boxu. Jelikož je celý dům je zaměřený na elektřinu, tak i vybavení kuchyně je orientované na elektrickou energii. Celková rozloha místnosti je 14 m<sup>2</sup>.

### **Jídelna**

V jídelně je umístěný stůl s židlemi a je zde i přístupový vchod do soukromých venkovních prostor. S kuchyní a obývacím pokojem tvoří jeden velký prostor. Čistá užitná plocha jídelny je 8 m<sup>2</sup>.

### **Obývací pokoj**

Obývací pokoj má rozlohu 19,4 m<sup>2</sup>.

### **Prádelna**

Tato místnost je užitková a slouží pro praní prádla, je zde počítáno s místem pro úschovu čistících prostředků. Je zde i sprchový kout s umyvadlem pro osobní hygienu. Užitná plocha činí 9 m<sup>2</sup>.

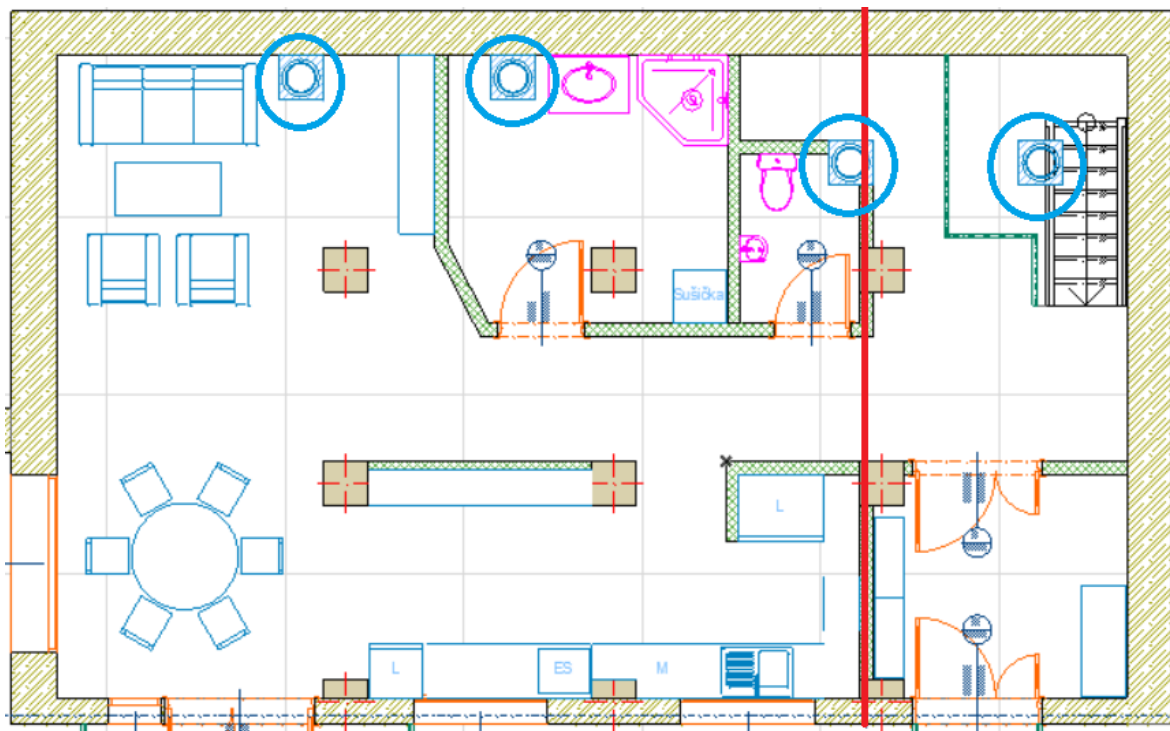
### **Záchod**

Záchod ve druhém patře má celkovou rozlohou 2,4 m<sup>2</sup>.

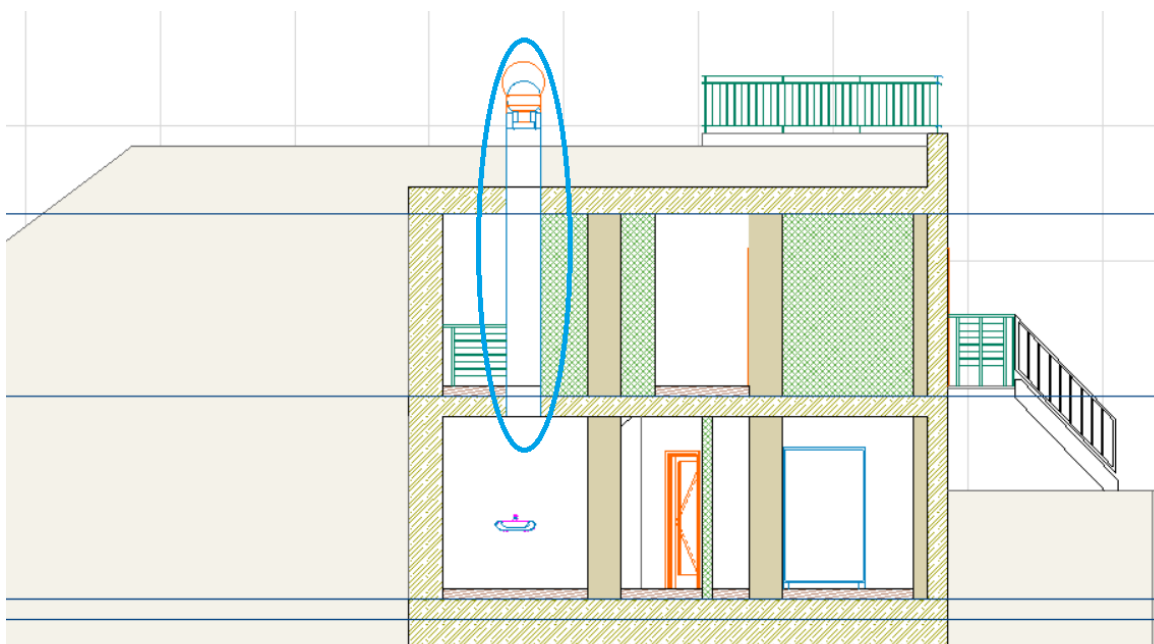
### **Úložný prostor**

Také je zde navržen úložný prostor například pro trvanlivé potraviny (konzervy). Úložný prostor má užitnou plochou 1,43 m<sup>2</sup>.

Výše v práci jsou popsány alternativní zdroje světla jako jsou světlovody. Světlovody jsou umístěné do místností v severní části. Světlovody nejsou vidět na půdorysu prvního patra ale ve druhém patře ano. V obrázcích 10 a 11 jsou světlovody vyobrazené. Na půdorysu je vidět červená dělicí čára. Tato čára ukazuje na místo řezu, ze kterého byl vygenerován bokorys pro ukázkou celého světlovodu.



Obrázek 10: Půdorys druhého patra se zaměřením na světlovedy [43]



Obrázek 11: Bokorys domu se zaměřením na vedení světlovedy [43]

## 9 STAVEBNÍ ŘEŠENÍ DOMU

Kapitola je zaměřená na celkovou stavbu domu. V podkapitolách, budou rozepsány jak hlavní technické problémy a řešení takovéto stavby jako jsou různé druhy izolací, tak vlastní konstrukce budovy.

### Nosná konstrukce

Jako hlavní stavební materiál pro dům je zvolen klasický železobeton s ocelovými nosníky. Skořápka domu z železobetonu je oproti jiným materiálům zvolena, jak pro své vlastnosti jako je různé tvarování železných výztuh před vylitím samotného betonu, tak volitelná síla tohoto celkového materiálu dle potřeb. Dům je stavebně složený ze silné železobetonové skořepiny, zvláště v místech, kde se do něj opírá hlína. Vnitřní nosná konstrukce je řešena pomocí nosných sloupů.

### Hydroizolace

Hydroizolace domu je velmi důležitý prvek zvláště u tohoto typu stavby, takže je zde izolace vícenásobná v souvislosti s jednotlivými částmi domu a svahu. Nejčastější typ odvodu vody je drenáž a na samotnou hydroizolaci stavby by podle poznatků bylo třeba využít HDPE folií v kombinaci s výrobky z bentonitu.

### Tepelná izolace

Tepelná izolace domu je zaměřena na vnější zateplení stavby s následným zateplením zvláště podlahy v prvním patře. Na zateplení domu je vhodné použít kombinaci polystyrenových desek, foukaného polystyrenu a izolační pěny.

## 9.1 Svah

Svah okolo domu slouží pro krytí před povětrnostními podmínkami, a tudíž utváří teplotně stabilnější klima pro dům. Svah je tvořený hlínou, která akumuluje vodu, kterou je třeba od stavby odvádět, proto je nutné do svahu řádně zabudovat drenážní potrubí. Aby se drenážní potrubí nezanášelo hlínou a jinými nečistotami je dobré jej překrýt geotextilií. Pro potrubí je dobré udržet i spádovost pro plynulý odvod vody.

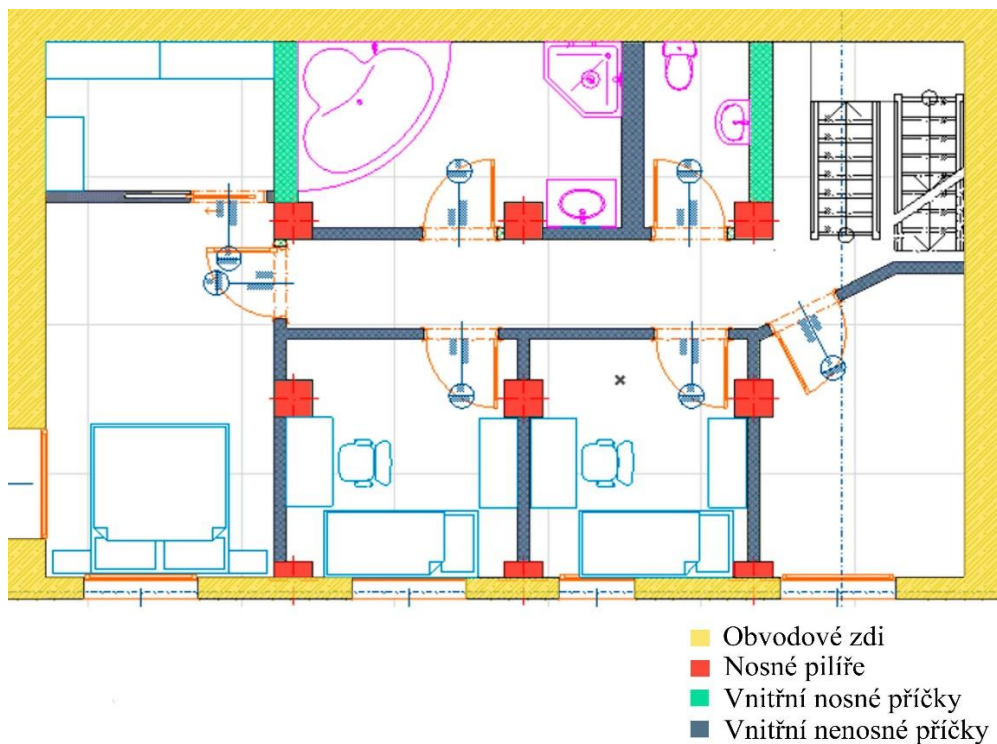
## 9.2 Základy

Základy jsou nedílnou částí každé stavby. U staveb krytých zemí jsou nároky na základy vyšší než na klasické stavby, protože je zde nutné brát v úvahu zvýšené tlaky které musí

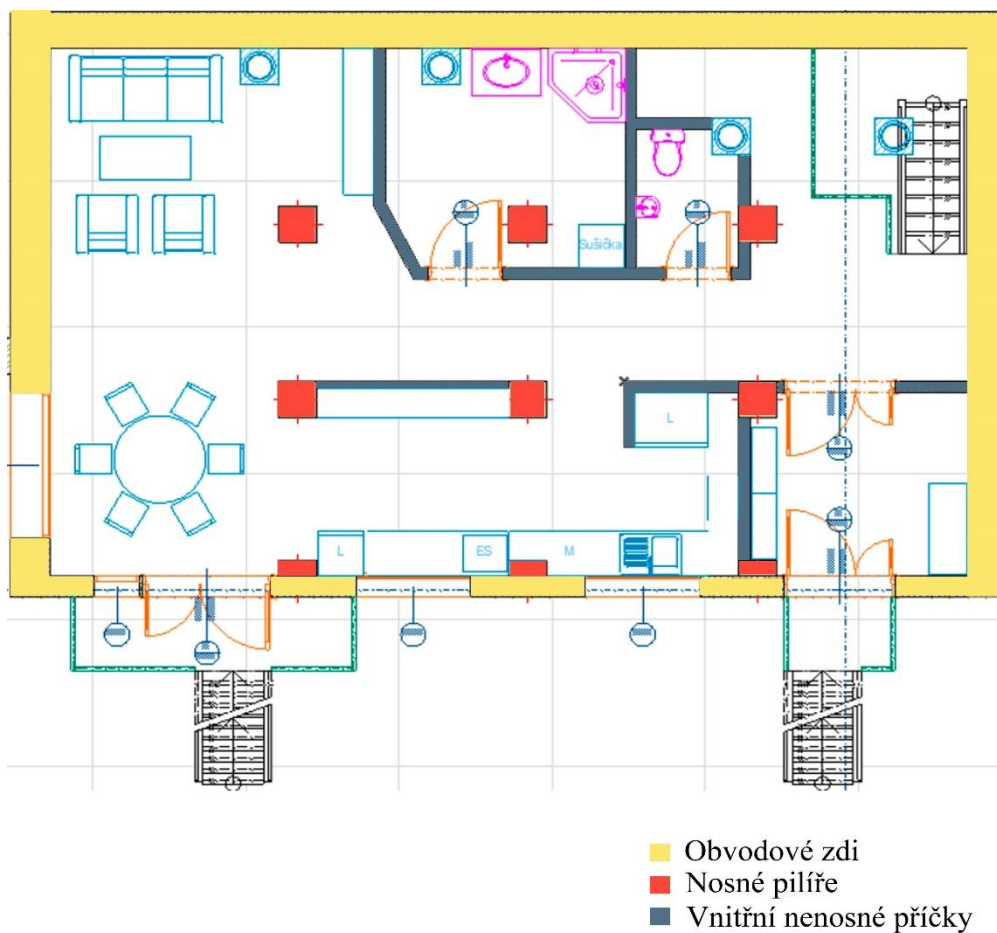
deska vydržet, aby celý dům unesla a zároveň odolala i tlaku hlíny. Základová deska musí být tedy silnější a v místech kde jsou hlavní nosné prvky, jako jsou nosné sloupy nebo opěrné stěny i hlubší základy. U opěrných zdí je nutno zbudovat nejen hlubší základy ale i protažení základu pod svah, tím dojde k větší odolnosti zdi na udržení. Vlastní váha svahu totiž působí nejen na stěnu ale i na základ pod sebou. Jsou zde také vyšší nároky na izolace, a proto jsou tyto izolace více násobné. Základová deska jako taková by měla spočinout nejdříve na vy drenážovaném podloží tak, aby docházelo k odvodu vody od domu. Opět se zde musí dbát na to, aby nedošlo k zanesení drenáže, je proto nutno využít geotextilií. Další izolací je využití desek z pěnového skla, které mají zabránit zvláště v patkách domu vzniku tepelných mostů a tím kondenzaci vody uvnitř stavby. Součástí základové desky je i další hydroizolace v podobě HDPE folií a bentonitových desek. Poslední izolací je opět tepelná izolace v podobě polystyrenových desek nebo foukaného polystyrenu, tvořící již základ podlahy obytných prostor. Tímto způsobem dojde ke zbudování zaizolované základové desky pro dům.

### 9.3 Stěny

Stěny domu jsou rozděleny podle nosnosti. Obvodové zdivo, do kterého se opírá svah je nosné a také musí udržet tlak. Na tyto stěny se hodí využít vlastností železobetonu. Dále jsou zde vnitřní příčky, které slouží pro rozdělení vnitřního prostoru, a tudíž mohou být zbudovány z lehčích materiálů jako jsou pórobetonové prefabrikáty. Hydroizolační prvky obvodových stěn jsou na základě bentonitových desek a tmelů v kombinaci s HDPE folií. Hydroizolace navazuje na tepelnou izolaci z desek extrudovaného polystyrenu, který lépe odolává tlakům. Na zaizolování stěn na povrchu již stačí využít standardních polystyrenových desek v kombinaci s izolační pěnou pro utěsnění. Na oddělení od svahu a stěn je dobré použít drenážní násyp z kamenů, který zároveň brání i průnikům škůdců do izolací.



Obrázek 12: Typologie stěn v prvním patře [43]



Obrázek 13: Typologie stěn ve druhém patře [43]

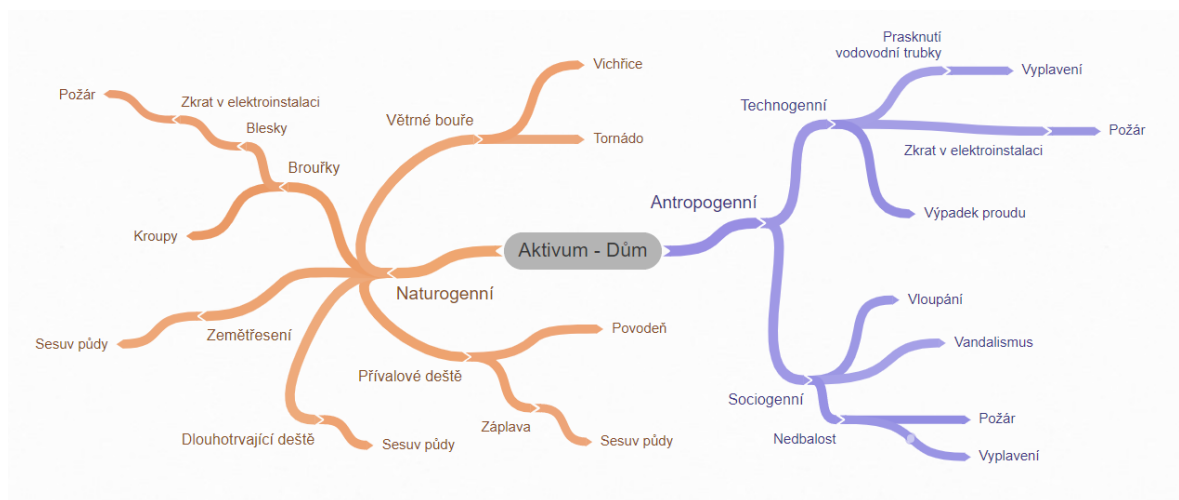
## 9.4 Střecha

Základní část střechy je z železobetonu a je ukotvena na nosných zdech a pilířích. U střechy se musí počítat se zvýšenou únosností kvůli zemině kterou nese. Střecha musí být opět zai-  
zolována. Pro tepelnou izolaci jsou zvoleny polystyrenové desky o tloušťce až 15 cm a na nich je umístěna hydroizolační vrstva z HDPE fólie. Celá izolace je následně zakryta vrstvou zeminy za účelem další izolace a také s možností vzniku zelené střechy. Výška zeminy by se měla pohybovat okolo 20 centimetrů. Musí se zde počítat s váhou nasycené zeminy vodou, takže střecha musí být dostatečně dimenzovaná. Střecha je zároveň nositelem fotovoltaické elektrárny, kdy je na ní uchycena nosná konstrukce fotovoltaických panelů. V návrhu domu je na střeše ochranné zdivo se zábradlím. Ochranná zeď by následně sloužila jako kotva pro solární panely a jejich nosnou konstrukci by bylo možné schovat do hlíny s tím, že by vyčnívaly jen nosné prvky pro jednotlivé panely. Tím se omezí zásah do vlastní střechy.

## 10 MYŠLENKOVÁ MAPA

Kapitola je zaměřená na odhalení možných bezpečnostních rizik souvisejících s klidným provozem domu. Možná rizika budou vybrána, popsána a posouzena z vlastní úvahy, znalostí krajiny a ze zkušeností nasbíraných při výjezdech jako aktivního člena ve výjezdu JSDH Louka.

Myšlenková mapa slouží k uspořádání myšlenek a jejich vyobrazení do grafické podoby pro lepší přehled. Myšlenková mapa má široké použití, kdy může sloužit při učení, rozvržení prací, analýze rizik a dalších.



Obrázek 14: Myšlenková mapa [46]

Na myšlenkové mapě jsou znázorněny možná i nepravděpodobná rizika, která mohou ohrozit nějakým způsobem dům a jeho obyvatele.

Rozdělení jednotlivých hrozeb se dělí na dvě základní části: naturogenní a antropogenní.

### Antropogenní

Antropogenní události jsou způsobené člověkem a jeho činností. Jsou rozdělené na technogenní a sociogenní, a i zde se dají rozdělit na úmyslné a neúmyslné.

- Technogenní
  - Poškození vodovodního řádu – může k němu dojít únavou materiálu nebo rázovou vlnou při prudké změně tlaku v řádu. Jako následek je vytopení domu.
  - Zkrat v elektroinstalaci – může být způsoben nekvalitními materiály, vadnými součástmi elektroinstalace a dalších příčin, kdy dojde k výpadku



proudu, ale může vzniknout i požár. Při výpadku proudu nemusí dojít při mimořádné události ale i při údržbě elektrických sítí v okolí, kdy kvůli bezpečnosti vypojují proud, to v Louce není ničím výjimečným.

- Sociogenní
  - K mimořádné události může dojít i z nedbalosti při běžném provozu. Může zde dojít k požáru např. při vaření nebo vyplavení domácnosti díky špatnému zacházení, při domácích úpravách (vrtání do zdí).
  - Vloupání do nemovitosti lze provést přes vstupní dveře nebo skleněné výplně oken. Dalším možným cílem krádeže by se mohly stát fotovoltaické panely. Vloupávání se v Louce neobjevuje, to neznamená že se nemůže stát, ale krádeže plodin na polích nejsou ničím výjimečným.
  - Vandalismus se v lokalitě v lokalitě vyskytuje zřídka.
- Naturogenní
  - Přívalové a dlouhotrvající deště mohou mít za následek povodně a záplavy, které mohou v nejhorším vyvolat i sesuv půdy. Přímo tohoto projektu se povodně nedotýkají, protože objekt je situován na jihovýchodním svahu mimo vodní toky. Se záplavami by se muselo počítat při stavbě domu a provést terénní úpravy i když ani k tomu by zde nemělo dojít díky terénním překážkám (křovinatý porost a terénní úpravy provedené obcí – zbudovaný poldr) Sesuv půdy přímo u stavby by ji mohl značně poškodit, nebo i zničit. V Louce jeden sesuv půdy byl ale na jiném místě, kde pro to jsou vhodnější podmínky. Při konzultaci s bývalou starostkou obce Annou Vašicovou, jsem navíc zjistil, že již dříve probíhalo měření a nezjistilo žádný posuv. [44]
  - Zemětřesení je u nás velmi málo pravděpodobné a malou silou.
  - Bouřky jsou běžným jevem, který se u nás vyskytuje. Bouřky mohou přinést blesky a kroupy. Kroupy mohou poškodit skleněné okenní výplně i FVE. Proti úderům blesků se používají hromosvody ale i tak může blesk proniknout do elektrické sítě a ji dokonce zničit, což by mělo za následek výpadek proudu a možný vznik požáru.
  - Větrné bouře jsou u nás také častým jevem například v podobě vichřice. Tornádo je zde zařazeno záměně, po událostech, co se staly na Hodonínsku a

Břeclavsku 24.6.2021. Z vlastních odhadů, co jsem na místě viděl, by tato stavba jako taková neměla mít problém odolat ale i tak by se zde muselo počítat s velkými škodami na majetku (FVE, větrná elektrárna, okna, fasáda vyčnívajících částí. okolní vybavení domu).

Po zabezpečení stavby jako je v modelu by měli být pod dohledem bezpečnostního systému vstupy, skleněné výplně oken (jak z důvodu možného průniku cizích osob, tak i pro varování při rozbití přírodními jevy), celý vnější perimetr budovy aby byly pod dohledem důležité a drahé technologie jako jsou elektrárny a jejich bateriová úložiště (ty i z důvodu možného požáru) a také z důvodu požáru i místa kde do domu energie vstupují a je zde zvýšené riziko požáru (technická místnost, kuchyně).

## 11 ENERGETICKÉ ZABEZPEČENÍ OBJEKTU

Kapitola s názvem „Energetické zabezpečení objektu“ je zaměřená na energie učené k chodu domu. Pro tento projekt byla jako primární energie využita elektřina. Slouží k větrání, vytápění, vaření... - jednoduše ke všemu, co rodinný dům potřebuje. Aby byl dům co nejvíce soběstačný, je třeba využít obnovitelné zdroje jako jsou solární panely pro získání energie na vlastní chod.

### 11.1 Energetické zabezpečení objektu

Energetické zabezpečení objektu je podkapitola zaměřená na zdroje energií zabezpečujících chod domu. Jak je v předchozích kapitolách zmíněno, dům je konstruován na elektrickou energii, která se v domě používá k celému chodu. Z dalších energií, které do projektu vstupují, už je jen voda z vodovodního řádu. Autor práce by na základě vlastních zkušeností doporučil vlastní studnu pro pitnou vodu a nádrž na dešťovou vodu z drenáží pro užitkové použití, například na splachování. Bohužel toto v projektu není zahrnuto, a tak je voda vedena z řádu a veškeré odpadní vody, včetně dešťové jsou odváděny do kanalizace.

#### 11.1.1 Vytápění

Pro vytápění domu, který funguje na elektřinu, byl zvolen systém Heatflow. Výpočet systému na vytápění proběhl v určené online kalkulaci se zadanými vstupními parametry jako je plocha vytápěné podlahy a možná tepelná ztráta. Plocha byla převzata z modelu a následně upravena podle funkčnosti na celkových 110 m<sup>2</sup>, kdy online kalkulačka společnosti navrhla minimální doporučenou instalaci na 96,6 m<sup>2</sup>. Tepelná ztráta, jako druhý vstupní parametr, byla odhadnuta na základě studia podobných staveb a projektů na 5 kW. Instalovaný výkon vyšel na 21,25 kW s roční odhadovanou spotřebou 5 000 kWh. Tento systém funguje zcela bezúdržbově a pokud je dobře nainstalovaný není třeba zásahu po velmi dlouhou řadu let. Systém vytápění Heatflow je možné ovládat přes digitální termostat, který má možnost připojení přes Wi-Fi a následně přes mobilní aplikace pro chytré telefony s operačním systémem Android nebo iOS. Systém Heatflow lze propojit s aplikací chytré domácnosti od Rakouské firmy LOXONE, se kterou firma Heatflow spolupracuje, přes kterou lze řídit i vzduchotechnické systémy včetně rekuperace, světla či žaluzie. [22] [23]

### 11.1.2 Rekuperace

Rekuperační jednotka je významná součást nízkoenergetických domů. V tabulkách 15 a 16 je ukázkový výpočet výkonu rekuperace a v následující tabulce 17 jsou implementovány tyto poznatky na současný projekt, pro zjištění síly rekuperace.

Tabulka 11: Výpočet výkonu rekuperace 1/2 [45]

Požadavky na výkon větrání		Dle obsazenosti místnosti		Dle osob	Dle typu místnosti		
České státní normy, doporučené pro stanovení výkonu větrání		Intenzita větrání neobsazené místnosti	Intenzita větrání obsazené místnosti	Výkon větrání na 1 osobu	Odvod vzduchu* doporučený pro kuchyně	Odvod vzduchu* doporučený pro koupelnu	Odvod vzduchu* doporučený pro WC
		[h <sup>-1</sup> ]	[h <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> /hod]	[m <sup>3</sup> /hod]	[m <sup>3</sup> /hod]	[m <sup>3</sup> /hod]
ČSN EN 15665	Minimální hodnota	0,3	0,3	15	100	50	25
	Doporučená hodnota		0,5	25	150	90	50
ČSN EN 15251	1. třída	0,1–0,2	0,7	36	100	72	50
	<b>2. třída</b>		0,6	<b>25</b>	<b>72</b>	<b>54</b>	<b>36</b>
	3. třída		<b>0,5</b>	15	50	36	25

\* **Rovnoměrná výměna vzduchu** = Množství odváděného vzduchu (z kuchyně, koupelny a WC) musí být vždy v rovnováze s množstvím přiváděného vzduchu (do obývacího pokoje, ložnice, dětských pokojů)!

**Modře zvýrazněné – obvyklé používané parametry pro výpočet výkonu.** Nejvyšším požadavkem větrání je zpravidla požadavek dle typu místnosti.

Tabulka 12: Výpočet výkonu rekuperace 2/2 [45]

dle ČSN EN 15251 střední 2. třída	Dle obsazenosti místnosti – neobsazená místnost n <sub>min</sub> = 0,1/h [m <sup>3</sup> /hod]	Dle obsazenosti místnosti – obsazená místnost n <sub>min</sub> = 0,5/h [m <sup>3</sup> /hod]	Dle osob 25 m <sup>3</sup> /hod/os [m <sup>3</sup> /hod]	Dle typu místnosti [m <sup>3</sup> /hod]
Obestavěný prostor 300 m <sup>3</sup>	30	150		
4 osoby			100	
Kuchyně				72
Koupelna				55
WC				25
Celkem	30	150	100	<b>175</b>

Tabulka 13: Vlastní výpočet rekuperace [46]

Dle ČSN EN 15251 Střední 2. třída	Dle obsazenosti místností – neobsa- zená místnost $n_{min} = 0,1/h$ [m <sup>3</sup> /hod]	Dle obsazenosti místností – obsa- zená místnost $n_{min} = 0,5/h$ [m <sup>3</sup> /hod]	Dle osob 25 m <sup>3</sup> /hod/os [m <sup>3</sup> /hod]	Dle typu místnosti [m <sup>3</sup> /hod]
Obestavěný pro- stor 400 m <sup>3</sup>	40	200		
4 osoby			100	
Kuchyně				72
Koupelna				108
WC				72
Celkem	40	200	100	250

Podle tabulky 13 je zjištěna potřebná síla rekuperace a tím je její výkon v m<sup>3</sup> čili 500 m<sup>3</sup>. Následně je vybrána centrální rekuperační jednotka Venus Comfort 500 EC s parametry 535 m<sup>3</sup>/h a spotřebou 220 W. Při plném chodu po celý rok rekuperace spotřebuje 1 927,2 kWh. [47]

### 11.1.3 Příprava teplé vody

Pro přípravu teplé vody by bylo využito dvou boilerů. Jeden standardní pro teplou vodu do domácnosti o objemu 160 l a druhý jako zásobník teplé vody pro přebytky energie z fotovoltaické elektrárny o objemu 200 l. Boilery by byly napojeny za sebou, tak aby zásobník poskytoval a předehřival vodu pro hlavní boiler, který již funguje standardně. [48] [49]



Obrázek 15: Dražice Elektrický bojler s kapacitou 200 l [49]

#### 11.1.4 Fotovoltaická elektrárna

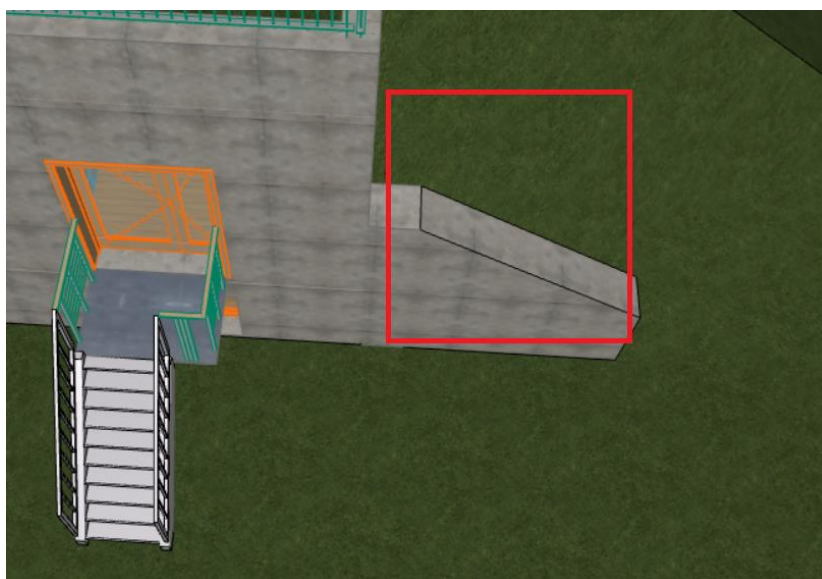
Je spousta firem, které nabízejí prodej a instalaci fotovoltaické elektrárny včetně doplňků. Také je možné si elektrárnu nakoupit po částech a seskládat sám. Kvůli bezpečnosti je pak ovšem nutné, aby následné zapojení provedl odborník, který dané problematice rozumí. Vlastní sestavení a montáž může vyjít i levněji než kompletované od firmy, ale je nutné počítat, že na zařízení a jeho montáž se následně nemusí vztahovat záruka. Po prozkoumání trhu byla vybrána nabídka, která obsahuje FVE o výkonu 5,4 kWp s napojením na baterie o celkovém výkonu 10,65 kWh. Nabídka je výhodná cenově i na zapojených FVE panelech, a je dodávána s vlastním softwarovým vybavením pro její ovládání. Jeden panel má výkon 450 Wp, což znamená menší nároky na prostor pro panely. 10,65 kWh baterie znamená značné uložení přebytečné energie a v kombinaci s větrnou elektrárnou ještě lepší. FVE lze bez problému namontovat na střechu a na střešní lem v umístění na jih, což způsobí co největší zisk z panelů. Pro jejich umístění je vyhrazená plocha 91,3 m<sup>2</sup>, jak je vidět na obrázku 16. [48]

Solární elektrárna má teoretický roční výkon 5 670 kWh. [24]

### Baterie a kabelové vybavení

Tato zařízení jsou užitečná ale zároveň potenciálně nebezpečná. Jejich umístění hraje roli v celkové bezpečnosti domu. Pro umístění baterií byl vybrán prostor mimo obytnou část domu. Nachází se v ochranné schránce z železobetonu uschovaná v opěrné zídce a pod terémem svahu vedle vchodu. Toto řešení se jeví jako nejbezpečnější, protože je monitorováno kamerovým systémem vchodu a případný požár neohrozí konstrukci domu. Tato schránka musí být přístupná v případě nutnosti i pro bezpečnostní sbory jako je HZS v případě požáru. Schránka musí být odolná i vůči teplotním výkyvům a zvláště mrazu, protože ten má negativní vliv na vlastnosti baterií.

Použité baterie jsou typu  $\text{LiFePO}_4$ . Tyto baterie mají vysokou odolnost a výdrž při nabíjení, tím se zvyšuje jejich celková životnost. Tyto baterie jsou odolnější vůči zkratům a teplotě oproti klasickým Li – Ion bateriím. Jejich stabilita je až do  $500^\circ\text{C}$ . [51]



Obrázek 16: Úložiště baterií [43]

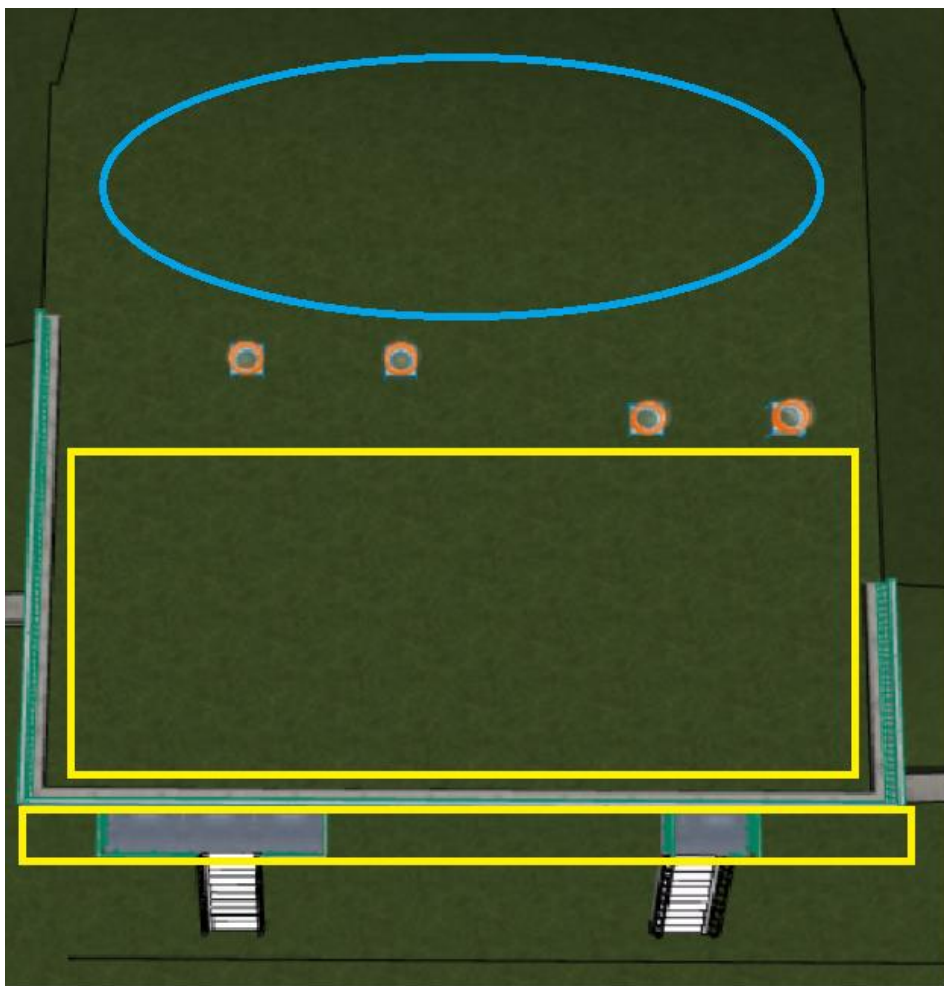
Pro elektrické vedení je třeba zavést husí krky, což je označení vedení pro průchody kabelových systémů. Tyto průchody by měly být o minimálním průměru 50 mm, protože je nutno počítat s kabely o průměru až 25 mm. Kabely musí mít takový průměr, aby dokázaly přenést vyráběnou energii z fotovoltaické elektrárny. Každý kabel má totiž svoji přenosovou kapacitu. V závislosti na použitém materiálu a průměru, by její překročení mohlo vést ke zkratu a vznícení. Aby jejich využití bylo efektivní a bezpečné musí se řádně naddimenzovat. O celkové vedení kabelů a zvláště jejich naddimenzování by se měla postarat firma instalující

celý energetický (HFVE) a rozvodný systém (vlastní kabely). Na baterie by stačil prostor 1 m<sup>3</sup> ale pro případné rozšíření a další vybavení je prostor určený pro baterie téměř 3 m<sup>3</sup>. [52]

### 11.1.5 Větrná elektrárna

Jako další zdroj energie byla zvolena větrná elektrárna o výkonu 400 W. Celkem se bez problému vejdou na určené místo tyto elektrárny tři a v neslunných větrných dnech slouží jako doplňkový zdroj elektrické energie. Celkový výkon takové větrné elektrárny je 1200 W, když je každá v základním provedení. Na elektrárně lze navýšit počet lopatek a tím získat až dvojnásobný výkon, tudíž 2 400 W. [28]

*Elektrárna o výkonu 1000 W začíná pracovat při rychlosti větru cca 4 m/s a svého plného výkonu dosahuje při 10 m/s. Za rok při průměrných větrných podmínkách (4 m/s) vyrobí asi 2000 kWh. [53]*



Obrázek 17: Rozpoložení elektráren [43]



### 11.1.6 Energetický souhrn

Podkapitola je zaměřená na energetické zaměření. Podle přílohy č.2 je výpočet kladný, a to není započítána termoizolační vlastnost vlastní budovy, ale také nejsou započítány další elektrické spotřebiče. Výsledek tedy je průměrný zisk až 7 742,8 kWh, který je věnovaný dalším spotřebičům.

## 12 PROTIPOŽÁRNÍ A BEZPEČNOSTNÍ ŘEŠENÍ OBJEKTU

Kapitola je zaměřená na zabezpečení objektu po stránce protipožární i objektové. V jednotlivých podkapitolách se dané problematiky rozebírají a implementují. Produktů a výrobců zaměřených na téma je velké množství.

### 12.1 Průzkum trhu

Podkapitola je zaměřená na průzkum trhu zabezpečovacích systémů pro výběr a použití vlastního systému. Mezi hlavní kritéria pro výběr vhodného zabezpečovacího systému patří možnost vlastního pohodlného návržení včetně nákupu a následného samo zapojení. Samo zapojení má výhodu v tom, že kdykoliv bude majitel systému chtít nějaký senzor přidat či vyměnit může si to provést sám a nemusí volat technika. Nevýhodou je pak možná ztráta důvěryhodnosti systému pro kupříkladu pojišťovnu dojde-li k násilnému vniknutí.

#### Ajax

BEDO Ajax HUB2 + je jedna z nejpokročilejších ústředen od firmy Ajax. Zařízení umí kontrolovat až 200 detekčních modulů a počet uživatelů je také 200. Komunikace může probíhat pomocí 3G/ 4G LTE, LAN a oproti jiným ústřednám od firmy Ajax, dokáže komunikovat přes Wifi. Zařízení pracuje na frekvenci Jeweller (868.0-868.6 MHz). Komunikace může probíhat za pomoci softwaru či mobilní aplikaci. Stupeň zabezpečení tohoto systému je 2. Ústředna je pro mimořádné události, jako je výpadek proudu vybavena záložní baterií o výdrži 15 hodin. Velkou výhodou zabezpečovací technologie Ajax je, že si může každý navrhnout a zapojit celý systém sám a není třeba vyškoleného technika. Všechny komponenty jsou běžně k sehnání s instrukcemi pro zapojení. Zapojení lze provést za pomoci QR kódu. Cena zařízení je 13 112,- Kč. [55]

#### Pyronix

Systém Pyronix Enforcer V11 má možnost 32 bezdrátových zón, s rozšířením na 64,80 uživatelských kódů s individuálním ID uživatele. Zařízení má integrovanou Wifi. K ovládání systému Pyronix slouží software Home Control hub a lze jej snadno ovládat i přes aplikaci na chytrém telefonu. V průzkumu na internetu se nepodařilo najít možnost vlastní kompletní instalace systému podle svých potřeb a ani možná vlastní instalace bez pomoci technika. [56]

## **PARADOX**

Ústředna od společnosti PARADOX – EVO 192 je ústředna pro 8 zón a při zdvojení až 16 a je to plně adresovaný systém se schopností připojení až 254 zařízení. Je vhodná spíše pro firmy. Cena této ústředny (ale pouze vlastního čipu, a nikoliv kompletního zařízení) je 4 277,- Kč. V průzkumu na internetu se nepodařilo najít možnost vlastní kompletace systému podle svých potřeb a ani možná vlastní instalace bez pomoci technika. [57]

## **Jabltron**

Ústředna od Jabltronu JA-192Y stojí 12 982,- Kč. Patří do třídy 2. Ústředna JA-192Y pracuje na frekvenci 868 MHz a dokáže zvládnout 120 bezdrátových zón. Výhodou systému je možnost paměti až 30 telefonních čísel pro tísňové zprávy pomocí JabloSMS (vhodné zvláště pro firmy). V průzkumu na internetu se nepodařilo najít možnost vlastní kompletace systému podle svých potřeb a ani možná vlastní instalace bez pomoci technika. Jedná se již o profesionální systém. [58]

## **Honeywell**

Od firmy Honeywell byla pro porovnání vybrána ústředna GD-48. Cena ústředny je 16 745,- Kč. Třída prostředí této sběrnice je II – vnitřní všeobecné se stupněm zabezpečení 3. Ústředna dokáže pokrýt 16–48 zón. Pracovní frekvence 868 MHz. V průzkumu na internetu se nepodařilo najít možnost vlastní kompletace systému podle svých potřeb a ani možná vlastní instalace bez pomoci technika. [59]

## 12.2 Bezpečnostní prvky

Jako hlavní systém pro zabezpečení objektu byly vybrány produkty od společnosti Ajax, z důvodu možnosti vlastního výběru volně dostupných kompletních zařízení, bez nutnosti dalšího seskládání z jednotlivých součástí. Další důvod je i možnost vlastního zapojení.

### Centrální jednotka BEDO Ajax Hub 2+

Jednotka BEDO Ajax Hub 2+ je mozkiem bezpečnostního zařízení pro jednotlivé zabezpečovací prvky od této firmy. Přijímá bezdrátové signály od jednotlivých komponentů, které přes zabezpečenou komunikaci a aplikaci zasílá uživateli do zařízení jako je počítač nebo mobil. Jednotka využívá ethernetového připojení a rezervní systém pro zasílání sloty na SIM karty. I tento systém je zálohovaný dvěma sloty, tudíž je možné využít dvě SIM karty od různých operátorů. Zároveň v případě výpadku proudu má centrální jednotka vlastní baterii s výdrží až 15 hodin, které se po opětovném zprovoznění proudu začnou nabíjet. Aplikace BEDO AJAX je ovládací aplikace celého systému, přes kterou lze senzory od společnosti na centrální jednotku napojit pomocí QR kódu v přiložené ovládací aplikaci. Pomocí aplikace se ovládá celý systém zabezpečení. Přes aplikaci se přidávají členové rodiny a přidělují se jim různá práva jako třeba nahlásit případný poplach. Komunikační bezdrátové pásmo Jeweller, přes které jsou napojena jednotlivá zařízení, se dokáže v případě zjištění útoku samo přeladit na jinou frekvenci a ihned zasílá přes další síť upozornění o pokusu o průnik. Šifrování Ajax je založeno na šifrovacím protokolu AES. Princip fungování šifrování je založen na vzájemné komunikaci zařízeních, kdy jedno vyšle signál a následně jej druhé přijme. Signál pak vyhodnotí a potvrdí-li se pravost, zadá se pokyn k aktivaci poplachu. [34] [55] [60]



Obrázek 18: BEDO Ajax Hub 2 [60]

Tabulka 14: BEDO Ajax Hub 2 – technické parametry [60]

Parametr	Popis
Podpora MotionCam:	Ano
Maximální počet připojených kamer	25
Software:	OS Malevich
Komunikační kanály:	Jeweller, 2 2G SIM karty
Maximální počet pokojů:	50
Provozní vzdálenost:	Až 2000 m (bez překážek)
Napájení:	110 – 230 V
Provozní teplota:	-10 °C ~ + 40 °C
Rozměry:	163 × 163 × 36 mm
Hmotnost:	362 g
Výkon rádiového signálu:	25 mW
Komunikační protokol:	Jeweller (868.0–868.6 MHz)
Záložní baterie:	Li-Ion 2 Ah (výdrž baterie až 16 hodin)
Aplikace dostupná pro systémy:	iOS 7.1 nebo novější, Android 4.1 nebo novější
Maximální počet uživatelů:	50
Maximální počet připojených zařízení:	100
Ochrana proti sabotáži:	Ano

### Bezdrátový detektor kouře BEDO Ajax FireProtect

Jedná se o zařízení protipožární ochrany. Detektor se napojuje na centrální systém Ajax Hub 2, ale dokáže pracovat a upozorňovat i bez něj, a to i díky vlastní zabudované siréně. Zařízení pracuje na dvou systémech. Jeden systém funguje na principu zjištění kouře a druhý na zjištění teploty. Tento senzor reaguje, když v zabezpečeném prostoru stoupne teplota o 30 °C za 30 minut. Po sepnutí senzoru se spustí siréna a zároveň odešle, uživatelem nastavené,

upozornění. Zařízení je bezdrátové což zjednodušuje instalaci, což eliminuje potřebu instalace napájecích a komunikačních kabelů. Baterie v zařízení vydrží až 4 roky a při poklesu energie zašle systém informativní zprávu. [34] [61]



Obrázek 19: BEDO Ajax FireProtect [61]

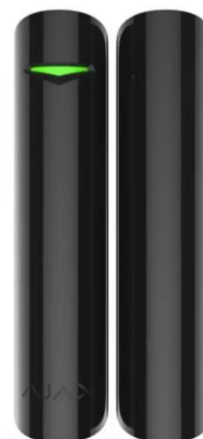
Tabulka 15: BEDO Ajax FireProtect – technické parametry [61]

Parametr	Popis
Typ detektoru:	Bezdrátový
Použití:	Vnitřní prostory
Pojistka proti násilnému odtrhnutí:	Ano
Napájení:	2 x CR2 + 1 x CR2032, 3V
Životnost baterie:	Až 4 roky
Provozní teplota:	0°C až 65°C
Provozní vlhkost:	Až 80%
Rozměry:	132 × 132 × 31 mm
Hmotnost:	220 g
Frekvenční pásmo:	868.0–868.6 MHz
Prvek detekce kouře:	Fotoelektrický senzor
Prvek detekce tepla:	Termočlánek
Spuštění alarmu při teplotě:	60°C
Typ signalizace:	Audiovizuální
Vzájemné propojení alarmů:	Ano
Hlasitost alarmu:	85 dB
Maximální síla rádiového signálu:	6.01 dBm/3.99 mW (do 20 mW)
Maximální vzdálenost mezi detektorem a centrální jednotkou:	Do 1300 m (bez překážek)

## Bezdrátový magnetický detektor na dveře a okna BEDO Ajax DoorProtect a BEDO Ajax DoorProtect plus

Detektory jsou určeny na ochranu otevíracích vstupních bodů jako jsou dveře a okna. Detektory pracují na principu magnetů a jakmile dojde k oddálení spustí se alarm včetně zaslání uživatelem nastavené zprávy. Čidla jsou bezdrátová a napojená na centrální systém. Životnost baterií je až 7 let a před vybitím zašle systém upozornění. [62]

Zařízení BEDO Ajax DoorProtect a BEDO Ajax DoorProtect plus mají stejné parametry i vzhled, ale zařízení BEDO Ajax DoorProtect plus dokážou pracovat s výklopnou ventilací díky vestavěnému akcelerometru, který je užitečný pro okna a některé dveře s touto vlastností. [34] [62] [63]



Obrázek 20:  
BEDO Ajax  
DoorProtect  
plus [63]

Tabulka 16: BEDO Ajax DoorProtect – technické informace [62]

Parametr	Popis
Typ detektoru:	Bezdrátový
Použití:	Vnitřní prostory
Efektivní vyzařovaný výkon:	7.91 dBm / 6.19mW (do 20 mW)
Pojistka proti násilnému odtrhnutí:	Ano
Provozní vzdálenost:	Až 1200 metrů (bez překážek)
Napájení:	1 x baterie CR123A, 3V
Životnost baterie:	Až 7 let
Provozní teplota:	0°C až 50°C
Provozní vlhkost:	Do 80%
Rozměry:	20 × 90 mm
Hmotnost:	29 g
Frekvenční pásmo:	868.0–868.6 MHz
Prahová hodnota aktivace:	1cm (malý magnet), 2cm (velký magnet)
Konektor pro připojení kabelového senzoru:	Ano

### Pohybové čidlo kombinované s detektorem rozbití oken BEDO Ajax CombiProtect

Čidlo je zaměřené na pohyb a rozbití oken. Čidlo dokáže detekovat pohyb na 12 metrů a rozbití skla na 9 metrů díky zakomponovanému mikrofonu s nastavenou citlivostí. Čidlo tedy dokáže hlídat dvě věci najednou. Čidlo lze nastavit s časovým zpožděním vlastního odchodu nebo příchodu a zároveň do jisté míry dokáže filtrovat negativní vlivy jako jsou domácí mazlíčci. Čidlo je opět bezdrátové s životností baterií až 5 let s upozorněním na nízkou kapacitu baterie a opět je čidlo kompatibilní s centrálním systémem. [34] [64]



Obrázek 21: BEDO  
Ajax CombiProtect [64]

Tabulka 17: Ajax CombiProtect [64]

Parametr	Popis
Typ detektoru:	Bezdrátový
Použití:	Vnitřní prostory
Efektivní vyzařovaný výkon:	8.60 dBm / 7.24 mW (do 20 mW)
Prvek detekce pohybu:	Pasivní infračervené čidlo
Prvek detekce rozbití oken:	Elektretový mikrofon
Vzdálenost detekce pohybu:	Až 12 metrů
Citlivost detekce pohybu a rozbití skla:	3 úrovně citlivosti (nízká, střední, vysoká)
Rozpětí zorného úhlu detektoru pohybu:	88,5° horizontálně / 80° vertikálně
Doporučená výška instalace zařízení:	2,4 m
Funkce ignorování domácích zvířat:	Váha do 20 kg, výška do 50 cm
Vzdálenost detekce rozbití skla:	Až 9 metrů
Pojistka proti násilnému odtrhnutí:	Ano
Provozní vzdálenost:	Až 1200 metrů (bez překážek)
Napájení:	1 x baterie CR123A, 3V
Životnost baterie:	Až 5 let
Provozní teplota:	0°C až 50°C
Provozní vlhkost:	Do 80%
Rozměry:	110 × 65 × 50 mm
Hmotnost:	92 g



### Pohybové čidlo s možností záznamu BEDO Ajax MotionCam

Čidlo je zaměřené na odhalení pohybu s možností záznamu. Jakmile čidlo zachytí pohyb, dojde k zaslání informativní zprávy a zachycení záznamu. Systém je zároveň vybavený schopností filtrace domácích mazlíčků. Čidlo je opět bezdrátové a komunikuje s centrálním systémem, respektive centrální systém Ajax Hub 2 je uzpůsobený přímo na tato čidla. Životnost baterie je až 7 let s upozorněním nedostatku energie. [34] [65]



Obrázek 22: BEDO Ajax MotionCam [65]

Tabulka 18: BEDO Ajax MotionCam – technické informace [65]

Parametr	Popis
Kompatibilita:	Hub 2
Rozměry:	135 × 70 × 60 mm
Typ detektoru:	Bezdrátový
Použití:	Vnitřní prostory
Prvek detekce pohybu:	Pasivní infračervené čidlo
Rozpětí zorného úhlu detektoru pohybu:	88,5° horizontálně / 80° vertikálně
Doporučená výška instalace zařízení:	2,4 metrů
Funkce ignorování domácích zvířat:	Ano, do 50 cm výšky
Pojistka proti násilnému odtrhnutí:	Ano
Napájení:	2x baterie CR123A 3 V DC
Životnost baterie:	Až 3 roky
Provozní teplota:	-10 °C až +40 °C
Hmotnost:	167 g
Výkon rádiového signálu:	8.76 dBm / 7.52 mW (max. 20 mW)
Komunikační protokol:	Jeweller (868.0 – 868.6 MHz)
Ochrana proti sabotáži:	Ano
Dosah detekce pohybu:	Do 12 metrů
Citlivost detekce pohybu:	3 úrovně
Dosah rádiového signálu:	Až 1 700 metrů bez překážek
Rozlišení snímáče:	640×480
IR přisvit:	Ano, do 15 metrů

### Domácí siréna BEDO Ajax HomeSiren

Dalším prvkem je domácí siréna od stejné firmy. Siréna je napojená na centrální systém Ajax Hub 2. Jakmile centrální systém odhalí nebezpečí, které dostane od senzorů a vyhodnotí je jako nebezpečné, odešle zprávu i do sirény a ta se spustí, čímž informuje obyvatele nemovitosti zvukovým signálem. Signál jde nastavit podle uživatele. Taková siréna má i negativní vliv na narušitele, který se může zaleknout a utéct. Siréna je bezdrátová s životností baterií až 5 let, opět s upozorněním na vybití. [34] [66]



Obrázek 23: BEDO Ajax HomeSiren [66]

Tabulka 19: BEDO Ajax HomeSiren – technické informace [66]

Parametr	Popis
Použití:	Vnitřní prostory
Efektivní vyzařovaný výkon:	8.60 dBm / 7.24 mW (do 20 mW)
Pojistka proti násilnému odtrhnutí:	Ano
Provozní vzdálenost:	Až 2000 m (bez překážek)
Napájení:	2 x baterie CR123A, 3V
Životnost baterie:	Až 5 let
Provozní teplota:	0°C až 50°C
Provozní vlhkost:	Až 75%
Rozměry:	75 × 75,6 × 26,6 mm
Hmotnost:	96 g
Frekvenční pásmo:	868.0–868.6 MHz
Konektor pro připojení kabelového senzoru:	Ano
Typ signalizace:	Audio
Hlasitost alarmu:	81 – 105 dB (nastavitelné)
Typ zařízení:	Bezdrátový
Externí LED konektor:	Ano
Provozní frekvence piezoelektrické sirény:	3.4 ± 0.5 kHz
Indikátor stavu vypnutí/zapnutí:	Ano
Indikátor stavu baterie:	Ano

### Bezdrátový detektor pohybu se záclonovou charakteristikou BEDO Ajax Curtrain

Tento senzor je specifický tím, že nepokrývá oproti ostatním pohybovým senzorům určitý úhel ale plochu. Senzor lze nastavit pro různé délky a výšky sledovaného prostoru, je omezen dosahem 15 metrů. Tento senzor potřebuje mít propojení s centrálním systémem, protože nedokáže hlásit samočinně. Jeho baterie, protože je bezdrátový, mají životnost 3 roky. [34] [67]



Obrázek 24: BEDO Ajax Curtrain [67]

Tabulka 20: BEDO Ajax Curtrain – technické informace [67]

Parametr	Popis
Rozměry:	134 × 44 × 34 mm
Typ detektoru:	Bezdrátový
Použití:	Vnitřní
Doporučená výška instalace zařízení:	2,4 metrů
Funkce ignorování domácích zvířat:	Do výšky 40 centimetrů a hmotnosti 15 kg
Napájení:	1x baterie CR123A 3 V DC
Životnost baterie:	Až 3 roky
Provozní teplota:	-10°C až +40°C
Provozní vlhkost:	Až do 95%
Hmotnost:	118 g
Výkon rádiového signálu:	8,76 dBm/ 7,52 mW (max. 20 mW)
Komunikační protokol:	Jeweller (868.0-868.6 MHz)
Ochrana proti sabotáži:	Ano (Tamper)
Dosah detekce pohybu:	až 15 metrů
Detekční element:	2x PIR senzor
Detekční úhel:	6° horizontálně / 90° vertikálně
Antimasking:	Ano
Citlivost detekce pohybu:	3 úrovně (nízká/ střední/ vysoká)
Dosah rádiového signálu:	Až 1700 metrů v otevřeném prostoru
Stupeň krytí:	IP 54

### Monitorovací kamera DAHUA IMOU BULLET

Kamera DAHUA IMOU BULLET je ovládána přes vlastní aplikaci IMOU ale zároveň jdou propojit s bezpečnostním systémem AJAX, což je jeden z hlavních důvodů použití této kamery.. Je to pokročilá kamera sloužící k vnitřnímu ale i vnějšímu použití. Rozlišení kamery je 1920/1080 pixelů čili Full HD s 25/30 fps. Mezi její klíčové vlastnosti patří, kromě rozlišení, i wi-fi rozhraní a má funkci IR přisvícení s možností do 30 metrů. Komunikuje se systémem Ajax Hub 2, nebo je ovládána vlastním systémem. Data ukládá do microSD karty o maximální kapacitě 128 GB. Kamera je dále vybavená mikrofonom, reproduktorem i sirénou. Tato výbava umožňuje aktivně odrazovat nezanvané návštěvníky zvukovým signálem. [68]



Obrázek 25: DAHUA IMOU BULLET [68]

Tabulka 21: DAHUA IMOU BULLET – technické informace [68]

Parametr	Popis
Anténa:	Dualní anténa, 2 × 2 MIMO
Mikrofon:	Ano
Napájení:	DC 12V1A napájecí zdroj
Rozměry:	79x 79x 166,2mm
Hmotnost:	411 g
Připojení:	100Mbps Ethernet port
Rozlišení snímáče:	2 Mpx
Maximální rozlišení:	1920 × 1080
Objektiv:	1/2.7" CMOS
Video komprese:	H.265, H.264
Podpora ONVIF:	Ano
Slot paměťových karet:	microSD (max. 128 GB)
Audio:	Vestavěný reproduktor
Pracovní teplota:	-30°C~+50°C
Zorné pole:	2.8mm: 114.7°(H), 62°(V), 135°(D) ; 3.6mm: 87.5°(H), 47°(V), 103.8°(D)
Snímková frekvence:	25/30 fps
Zoom:	16x digitální zoom
Detekce pohybu:	Ano
Wi-Fi	IEEE 802.11b/g/n
Siréna:	110 dB
Vestavěná LED svítidla:	Ano

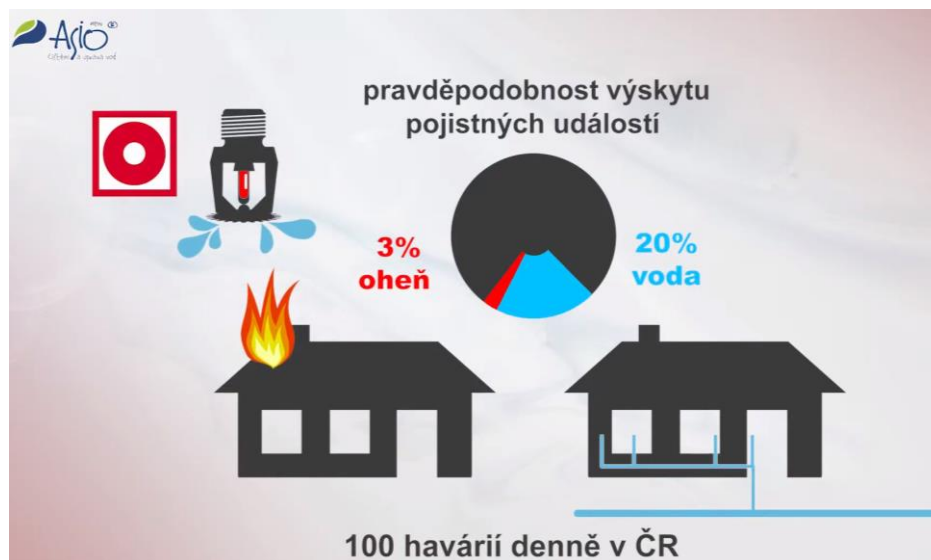
### Měření spotřeby vody AS-WaterOwl (eVodník)

Měření spotřeby vody patří také do zabezpečení objektu. K tomuto účelu slouží český výrobek AS-WaterOwl (eVodník). Jedná se o originální český výrobek. Celý systém funguje přes vzdálenou technickou správu za pomoci Wi-Fi. Aplikace zasílá kompletní informace o stavu zařízení a měřených hodnotách, které se jsou dostupné i pro chytré telefony na platformách Android a iOS. Zobrazení dat probíhá v grafech a tabulkách. Dojde-li k poplachu odesílá systém zprávu prostřednictvím emailu nebo SMS. Systém zároveň zasílá podrobné měsíční výpisy o spotřebě vody. [34] [69] [70]



Obrázek 26: AS-WaterOwl (eVodník) [70]

Volba tohoto zabezpečení spočívá i v počtu pojistných událostí v porovnání ohně a vody.



Obrázek 27: Porovnání pravděpodobnosti pojistných událostí [70]

K úniku vody může dojít v celé domácí rozvodné soustavě jako je netěsnící spoj, protékání kohoutku nebo WC či prasklá hadice. Zařízení funguje na principu nastavení a učení při měření spotřeby vody daného objektu. Dokáže tedy určit běžnou a nestandardní spotřebu vody.

Celý systém se skládá ze tří hlavních součástí:

- Řídicí jednotka e-Vodník ovládá celé zařízení. Má za úkol vyhodnocovat hodnoty získané z čidla, kterým je impulsní průtokoměr. Jednotka má vlastní paměť pro případ náhlého výpadku proudu, aby se neztratila data. Informace nasbírané a vyhodnocené zařízením se díky připojení k wifi zasílají do internetové aplikace a na email při poruše.
- Impulsní průtokoměr je zařízení poskytující data o průtoku. Skládá se z vodoměru a elektronického impulsního snímače. Aby bylo měření přesné, je nastavení zasílaných impulsů nastaveno na hodnotu 1 litr je 1 impuls. Umístění snímače je za fakturační vodoměr a další součást systému eVodník elektromagnetický uzávěr.
- Elektromagnetický uzávěr zajišťuje v případě vyhodnocení úniku vody předchozími zařízeními, uzavření vody do okruhu. Jedná se o elektromagnetický uzavírací ventil Mivalent MPA 100-T, 230 V ovládaný servopohonem MARS. Systém zavírá vodu nikoliv nárazově ale pozvolně po dobu asi 6 sekund, aby nedošlo k možnému poškození vodovodních rozvodů tlakovým rázem. [34] [69] [70]

### **Hasicí sprej Glaci Aid MARK2**

Hasicí sprej Glaci Aid MARK2 je kompletně vyráběný v ČR a uzpůsobený pro rychlé a široké použití. Je určený převážně do automobilů ale využití je i do kuchyně na oleje a také na elektrická zařízení, včetně lithiových baterií. Sprej má výhodu hašení ve všech polohách. Výrobce na sprej dává garanci na 6 let a není třeba revizí, což se oproti ručním hasicím přístrojům oplatí i cenově. [70]



Obrázek 28: Hasicí sprej Glaci Aid MARK2 [71]

### 12.3 Protipožární řešení objektu

Protipožární zabezpečení objektu bude vycházet z teoretické částí, zákonů a dalších vstupních bodů s následnou implementací do navrhované stavby.

Jako nejpravděpodobnější oblasti pro možný vznik požáru jsou místnosti, kde se nejvíce pracuje s energiemi. Mezi tyto místnosti patří kuchyně a technická místnost. Dalším specifickým bodem je umístění baterií fotovoltaické elektrárny. Jako hlavní prvky protipožární ochrany byly zvoleny detektor kouře BEDO Ajax FireProtect a hasicí sprej Glaci Aid MARK2. Hasicí sprej může být díky své škále působnosti, velikosti a ceně umístěn kdekoliv v domě.

#### Kuchyně

Do kuchyně je nainstalovaný detektor kouře BEDO Ajax FireProtect pro odhalení možného požáru v kuchyni. Místo, kam se čidlo umístí, musí být dobře vybráno, aby nedocházelo k nechtěnému spuštění díky občasnému připálení potravin, ale zase ne daleko, aby zaznamenal skutečný problém. Jako reakce na případný požár se do kuchyně umístí hasicí sprej Glaci Aid MARK2 v počtu 2ks. Sprej nemusí být vidět, ale měla by být zajištěna jeho dostupnost.

#### Technická místnost

Protipožární vybavení technické místnosti je obdobné jako u kuchyně, detektor kouře BEDO Ajax FireProtect a hasicí sprej Glaci Aid MARK2 v počtu 2ks.

## Úložiště baterií

Úložiště baterií je zvláštní místo pro požární ochranu z důvodu vyšší pravděpodobnosti požáru. Opět je zde nainstalován detektor kouře BEDO Ajax FireProtect pro zjištění požáru. Baterie by zároveň měly být od sebe ještě odděleny zárazkou, aby nebyly v přímém kontaktu. Pro takové řešení by se dal lépe využít stabilní hasicí systém, ale má vysokou pořizovací hodnotu, proto byl zvolen hasicí sprej Glaci Aid MARK2. Jeho uložení by bylo ve vstupní chodbě v počtu 4ks. Uložení hasicích sprejů mimo úložiště baterií je z důvodů bezpečnosti. Při požáru v úložišti by se hasicí spreje hledaly obtížně a bylo by to i pro zasahující osobu také nebezpečné.

Detektor BEDO Ajax FireProtect by teoreticky mohl být umístěný do každé místnosti, kde se nalézají elektronická zařízení, kdyby u nich došlo ke zkratu a následně možnému požáru ale z důvodu narůstající ceny a nižší pravděpodobnosti vzniku požáru jsou jen na vybraných místech.

## 12.4 Bezpečnostní řešení objektu

Zabezpečení proti průniku do objektu vychází z celkového návrhu objektu. Dům má dva vstupy a skleněné výlohy jak dveří, tak oken. Zároveň je naplánováno i vnější perimetrické zabezpečení kvůli možnému průniku do objektu ale také pro zabezpečení energetického systému. V úvodu kapitoly jsou vypsána vybraná zařízení určená k instalaci do domu. Dům je vybaven centrální jednotkou BEDO Ajax Hub 2+ pro možnost připojení a správného fungování zabezpečovacích prvků a je na ni napojena i siréna BEDO Ajax HomeSiren. Siréna je umístěna na schodišti mezi patry, aby byl zvuk slyšitelný po celém objektu.

### 12.4.1 Okna

V objektu se nachází několik oken pro přístup přirozeného světla a značná část oken má možnost větrání. Okna s možností otevírání a větrání jsou v obou patrech domu a je jich celkem sedm. Na každé okno je použité zařízení BEDO Ajax DoorProtect plus. Jako systém pro zachycení násilného vstupu rozbitím okenní tabule jsou aplikovány detektory BEDO Ajax CombiProtect. V prvním patře se nachází jedno zařízení na místnost a okno kdy v ložnici zařízení zabezpečuje dvě okna. Ve druhém patře domu jsou tato zařízení dvě a každé je zaměřené na dvě okna.



### 12.4.2 Vchody

V objektu se nachází prosklené plochy pro průchod přirozeného světla. Tyto plochy je dobré zabezpečit proti průniku detektory tříštění skla. V objektu se nachází dva vstupní body s prosklenou plochou. Vchodové dveře s prosklenou plochou sice mají výhodu průniku světla, ale snižují schopnost násilného průniku, proto i zde je použit adekvátní detektor.

#### Hlavní vstupní dveře

Tyto dveře jsou vybaveny detektorem BEDO Ajax CombiProtect zaměřeného na pohyb a tříštění skla a detektorem otevření dveří BEDO Ajax DoorProtect. Jedná se o levnější varianta než ta použitá u oken, a to z důvodu nemožnosti vyklápění ventilace. Z vnější strany jsou dveře zabezpečeny monitorovací kamerou DAHUA IMOU BULLET.

#### Vstupní dveře na soukromou část pozemku

Tyto dveře jsou opět chráněny detektorem BEDO Ajax DoorProtect plus kvůli možnosti vyklápění. Ochranu skleněné plochy má společnou s okny v jídelně, kdy je na něj nasměrovaný detektor BEDO Ajax CombiProtect. Kvůli větší prosklené ploše v této části domu, je toto místo zabezpečeno i detektorem BEDO Ajax MotionCam.

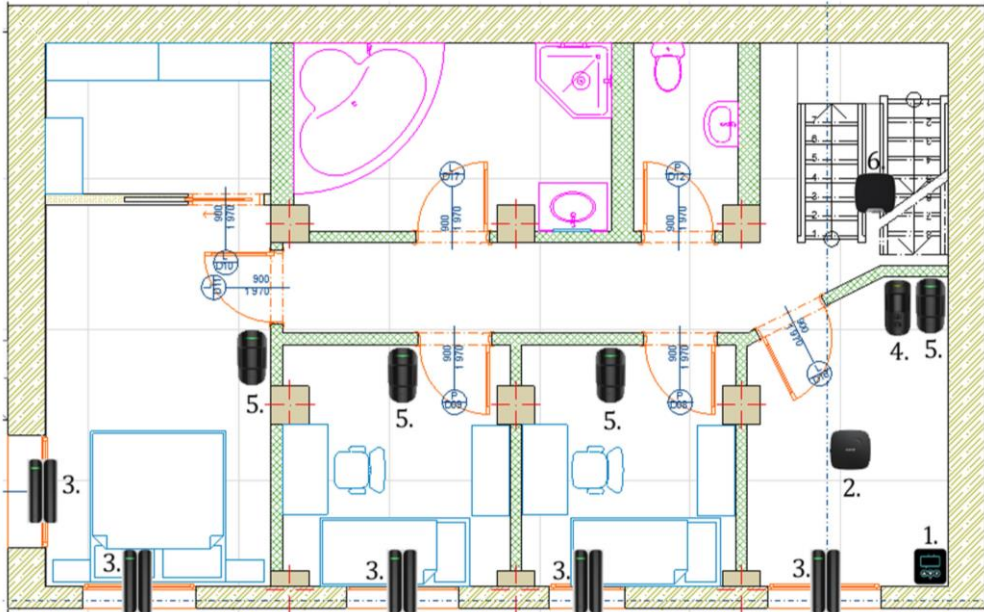
Detektor BEDO Ajax MotionCam je také použit v technické místnosti. V technické místnosti se nalézá i zařízení na sledování spotřeby vody AS-WaterOwl (eVodník).

### 12.4.3 Energetická soustava

Pro zabezpečení vnějšího perimetru a tím i energetické soustavy jsou použity monitorovací kamery DAHUA IMOU BULLET rovnoměrně umístěné po obvodu budovy v počtu sedmi kusů. Jak je uvedeno výše, jedna kamera je umístěná tak, aby snímala jak vchod, tak i úložiště baterií a následně druhá, která je namířená ze strany domu. Samotné úložiště by bylo zevnitř chráněno clonovým detektorem BEDO Ajax Curtain.

## 12.5 Vizuální zobrazení zabezpečovacích systémů

Podkapitola je zaměřená na vyobrazení jednotlivých druhů zabezpečovací techniky do modelu objektu.



Obrázek 29: Zabezpečení prvního patra [46]

Seznam zařízení použitých v prvním patře:

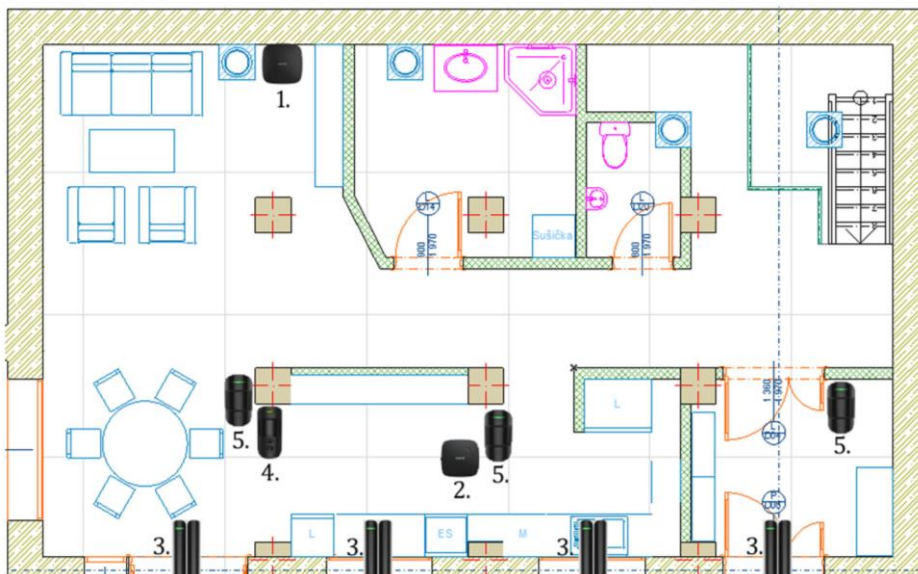
1. AS-WaterOwl (eVodník),
2. BEDO Ajax FireProtect,
3. BEDO Ajax DoorProtect plus,
4. BEDO Ajax MotionCam,
5. BEDO Ajax CombiProtect.



Obrázek 30: Ukázka bezpečnostního systému v ložnici [46]



Obrázek 31: Ukázka bezpečnostního systému shodná pro pokoj 1 a 2 [46]



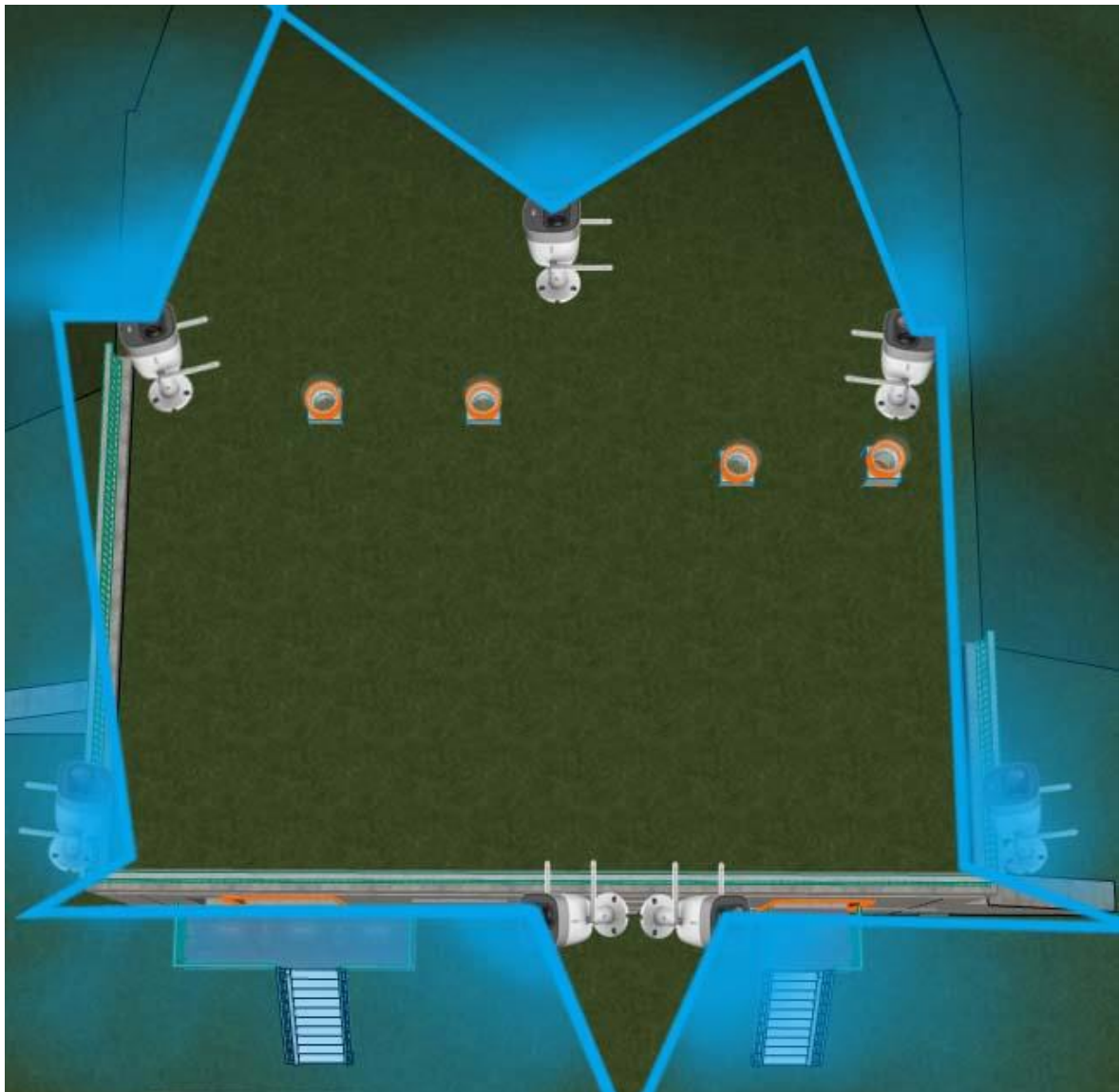
Obrázek 32: Zabezpečení druhého patra [46]

Seznam zařízení použitých v prvním patře:

1. BEDO Ajax Hub 2,
2. BEDO Ajax FireProtect,
3. BEDO Ajax DoorProtect a DoorProtect plus,
4. BEDO Ajax MotionCam,
5. BEDO Ajax CombiProtect.



Obrázek 33: Ukázka zabezpečovacího systému kuchyň / jídelna [46]



Obrázek 34: Komerové zabezpečení vnějšího perimetru [46]

Na výše uvedeném obrázku je možné vidět rozložení vnějšího kamerového systému.

## 13 EKONOMICKÉ HODNOCENÍ

Kapitola je zaměřená na celkovou ekonomickou náročnost projektu. Uvedené ceny budou složeny buď z aktuálních cenových nabídek jednotlivých produktů, bohužel v některých případech se ceny dají po konzultacích pouze odhadnout. Následný součet všech cen bude převeden do tabulkového modelu s celkovým součtem.

### **Cena hrubé stavby**

Po konzultacích s paní Frkalovou a od ní poskytnutými dokumenty a informacemi (konzultace proběhla na podzim roku 2020), jsem dospěl k závěru, že cena stavby domu krytého zemí je 35 000,- Kč na 1 m<sup>2</sup>. Je-li zastavěná plocha domu 122,5 m<sup>2</sup> je cena 4 287 500,- Kč. Do této ceny jsou už zahrnuty základní rozvody, co se týče odpadů, drenáží elektroinstalace a vzduchotechniky. Hlavní prvky jednotlivých systémů budou započítány zvlášť aby vznikala co nejmenší odchylka v ekonomickém plánu budovy. [72]

### **Podlahové vytápění**

Cena podlahového vytápění vychází z online kalkulátoru použitého na výpočet celkového vytápění. Podle přednastavené kalkulačky vychází podlahové vytápění na 200 670,- Kč. Cena byla upravena podle osobního návrhu, aby měla dostatečnou rezervu a následně po zaokrouhlení vychází podlahové vytápění na 220 000,- Kč. [22]

### **Rekuperace**

Rekuperační jednotka Venus comfort 500 EC s regulací je účtována v době psaní této práce na 55 990,- Kč včetně DPH. [47]

### **Příprava teplé vody**

Pro přípravu teplé vody slouží dvě zařízení, kdy jedno funguje standardně a druhé jako zásobník energie z přebytků fotovoltaické elektrárny. Cena těchto zařízení je 11 880,- Kč/ks a 14 190,- Kč/ks. Výsledná cena je 26 070,- Kč. [48] [49]

### **Fotovoltaická elektrárna**

Na fotovoltaické elektrárny existují dotační programy, včetně té vybrané na projekt. Cena použitá pro výpočet je ale použita bez dotace i když firmy téměř zajišťují garantovanou dotaci. Cena s dotací 189 000,- Kč, samotná dotace 155 000,- Kč a cena bez dotace 344 000,- Kč. Pro výpočet práce bude použita cena bez dotace. [50]

**Větrná elektrárna**

Zvolená větrná elektrárna v základním provedení stojí 6 930,- Kč a s větším množstvím lopatek 7 830,- Kč. Elektrárna se zvýšeným počtem listů byla zvolena v počtu 3 ks, a tedy cena je 23 490,- Kč. [28]

**Centrální jednotka BEDO Ajax Hub 2**

Centrální jednotka je v objektu pouze jedna a cena je 11 290,- Kč. [55]

**Bezdrátový detektor kouře BEDO Ajax FireProtect**

Bezdrátový detektor kouře se nachází v kuchyni, technické místnosti a úložišti baterií. Celkem se zde nachází tedy 3 ks. Při ceně 1 990,- Kč/ks je výsledná cena 5 970,- Kč. [61]

**Bezdrátový magnetický detektor na dveře a okna BEDO Ajax DoorProtect a BEDO Ajax DoorProtect plus**

Těchto zařízení je použito několik kusů, konkrétně se zde nachází 1 ks BEDO Ajax DoorProtect a 7 ks BEDO Ajax DoorProtect plus. Základní verze stojí 1 090,- Kč/ks a verze plus 1 690,- Kč/ks. Celková cena je 12 920,- Kč. [62] [63]

**Pohybové čidlo kombinované s detektorem rozbití oken BEDO Ajax CombiProtect**

Čidel je použito celkem 7 ks, kdy při ceně 2 290,- Kč/ks je výsledná cena 16 030,- Kč. [64]

**Pohybové čidlo s možností záznamu BEDO Ajax MotionProtect**

Toto čidlo se nachází v jídelně a technické místnosti. Celkem jsou tedy použity 2 ks, s cenou 1 690,- Kč/ks je cena 3 380,- Kč/ks. [65]

**Domácí siréna BEDO Ajax HomeSiren**

Domácí siréna je použita jednou s umístěním na schodišti její cena je 1 790,- Kč/ks. [66]

**Bezdrátový detektor pohybu se záclonovou charakteristikou BEDO Ajax Curtain**

Záclonové čidlo zachycuje pohyb v bateriové skříni a je zde použito pouze jednou. Cena čidla je 2 390,- Kč/ks. [67]

**Monitorovací kamera DAHUA IMOU BULLET**

Monitorovací kamery umístěné po obvodu budovy jsou v počtu 7 ks. Cena jedné kamery je 2 149,- Kč/ks. Výsledná cena 5 ti kamer je 15 043,- Kč. [68]

**Zařízení pro měření spotřeby vody AS-WaterOwl (eVodník)**

Celková cena tohoto zařízení je 26 200,-Kč. [70]

**Hasicí sprej Glaci Aid MARK2**

Hasicích sprejů je v průběhu protipožárního návrhu použito víc kusů, kdy jsou 2 ks umístěny v kuchyni, 2 ks v technické místnosti a 4 ks ve vstupní chodbě. Celkem je v domě 8 ks hasicího spreje. Při ceně 438,- Kč/ks je celkový náklad na spreje 3 504,- Kč. [71]

**13.1 Shrnutí ekonomické náročnosti**

Podkapitola je zaměřená na shrnutí celkové náročnosti projektu.

Tabulka 22: Shrnutí ekonomické náročnosti [46]

Název zařízení	Cena
Cena hrubé stavby	4 287 500,- Kč
Podlahové vytápění	220 000,- Kč
Rekuperace	55 990,- Kč
Příprava teplé vody	26 070,- Kč
Fotovoltaická elektrárna	344 000,- Kč
Větrná elektrárna	23 490,- Kč
Centrální jednotka BEDO Ajax Hub 2	13 112,- Kč
Bezdrátový detektor kouře BEDO Ajax FireProtect	5 970,- Kč
BEDO Ajax DoorProtect a BEDO Ajax DoorProtect plus	12 920,- Kč
BEDO Ajax CombiProtect	16 030,- Kč
BEDO Ajax MotionProtect	3 380,- Kč
BEDO Ajax HomeSiren	1 790,- Kč
BEDO Ajax Curtain	2 390,- Kč
Monitorovací kamera DAHUA IMOU BULLET	15 043,- Kč
Zařízení pro měření spotřeby vody AS-WaterOwl (eVodník)	26 200,-Kč
Hasicí sprej Glaci Aid MARK2	3 504,- Kč
<b>Výsledná suma</b>	<b>5 057 389,- Kč</b>



Výsledná cena je ovlivněna celkovou náročností stavby a množstvím aplikovaných zařízení. Ceny jednotlivých komponentů jsou získány většinou z internetových zdrojů, jako jsou obchody nebo zřizovatelé. Ceny jsou uvedeny v částkách, kdy byla zařízení vkládána do práce a jsou započítávány v plné ceně bez slev.

Po celkovém součtu je výsledná cena stavby vycházející z tabulky 22 na 5 057 389,- Kč.

## ZÁVĚR

Zabezpečení rodinného domu pod zemí je poměrně rozsáhlé téma. V této diplomové práci jsou řešeny nejdůležitější části takového projektu.

Teoretická část práce obsahuje několik z mnoha právních norem dotýkajících se řešené problematiky. Zároveň teoretický úsek obsahuje základní stavební prvky, energetická zařízení, protipožární zařízení a informace o zabezpečení.

Praktická část práce je již zaměřená na řešení a aplikaci poznatků v teoretické části na vlastní objekt. Začátkem praktického úseku je řešení vzhledu a užitkovosti stavby, s možným postupem její realizace, respektive hlavní části s odkazem na vybrané stavební materiály. Pro vytvoření modelu byl použit softwarový nástroj ArchiCAD zapůjčený od stavebního architekta na vzdálený přístup.

Následně byla provedena myšlenková mapa na zmapování možných hrozeb, které by mohly při provozu vzniknout a negativně ovlivnit poklidný chod domu.

Energetické zabezpečení je řešeno na základě fotovoltaické a větrné elektrárny s dostatečným teoretickým výkonem pro největší odběratele jako je vytápění a rekuperace. Vytápění podlahovým systémem Heatflow umožňuje rovnoměrné vytápění podlahy a v kombinaci s rekuperací vzduchu následné snížení potřebných energií.

Protipožární a bezpečnostní prvky byly vybrány od firmy AJAX, jak pro možnost celkového propojení jejich zabezpečovacích a řídicích systémů včetně ovládacího softwarového vybavení, ale také díky recenzím. Firma byla v roce 2018 hodnocena jako nejlepší zabezpečovací systém v Evropě. Pro velmi účinné a bezpečné hašení požárů byl vybrán hasicí sprej od firmy Brimi. Důvodem této volby je široká škála použitelnosti, jako třeba na hašení rozpálených olejů a elektrických zařízení. Je kompletně vyrobený v České republice a má jako jediný ověření od Státního zdravotnického úřadu na hašení lithiových baterií.

Veškeré zařízení použité v práci mají svoje ovládací softwarové vybavení pro pohodlné řízení a monitorování. Nevýhodou tohoto řešení je právě počet jednotlivých aplikací a pro lepší zpřehlednění by chtělo ovládací prvky sloučit pod jednu aplikaci.

Závěrečná kapitola praktické části této diplomové práce se neobejde bez ekonomického zhodnocení. Výsledný součet je poměrně vysoký a v současné době by zvláště díky stavbě

a růstu cen ještě vyšší. Při případné realizaci by sloužil pouze orientačně, a to z důvodu pohybu cen, možnosti vlastního fyzického zapojení, pro snížení ceny mohou být využity i dotační tituly.

Výsledkem této práce je hrubý podklad pro podobnou realizaci s nutností důkladnějšího projektového zpracování.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] Česká republika. Zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů. [online] In: Sbíрка zákonů. 1985. [cit. 2021-01-18]. Dostupné z: aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=2165
- [2] Česká republika. Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů. [online] In: Sbíрка zákonů. 2006. [cit. 2021-01-18]. Dostupné z: aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=4909
- [3] Česká republika. Vyhláška MV č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci). [online] In: Sbíрка zákonů. 2001. [cit. 2021-01-18]. Dostupné z: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirkazakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=3673>
- [4] Česká republika. Vyhláška č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb, ve znění pozdějších předpisů. [online] In: Sbíрка zákonů. 2008. [cit. 2021-01-18] Dostupné z: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=5235>
- [5] 268/2009 Sb. Vyhláška o technických požadavcích na stavby. Zákony pro lidi – Sbíрка zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění [online]. © AION CS, s.r.o. 2010-2021 [cit. 2021-02-07] Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2009-268?citace=1>
- [6] 264/2020 Sb. Vyhláška o energetické náročnosti budov. Zákony pro lidi – Sbíрка zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění [online]. © AION CS, s.r.o. 2010-2021 [cit. 2021-02-07] Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-264>
- [7] ČSN 73 0540-2. Tepelná ochrana budov – Část 2: požadavky. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [8] ČSN 73 0802. Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.
- [9] ČSN EN 12845+A1. Stabilní hasicí zařízení – Sprinklerová zařízení – Navrhování, instalace a údržba. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2020.
- [10] FRKAL, Luděk. *Domy chráněné zemí*. Vyd. 2. Brno: Computer Press, 2009. ISBN 978-80-251-2745-2.

- [11] TRIKER: Jak správně navrhnout drenáž u rodinného domu? [online]. © 1993-2021 Triker a.s., všechna práva vyhrazena, tvorba a design Neofema, s.r.o. [cit. 2021.04.05]. Dostupné z: <https://triker.cz/c-518/Jak-spravne-navrhnout-drenaz-u-rodinneho-domu/>
- [12] STAVBA-STŘECHA: *Hydroizolační HDPE fólie hladká, HUMAPOL HDPE, tl. 1 mm, 2 x 50 m* [online]. 2021 © Stavba-strecha.cz [cit. 2021-04-05]. Dostupné z: <https://www.stavba-strecha.cz/hydroizolacni-hdpe-folie-hladka--numapol-hdpe--tl--1-mm--2-x-50-m/>
- [13] GRANITOL: *HDPE fólie* [online]. © Copyright 2021, GRANITOL akciová společnost [cit. 2021-04-05]. Dostupné z: <https://www.granitool.cz/o-nas/vyrobni-program/hdpe-folie/>
- [14] ČESKÉSTAVBY: *Hydroizolace nopovými fóliemi* [online]. Petr Pojar, 2015.8.27, GRANITOL akciová společnost [cit. 2021-04-05]. Dostupné z: <https://www.ceskestavby.cz/clanky/hydroizolace-nopovymi-foliemi-24055.html>
- [15] TZBINFO: *Stavební tepelné izolace – přehled trhu* [online]. © Copyright Topinfo s.r.o. 2001-2021, všechna práva vyhrazena, [cit. 2021-04-05]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/3991-stavebni-tepelne-izolace-prehled-trhu>
- [16] LUKÁŠ, Luděk. *Teorie bezpečnosti I*. Zlín: Radim Bačuvčík - VeRBuM, 2017. ISBN isbn978-80-87500-89-7.
- [17] MERZ, Hermann, Thomas HANSEMANN a Christof HÜBNER. *Automatizované systémy budov: sdělovací systémy KNX/EIB, LON a BACnet*. Praha: Grada, 2008. Stavitel. ISBN 978-80-247-2367-9.
- [18] RICHTEL+FRENZEL: *Rekuperace: moderní způsob větrání* [online]. © Copyright 2021, [cit. 2021-04-16]. Dostupné z: [https://www.rfkoupelny.cz/rekuperace/?utm=rekuperace\\_2020\\_google\\_cpc&utm\\_source=google.com&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=rekuperace\\_2020&keyword=%2Brekupera-ce&creative=439337459507&gclid=EAIaIQobChMI4PfvqdGV8AIVjUiRBR3HQQkE-AMYASAAEgJDKfD\\_BwE](https://www.rfkoupelny.cz/rekuperace/?utm=rekuperace_2020_google_cpc&utm_source=google.com&utm_medium=cpc&utm_campaign=rekuperace_2020&keyword=%2Brekupera-ce&creative=439337459507&gclid=EAIaIQobChMI4PfvqdGV8AIVjUiRBR3HQQkE-AMYASAAEgJDKfD_BwE)
- [19] TZBINFO: *Model řízení vzduchotechnické jednotky* [online]. Bc. Michal Lom, Ing. Václav Matz, Ph.D, 2013.4.22 © Copyright Topinfo s.r.o. 2001-2021, všechna práva vyhrazena, [cit. 2021-04-16]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/regulace-vetrani-klimatizace/9796-model-rizeni-vzduchotechnicke-jednotky>

- [20] PREMERENI: *Výpočet teploty přiváděného vzduchu za rekuperátorem* [online]. © 2015 Pražská energetika, a.s.. [cit. 2021-04-16]. Dostupné z: <https://www.premereni.cz/cs/dulezite-informace/kalkulacky-energie/vytapeni/vypocet-teploty-privadeného-vzduchu-za-rekuperátorem/>
- [21] HEATFLOW: *Co je Heatflow vytápění* [online]. 2014 © Copyright Tempora s.r.o. [cit. 2021-04-16]. Dostupné z: <http://www.topeni-heatflow.cz/>
- [22] PPSENERGY: *Základní informace o topné fólii Heatflow* [online]. 2021 © Copyright [cit. 2021-04-16]. Dostupné z: <http://www.ppse.cz/topne-folie.php>
- [23] HEATFLOW: *Co je Heatflow vytápění* [online]. 2014 © Copyright Tempora s.r.o. [cit. 2021-04-16]. Dostupné z: <https://heatflow.cz/co-je-heatflow>
- [24] NAZELENO: *Kolik elektřiny vyrobí fotovoltaické panely?* [online]. Michal Doležal, 2019.1.8, © 2018-2019 Narrative Media s.r.o. ISSN 1803-4160, [cit. 2021-04-16]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/kolik-elektřiny-vyrobi-fotovoltaicke-panely/>
- [25] SOLARNIEXPERTI: *Kolik energie vyrobí solární panely za rok?* [online]. Vladimír Matajs 2020.7.8, © Solární Experti s.r.o. [cit. 2021-04-16]. Dostupné z: <https://www.solarniexperti.cz/kolik-solarnich-panelu-na-strechu-potrebujete/>
- [26] SOLARNIEXPERTI: *Jak připravit dům na instalaci FV elektrárny?* [online]. Vladimír Matajs 2020.10.3, © Solární Experti s.r.o. [cit. 2021-04-16]. Dostupné z: <https://www.solarniexperti.cz/jak-pripravit-rodinny-dum-na-instalaci-solarni-elektřiny/>
- [27] VDKELEKTROTECHNIKA: *Větrná elektrárna Savonius SV 400w 12 v s regulátorem nabíjení* [online]. © 2021 Solární Experti s.r.o. [cit. 2021-04-16]. Dostupné z: <https://www.vdkelektronika.eu/Vetrna-elektřarna-Savonius-SV-400W-12V-s-regulátorem-nabijeni-akum-d1429.htm#detail-anchor-description>
- [28] EKOUSPORA: *Vertikální větrná turbína Sada MAKEMU SMARTWIND 500 W* [online]. © 2021 Ekoúspora.cz. Všechna práva vyhrazena [cit. 2021-04-16]. Dostupné z: <http://www.ekouspora.cz/vertikalni-vetrna-turbina-makemu-smartwind-400-w.html>
- [29] Kvapilová Michaela. *Požárně bezpečnostní řešení novostavby rodinného domu*, Uherské Hradiště, 2018. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati, Fakulta logistiky

- a krizového řízení, Ústav ochrany obyvatelstva. Vedoucí práce Ing. Jan Strohmandl, Ph.D.
- [30] KŘEČEK, Stanislav. *Příručka zabezpečovací techniky*. Vyd. 2. [S.l.: s.n.], 2003. ISBN isbn80-902938-2-4.
- [31] LUKÁŠ, Luděk. *Bezpečnostní technologie, systémy a management*. Zlín: Radim Bačuvčík - VeRBuM, 2015. ISBN isbn978-80-87500-35-4.
- [32] KRATOCHVÍL, Václav, Šárka NAVAROVÁ a Michal KRATOCHVÍL. *Požárně bezpečnostní zařízení ve stavbách: stručná encyklopedie pro jednotky PO, požární prevenci a odbornou veřejnost*. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2011. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN isbn978-80-7385-103-3.
- [33] BOZP: *Hasicí přístroj. Jaké jsou druhy a který v jaké situaci použít* [online]. Copyright © 2021 CRDR spol. s.r.o. [cit. 2021-05-12]. Dostupné z: <https://www.skolenibozp.cz/aktuality/druhy-hasici-pristroju/>
- [34] Bc. Mohammed Khalid Sail. *Návrh komplexního zabezpečení technických systémů v objektu*, Zlín, 2020. Diplomová. Univerzita Tomáše Bati, Fakulta aplikované informatiky, Ústav elektroniky a měření. Vedoucí práce Ing. Martin Zálešák, CSc.
- [35] LUKÁŠ, Luděk. *Bezpečnostní technologie, systémy a management*. Zlín: Radim Bačuvčík - VeRBuM, 2015. ISBN isbn978-80-87500-57-6.
- [36] BEZPEČNOSTNÍPORADENSTVÍJŠ: *Fyzická ochrana*, [online]. © 2015 Všechna práva vyhrazena [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: <https://www.bp-js.cz/fyzicka-ochrana/>
- [37] LUKÁŠ, Luděk. *Bezpečnostní technologie, systémy a management*. Zlín: Radim Bačuvčík - VeRBuM, 2015. ISBN isbn978-80-87500-67-5.
- [38] TZBINFO: *Poplachové a zabezpečovací systémy* [online]. © Copyright Topinfo s.r.o. 2001-2021, všechna práva vyhrazena, [cit. 2021-05-12]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/poplachove-a-zabezpecovaci-systemy>
- [39] Bc. Krahulík Lukáš. *Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy a návrh jejich funkčnosti.*, Zlín, 2012. Diplomová. Univerzita Tomáše Bati, Fakulta aplikované informatiky, Ústav bezpečnostního inženýrství. Vedoucí práce doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.

- [40] LUKÁŠ, Luděk. *Bezpečnostní technologie, systémy a management*. Zlín: Radim Bačuvčík - VeRBuM, 2015. ISBN isbn978-80-87500-19-4.
- [41] NOVOTNÝ, Jan. *Cvičení z pozemního stavitelství pro 1. a 2. ročník: Konstrukční cvičení pro 3. a 4. ročník SPŠ stavebních*. Praha: Sobotáles, 2007. ISBN isbn978-80-86817-23-1.
- [42] DANIELS, Klaus. *Technika budov: příručka pro architekty a projektanty*. Bratislava: Jaga group, 2003. ISBN isbn80-88905-63-x.
- [43] Zdroj vlastní modelování v programu ArchiCAD
- [44] Zdroj vlastní – konzultace s bývalou starostkou obce Louka Annou Vašicovou
- [45] TZBINFO: *Návrh a postup realizace řízeného větrání s rekuperací tepla Řízené větrání s rekuperací tepla pro rodinné domy a byty (IV)* [online]. Zehnder Group Czech Republic s.r.o., 2013.12.11© Copyright Topinfo s.r.o. 2001-2021, všechna práva vyhrazena, [cit. 2021-04-15]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-s-rekuperaci/10681-navrh-a-postup-realizace-rizeneho-vetrani-s-rekuperaci-tepla>
- [46] Zdroj vlastní
- [47] E-VETRANI: *Rekuperace Venus Comfort 500 E s regulací* [online]. Copyright © 2021, Multi-VAC spol. s.r.o.. [cit. 2021-05-15]. Dostupné z: <https://www.e-vetrani.cz/rekuperacni-jednotka-venus-comfort-500-ec>
- [48] AKOUPELNYATOPENI: *Dražice Elektrický bojler OKCE 160* [online]. Copyright © 2021 Akoupelnyatopeni.cz- všechna práva vyhrazena [cit. 2021-05-15]. Dostupné z: <https://www.akoupelnyatopeni.cz/vytapeni-a-ohrev-vody/bojlery-a-ohrivace-vody/bojlery-elektricke/bojler-okce-160-drazice>
- [49] AKOUPELNYATOPENI: *Dražice Elektrický bojler OKCE 200* [online]. Copyright © 2021 Akoupelnyatopeni.cz- všechna práva vyhrazena [cit. 2021-05-15]. Dostupné z: <https://www.akoupelnyatopeni.cz/vytapeni-a-ohrev-vody/bojlery-a-ohrivace-vody/bojlery-elektricke/bojler-okce-200-drazice>
- [50] SOLIDSUN: *Solární elektrárna* [online]. Copyright © 2021 [cit. 2021-05-15]. Dostupné z: <https://www.solidsun.cz/fotovoltaiicke-elektrarny/elektrarna-s-nabijenim-baterii-710.php>
- [51] PROSOLAR: *10 důvodů proč LiFEPO baterie nahrazují Pb baterie* [online]. Copyright © 2021 Prosolar / Všechna práva vyhrazena [cit. 2021-05-19]. Dostupné z:



<https://www.prosolar.cz/novinky-blog/10-duvodu-proc-lifepo-baterie-nahrazuji-pb-baterie>

- [52] SVĚTLO: *Kabely a příslušenství pro fotovoltaické elektrárny* [online]. © 2014 – 2021 – FCC Public s.r.o., [cit. 2021-05-20]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/svetlo/casopis/tema/kabely-a-prislusenstvi-pro-fotovoltaicke-elektrarny--15672>
- [53] STUDENÍK, Ing. Jiří a Mgr. Michal SVITAVSKÝ. *Energie větru, vody, biomasy* [online]. 2014 © Code Creator, s.r.o.; distribuce publi.cz; 2016 [cit. 2021-8-10]. ISBN 978-80-88058-08-3. Dostupné z: <https://publi.cz/epubli/book/90-energie-vetru-vody-biomasy>
- [54] IN-POČASÍ: *Louka* [online]. Copyright © 2021 InMeteo, s.r.o. [cit. 2021-08-10]. Dostupné z: [https://www.in-pocasi.cz/aktualni-pocasi/louka/?detailed\\_typ=vitr\\_naraz&detailed\\_usek=36#daily\\_graph](https://www.in-pocasi.cz/aktualni-pocasi/louka/?detailed_typ=vitr_naraz&detailed_usek=36#daily_graph)
- [55] TZK: *Ajax HUB2 + ústředna pro až 200 prvků, 25 oblastí s WiFi, TCP/IP a GSM 2G / 3G / 4G* [online]. Copyright 2021 TZK s.r.o., [cit. 2021-08-10]. Dostupné z: <https://www.tzk-sro.cz/ustredny-ajax/ajax-hub2--ustredna-pro-az-200-prvku--25-oblasti-s-wifi--tcp-ip-a-gsm-2g-3g-4g/>
- [56] SAMPHIRESECURITY: *The New Pyronix Home Control Hub Enforcer V11* [online]. [cit. 2021-08-10]. Dostupné z: <https://www.samphiresecurity.co.uk/post/the-new-pyronix-home-control-hub-enforcer-v11>
- [57] ABALARM: *PARADOX – EVO 192 pane – (0702-178) – Ústředna DIGIplex EVO192* [online]. Copyright 2021 TZK s.r.o., [cit. 2021-08-10]. Dostupné z: <https://www.abalarm.cz/ishop/cs/ustredny-digiplex-evo/351-evo-192-panel-ustredna-digiplex-evo192--8595584601825.html>
- [58] TZK: *Ústředna s LAN a GSM kom. JA-192Y v ceně* [online]. © 2021 – Internetový obchod PrestaShop, [cit. 2021-08-10]. Dostupné z: <https://www.tzk-sro.cz/ustredny-ja-100-/ustredna-s-lan-a-gsm-kom--ja-192y-v-cene/>
- [59] TZK: *Ústředna GD-48 s prodlouženou zárukou na 4 roky* [online]. Copyright 2021 TZK s.r.o., [cit. 2021-08-10]. Dostupné z: <https://www.tzk-sro.cz/ustredny-galaxy-dimension/ustredna-gd-48-s-prodlouzenou-zarukou-na-4-roky/>
- [60] BEDO: *Ajax hub 2* [online]. Bedocz.cz - 2021, [cit. 2021-05-20]. Dostupné z: <https://eshop.bedocz.cz/centralni-jednotky/bedo-ajax-hub-2>

- [61] BEDO: *Ajax FireProtect* [online]. Bedocz.cz - 2021, [cit. 2021-05-20]. Dostupné z: <https://eshop.bedocz.cz/detektory-vody-a-ohne/bedo-ajax-fireprotect>
- [62] BEDO: *Ajax DoorProtect* [online]. Bedocz.cz - 2021, [cit. 2021-05-20]. Dostupné z: <https://eshop.bedocz.cz/zabezpeceni-dveri-a-oken/bedo-ajax-doorprotect>
- [63] BEDO: *Ajax DoorProtect Plus* [online]. Bedocz.cz - 2021, [cit. 2021-05-20]. Dostupné z: <https://eshop.bedocz.cz/zabezpeceni-dveri-a-oken/bedo-ajax-doorprotect-plus>
- [64] BEDO: *Ajax CombiProtect* [online]. Bedocz.cz - 2021, [cit. 2021-05-20]. Dostupné z: <https://eshop.bedocz.cz/pohybova-cidla/bedo-ajax-combiprotect>
- [65] BEDO: *Ajax MotionCam* [online]. Bedocz.cz - 2021, [cit. 2021-05-20]. Dostupné z: <https://eshop.bedocz.cz/pohybova-cidla/bedo-ajax-motioncam>
- [66] BEDO: *Ajax HomeSiren* [online]. Bedocz.cz - 2021, [cit. 2021-05-20]. Dostupné z: <https://eshop.bedocz.cz/sireny/bedo-ajax-homesiren>
- [67] BEDO: *Ajax Curtain* [online]. Bedocz.cz - 2021, [cit. 2021-05-20]. Dostupné z: <https://eshop.bedocz.cz/pohybova-cidla/bedo-ajax-curtain>
- [68] BEDO: *DAHUA IMOU BULLETNEW* [online]. Bedocz.cz - 2021, [cit. 2021-05-20]. Dostupné z: <https://eshop.bedocz.cz/kamery/dahua-imou-bullet-new>
- [69] EVODNÍK: *Představujeme systém eVodník* [online]. 2016–2021 © Univers s.r.o., [cit. 2021-05-20]. Dostupné z: <https://evodnik.cz/>
- [70] ŠETRČICE.EU: *Inteligenti vodoměr a detektor úniku vody eVodník Home* [online]. © 2021., [cit. 2021-05-20]. Dostupné z: <https://www.setrice.eu/evodnik-home>
- [71] BRIMI: *Hasicí sprej především na olej a lithiové baterie BlaciAid MARK2* [online]. Copyright © 2021 Brimi. Všechna práva vyhrazena., [cit. 2021-05-20]. Dostupné z: <https://www.brimi.cz/hasici-prostredok-i-na-olej-glaciaid-mg-400-mark2/>
- [72] Zdroj vlastní – konzultace s paní Helenou Frkalovou předsedkyně sdružení Zelené bydlení, včetně návštěvy ukázkového domu
- [73] LUKÁŠ, Luděk. *Teorie bezpečnosti I*. Zlín: Radim Bačuvčík - VeRBUM, 2017. ISBN isbn978-80-87500-89-7.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

½	Jedna polovina
¼	Jedna čtvrtina
°	Stupeň
°C	Stupeň Celsia
AES	Advanced Encryption Standard
Ah	Ampérhodina
CAS	Cisternová automobilová stříkačka
CCTV	Closed-circuit television
CO <sub>2</sub>	Oxid uhličitý
ČR	Česká republika
ČSN	Česká technická norma
dBm	Logaritmická jednotka výkonu
EN	Evropská norma
EPS	Elektronická požární signalizace
FPS	Frames per second
FVE	Fotovoltaická elektrárna
Gb/s	Gigabit za sekundu
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Groupe Spécial Mobile
HDPE	High density polyethylene
HFVE	Hybridní fotovoltaická elektrárna
HZS	Hasičský záchranný sbor
I/O	zkratka pro vstup a výstup (input/output)
ID	Identifikace

---

IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
ION	iont
iOS	Mobilní operační systém pro telefony iPhone
IP	Internet Protocol
Kč	koruna česká
kg	kilogram
kb/s	kilobit za sekundu
ks	kus
kV	kilovolt
kW	kilowatt
kWh	kilowat hodina
kWp	kilowatt-peak
l	délka
LAN	Local Area Network
Li	Lithium
LiFePO <sub>4</sub>	Lithium-železo-fosfátové akumulátory
LTE	Long Term Evolution
m <sub>2</sub>	metry čtvereční
m <sub>3</sub>	metry krychlové
max	maximum
Mb/s	megabit za sekundu
MHz	Megahertz
mm	milimetr
mW	miliwatt
MW	megavatt
MZS	Mechanické zábranné systémy

---

OS	Operační systém
PE	Polyethylen
PIR	Pasivní infračervené čidlo
PVC	Polyvinylchlorid
PZTS	Poplachový a zabezpečovací systém
QR	Quick Response
Sb.	Sbírký
SIM	Subscriber Identity Module
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
UV	Ultraviolet
V	Volt
W	Watt
WEP	Wired Equivalent Privaci
WPA	Wi-Fi Protected Access
Wp	Watt-peak

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1: Hierarchická struktura techniky systémů budov [17] .....	19
Obrázek 2: Výkon FVE v průběhu roku 2/2 [24] .....	22
Obrázek 3: Domácí větrná elektrárna [28] .....	24
Obrázek 4: Třídy požáru [33] .....	28
Obrázek 5: Grafické znázornění pyramidy postupnosti procesů bezpečnosti v MZS [36] .....	36
Obrázek 6: Pohled na dům z jihozápadu [43] .....	44
Obrázek 7: Pohled na dům z jihovýchodu [43] .....	45
Obrázek 8: Náčrtek prvního patra [43] .....	46
Obrázek 9: Náčrtek druhého patra [43] .....	48
Obrázek 10: Půdorys druhého patra se zaměřením na světlovody [43] .....	50
Obrázek 11: Bokorys domu se zaměřením na vedení světlovodu [43] .....	50
Obrázek 12: Typologie stěn v prvním patře [43] .....	53
Obrázek 13: Typologie stěn ve druhém patře [43] .....	53
Obrázek 14: Myšlenková mapa [46] .....	55
Obrázek 15: Dražice Elektrický bojler s kapacitou 200 l [49] .....	61
Obrázek 16: Úložiště baterií [43] .....	62
Obrázek 17: Rozpoložení elektráren [43] .....	63
Obrázek 18: BEDO Ajax Hub 2 [60] .....	68
Obrázek 19: BEDO Ajax FireProtect [61] .....	69
Obrázek 20: BEDO Ajax DoorProtect plus [63] .....	70
Obrázek 21: BEDO Ajax CombiProtect [64] .....	71
Obrázek 22: BEDO Ajax MotionCam [65] .....	72
Obrázek 23: BEDO Ajax HomeSiren [66] .....	73
Obrázek 24: BEDO Ajax Curtrain [67] .....	74
Obrázek 25: DAHUA IMOU BULLET [68] .....	75
Obrázek 26: AS-WaterOwl (eVodník) [70] .....	76
Obrázek 27: Porovnání pravděpodobnosti pojistných událostí [70] .....	76
Obrázek 28: Hasicí sprej Glaci Aid MARK2 [71] .....	78
Obrázek 29: Zabezpečení prvního patra [46] .....	81
Obrázek 30: Ukázka bezpečnostního systému v ložnici [46] .....	82
Obrázek 31: Ukázka bezpečnostního systému shodná pro pokoj 1 a 2 [46] .....	82

---

Obrázek 32: Zabezpečení druhého patra [46].....	83
Obrázek 33: Ukázka zabezpečovacího systému kuchyň / jídelna [46].....	83
Obrázek 34: Kamerové zabezpečení vnějšího perimetru [46].....	84
Obrázek 36: Možný terén pro stavbu [46].....	105
Obrázek 37: Zakomponování do terénu – Čelní pohled [46] .....	105
Obrázek 38: Zakomponování do terénu – Pohled zezadu [46].....	106
Obrázek 39: Účinnost rekuperace [20] .....	108
Obrázek 40: Návrh vytápění [21] .....	108

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1: Výkon FVE v průběhu roku 1/2 [24].....	22
Tabulka 2: Výkon a účinnost solárního panelu v a jeho rozměry [25].....	23
Tabulka 3: Vodní hasicí přístroj třídy A [33] .....	29
Tabulka 4: Práškový hasicí přístroj třídy A, B, C [33] .....	29
Tabulka 5: Pěnový hasicí přístroj třídy A, B [33].....	29
Tabulka 6: Sněhový hasicí přístroj třídy B [33] .....	30
Tabulka 7: Plynový hasicí přístroj třídy A, B, C [33].....	30
Tabulka 8: Chemický hasicí přístroj třídy F [33] .....	30
Tabulka 9: Speciální hasicí přístroj třídy A, B, F [33] .....	31
Tabulka 10: Typy infračervených detektorů [39] .....	38
Tabulka 15: Výpočet výkonu rekuperace 1/2 [45] .....	59
Tabulka 16: Výpočet výkonu rekuperace 2/2 [45] .....	59
Tabulka 17: Vlastní výpočet rekuperace [46].....	60
Tabulka 18: BEDO Ajax Hub 2 – technické parametry [60] .....	68
Tabulka 19: BEDO Ajax FireProtect – technické parametry [61].....	69
Tabulka 20: BEDO Ajax DoorProtect – technické informace [62].....	70
Tabulka 21: Ajax CombiProtect [64].....	71
Tabulka 22: BEDO Ajax MotionCam – technické informace [65] .....	72
Tabulka 23: BEDO Ajax HomeSiren – technické informace [66] .....	73
Tabulka 24: BEDO Ajax Curtain – technické informace [67] .....	74
Tabulka 25: DAHUA IMOU BULLET – technické informace [68].....	75
Tabulka 26: Shrnutí ekonomické náročnosti [46].....	87



## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Zakomponování modelu do terénu

Příloha P II: Výpočet energií

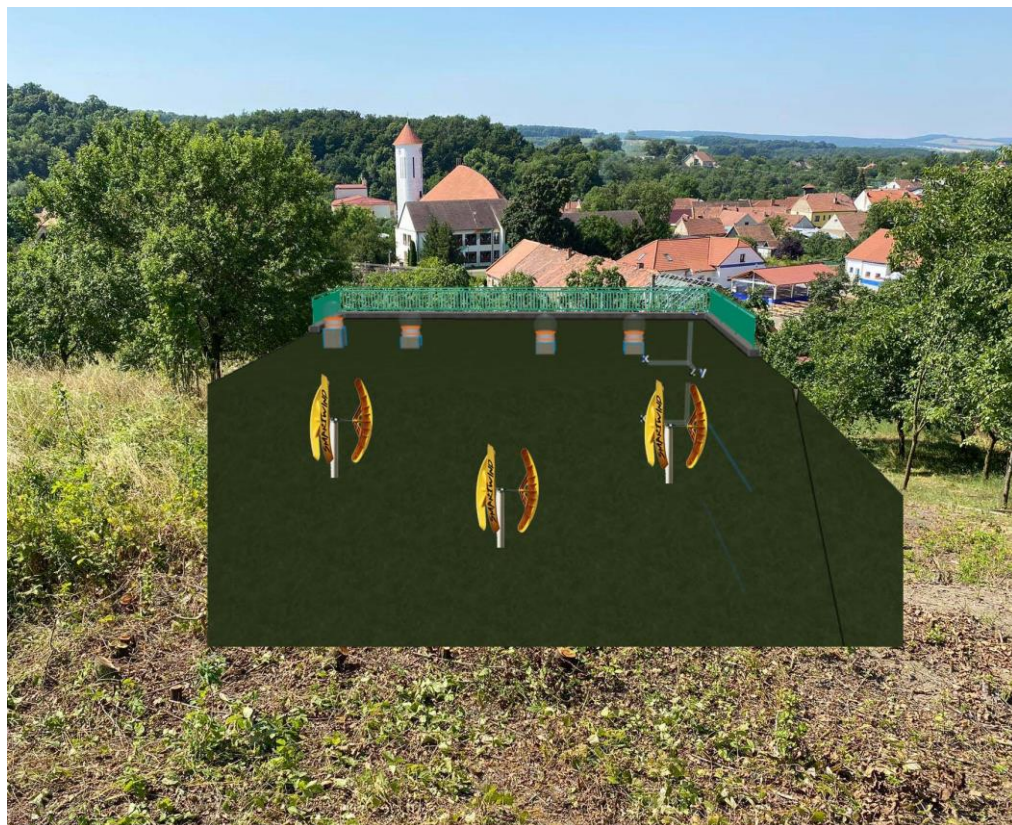
## PŘÍLOHA P I: ZAKOMPOOVÁNÍ MODELU DO TERÉNU



Obrázek 35: Možný terén pro stavbu [46]



Obrázek 36: Zakomponování do terénu – Čelní pohled [46]



Obrázek 37: Zakomponování do terénu – Pohled zezadu [46]

## PŘÍLOHA P II: VÝPOČET ENERGIÍ

Do výpočtu byly zahrnuty pouze hlavní vstupy energií. Byly zde použity výstupy z internetových kalkulaček.

Spotřebiče:

- Podlahové vytápění Heatflow
- Rekuperace Venus Comfort 500 EC

Výroba energií:

- Fotovoltaická elektrárna
- Větrná elektrárna

### Rekuperace

Výpočet spotřeby.

Vybraná rekuperační jednotka má udávanou spotřebu 220 W. Pro zjištění maximální spotřeby se vzal nepřetržitý provoz po celý rok, což ovšem není potřeba.

$$(24 \times 365) \times 220 = 1\,927\,200 \text{ W} = 1\,927,2 \text{ kWh za rok.}$$

Vlastní spotřeba rekuperace je 1 927,2 kWh za rok. [47]

Tato rekuperace má zapsanou hodnotu účinnosti výměny tepla až 95 %.

Pro výpočet byla použita hodnota 85 %.

Vstupní hodnoty do internetové kalkulačky jsou:

- teplota venkovního vzduchu – 22 °C
- vnitřní teplota 22°C.

Venkovní teplota vzduchu (zadejte v rozmezí -25 až 20°C)	<input type="text" value="-22"/>	°C
Vnitřní teplota vzduchu (zadejte v rozmezí 5 až 40°C)	<input type="text" value="20"/>	°C
Účinnost (předvolena průměrná účinnost rekuperace)	<input type="text" value="85"/>	%
Teplota přívodního vzduchu	13.7 °C	
Teplota odpadního vzduchu	-15.6 °C	
Při využití rekuperace stačí dohřívát přívodní vzduch pouze o	6.4 °C	
místo o	42 °C	
Ušetříte dohřev o	35.6 °C	

Obrázek 38: Účinnost rekuperace [20]

$$42 \div 100 = 0.42 \rightarrow 35.6 \div 0,42 = 84.7\%$$

Výsledkem je ušetření odhadovaných nákladů na vytápění až o 84 %. [20]

### Vytápění

Vlastní odhad užité plochy na umístění vytápění je 110 m<sup>2</sup>. Do internetové tabulky byla ovšem použita hodnota z modelu a to 161 m<sup>2</sup>, tím jsem si potvrdil minimální plochu. Ve výsledné tabulce je i odhadovaná cena a spotřeba energie. Cena byla navýšena o necelých 10 % na 220 000,- Kč, a to pro rezervní navýšení.

Podlahové		Stropní	
<b>PARAMETRY OBJEKTU</b>			
<b>RD PODLAHOVÁ VARIANTA-VZOROVÁ NABÍDKA</b>			
Podlahová plocha k vytápění	<input type="text" value="161"/>		m <sup>2</sup>
Tepelná ztráta-odhad	<input type="text" value="5"/>		kW
Minimální doporučená instalace		96,60	m <sup>2</sup>
Doporučená vrstva betonu / anhydritu (sádrovláknitá/cetris deska)		35-70	mm
Roční spotřeba el.energie na vytápění-odhad		5 000	kWh
Procentuální pokrytí podlahy folií Heatflow		60,00	%
Instalovaný výkon celkem		21,25	KW
<b>POLOŽKOVÝ ROZPOČET</b>			
	MJ	množství	cena z MJ
Heatflow	m <sup>2</sup>	97	1 250 Kč
Montážní materiál			51 147 Kč
<b>CENOVÁ KALKULACE</b>			
			<b>SPOČÍTAT</b>
MATERIÁL CELKEM			171 897 Kč
PRÁCE CELKEM			28 773 Kč
<b>CELKEM BEZ DPH</b>			<b>200 670 Kč*</b>

Obrázek 39: Návrh vytápění [21]

Energie potřebná na vytápění je podle internetové tabulky ze zdroje [21] stanoveno na 5 000 kWh ročně.

Díky rekuperaci je snížena na 800 kWh.

$$5000 \div 100 = 50 \quad \longrightarrow \quad 50 \times 16 = 800$$

### Fotovoltaická elektrárna

Vybraná elektrárna má výkon 5,4 kWp složenou z 450 Wp panelů.

Pro výpočet produktivity solárních panelů v našich podmínkách byly použity tabulky ze zdroje. Pro výpočet byla použita tabulka s nižšími hodnotami. Výpočet proběhl sečtením hodnot jednotlivých pro zjištění teoretického zisku z 1 kWp FVE za rok.

$$31,7 + 53,7 + 97,6 + 129 + 124 + 126 + 131 + 126 + 101 + 63,6 + 39,1 + 27,4 = 1\,050,1 \text{ kWp}$$

Instalovaný výkon vlastní elektrárny je 5,4 kWp.

$$1\,050,1 \times 5,4 = 5\,670 \text{ kWp (což téměř odpovídá 5 670 kWh)}$$

Instalovaná solární elektrárna má výkon 5,4 kWp, tudíž odhadovaná roční výroba je 5 670 kWh. [24] [25]

### Větrná elektrárna

V práci jsou použity 3 větrné elektrárny, kdy každá má instalovaný výkon až 400 W s možností za příplatek navýšení výkonu až na dvojnásobek.

$$(400 \times 2) \times 3 = 2\,400 \text{ W}$$

Instalovaná větrná elektrárna má teoretický výkon až 2 400 W.

Od prodejce je v provedení 6 lopatek potřebná minimální rychlost větru 1,2 m/sek což odpovídá 4,32 km/h. Podle zdroje 53 je při 4 m/s vyrobí větrná elektrárna o výkonu 1 000 W, ročně 2 000 kWh. Vlastní navržená elektrárna se spouští již při třetinové rychlosti větru, takže hodnota 1 000 W na roční výkon 2 000 kWh budou do výpočtu teoretické roční produkce přejaty. Podle prostudování tabulek ze zdroje 54, že pozorované hodnoty často převyšují 4,32 km/h. Vlastní větrná elektrárna by se umístěním podobala právě podmínkám měřící stanice.

Teoretická roční produkce

$$1\,000 \text{ W} = 2\,000 \text{ kWh} \quad \longrightarrow \quad 2\,000 \text{ kWh} \times 2,4 = 4\,800 \text{ kWh}$$

Výsledkem je teoretický zisk 4 800 kWh

### **Celkový výpočet**

Celkový výpočet vychází ze získaných poznatků.

Vstupní teoretické hodnoty:

- Odhadovaná roční spotřeba energie na vytápění je 800 kWh.
- Odhadovaná roční spotřeba energie na rekuperaci je 1 927,2 kWh.
- Odhadovaný zisk z fotovoltaické elektrárny je 5 670 kWh.
- Odhadovaný zisk z větrné elektrárny je 4 800 kWh.

$$(5\,670 + 4\,800) - (800 + 1\,927,2) = 7\,742,8 \text{ kWh}$$

Výsledek šetření je tedy teoretický energetický zisk **7 742 kWh** za rok.