

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

Katedra elektroenergetiky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Nízko – energetický a pasivní dům – standard
bydlení v 21. století v ČR**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Zdeněk RYCHLÍK**
Osobní číslo: **E19B0198P**
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Elektrotechnika a energetika**
Téma práce: **Nízkoenergetický a pasivní dům – standard bydlení v 21. století v ČR**
Zadávající katedra: **Katedra výkonové elektroniky a strojů**

Zásady pro vypracování

1. Charakterizujte rodinná sídla nízkoenergetická a pasivní.
2. Navrhněte projektovou dokumentaci elektroinstalace rodinného domu, včetně ekonomické bilance z jednoho z výše popsaného systému.
3. Dimenzujte přípojku pro napájení objektu při respektování ČSN IEC s využitím programu SICHER.
4. Pro dané rodinné sídlo navrhněte ochranu před atmosférickým přepětím, respektujte ČSN EN 62305 a využijte podklady od firmy DEHN+SÖHNE.

Rozsah bakalářské práce: **30 – 40 stran**
Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Ing. Zbyněk Martínek, CSc.**
Katedra elektroenergetiky

Datum zadání bakalářské práce: **9. října 2020**
Termín odevzdání bakalářské práce: **27. května 2021**



Prof. Ing. Zdeněk Peroutka, Ph.D.
děkan





Prof. Ing. Václav Kůs, CSc.
vedoucí katedry

Abstrakt

Tato bakalářská práce je zaměřena na popis nízkoenergetických a pasivních domů. V této práci je návrh elektrické přípojky vypočítané pomocí programu SICHER. Dalším cílem této práce je návrh ochrany proti přepětí realizované pomocí SW od společnosti DEHN+SÖHNE a určení ochrany proti přepětí za použití chránících přístrojů také od firmy DEHN+SÖHNE.

Klíčová slova

Nízkoenergetický dům, pasivní dům, zelená střecha, tepelné čerpadlo, energie, vytápění domů, AFDD, elektroinstalace, solární panely, hromosvod, jistič

Abstract

This Bachelor thesis is aimed at describing low-energy and passive houses. In this work is the design of the electrical connection calculated using the SICHER program. Another objective of this work is the design of overvoltage protection implemented by SW from DEHN+SÖHNE and the determination of overvoltage protection using protective devices also from DEHN+SÖHNE.

Key words

Low-energy house, passive house, green roof, heat pump, power, home heating, AFDD, wiring, solar panels, lightning rod, circuit breaker

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této bakalářské práce, je legální.

.....
podpis

V Plzni dne 24.5.2021

Zdeněk Rychlík

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské panu doc. Ing. Zbyňku Martínkovi, CSc. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

Obsah

| | |
|--|-----------|
| ÚVOD | 10 |
| SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK | 11 |
| SEZNAM OBRÁZKŮ | 12 |
| SEZNAM TABULEK | 12 |
| 1 ENERGETICKY EFEKTIVNÍ DŮM | 13 |
| 1.1 NÍZKOENERGETICKÝ DŮM | 13 |
| 1.2 PASIVNÍ DŮM | 13 |
| 1.3 ZISK TEPELNÉ ENERGIE | 14 |
| 1.4 TVAR A UMÍSTĚNÍ DOMU | 14 |
| 2 PRVKY ENERGETICKY EFEKTIVNÍCH DOMŮ | 14 |
| 2.1 ZELENÁ STŘECHA | 14 |
| 2.1.1 <i>Extenzivní zelená střecha</i> | 14 |
| 2.1.2 <i>Intenzivní zelená střecha</i> | 15 |
| 2.1.3 <i>Porovnání</i> | 15 |
| 2.2 TEPELNÉ ČERPADLO | 15 |
| 2.2.1 <i>Princip tepelného čerpadla</i> | 15 |
| 2.2.2 <i>Kompresor</i> | 16 |
| 2.2.3 <i>Kondenzátor</i> | 16 |
| 2.2.4 <i>Expanzní ventil</i> | 16 |
| 2.2.5 <i>Výparník</i> | 16 |
| 2.2.6 <i>Typy tepelných čerpadel</i> | 16 |
| 2.3 SOLÁRNÍ PANELE | 17 |
| 2.3.1 <i>Křemíkový solární panel</i> | 17 |
| 2.3.2 <i>Fotovoltaické fólie</i> | 17 |
| 2.3.3 <i>Organický solární panel</i> | 18 |
| 2.3.4 <i>Solární střešní tašky</i> | 18 |
| 2.3.5 <i>Watt-peak</i> | 19 |
| 3 VYTÁPĚNÍ ENERGETICKY EFEKTIVNÍCH | 19 |
| 3.1 PLYNOVÝ KONDENZAČNÍ KOTEL S TEPELOVODNÍM POTRUBÍM A S RADIÁTORY NEBO S PODLAHOVÝM VYTÁPĚNÍM | 19 |
| 3.2 TEPELNÁ ČERPADLA VZDUCH/VODA S TEPELOVZDUŠNÝM POTRUBÍM A S RADIÁTORY NEBO S PODLAHOVÝM VYTÁPĚNÍM | 19 |
| 3.3 REKUPERAČNÍ JEDNOTKA S TEPELOVZDUŠNÝM POTRUBÍM A VZDUCHOTECHNICKÉ VYÚSTKY | 20 |
| 3.4 ELEKTRICKÉ PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ | 21 |
| 3.5 ELEKTROKOTEL S PODLAHOVÝM VYTÁPĚNÍM | 21 |
| 3.6 ELEKTRICKÉ PŘÍMOTOPY | 22 |
| 4 PŘÍKLADY PASIVNÍCH A NÍZKOENERGETICKÝCH DOMŮ | 22 |
| 4.1 PASIVNÍ DOMY ZLONÍN | 22 |
| 4.2 NÍZKOENERGETICKÝ DŮM DRAHOŇŮV ÚJEZD | 24 |
| 4.2.1 <i>Popis částí domu</i> | 25 |
| 5 KLADY A ZÁPORY NÍZKOENERGETICKÝCH A PASIVNÍCH DOMŮ | 28 |
| 5.1 KLADY | 28 |
| 5.2 ZÁPORY | 28 |
| 6 EKONOMICKÁ BILANCE | 28 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 7 | POPIS ELEKTROINSTALACE V RODINNÉM DOMĚ | 29 |
| 7.1 | PŘIPOJENÍ OBJEKTU A MĚŘENÍ ODBĚRU | 30 |
| 7.2 | OCHRANA PŘED NEBEZPEČNÝM DOTYKEM..... | 30 |
| 7.3 | SVĚTELNÉ ROZVODY | 31 |
| 7.4 | SVÍTIDLA..... | 31 |
| 7.5 | ZÁSUVKOVÉ ROZVODY..... | 32 |
| 7.6 | INSTALACE KUCHYŇSKÉ LINKY | 32 |
| 7.7 | SLABOPROUDÉ ROZVODY | 32 |
| 7.8 | OCHRANA OBJEKTU PROTI BLESKU..... | 32 |
| 7.8.1 | <i>Hromosvod</i> | 32 |
| 7.8.2 | <i>Uzemnění</i> | 33 |
| 7.9 | DOPLŇKOVÉ ZDROJE ENERGIE | 33 |
| 8 | NÁVRH PŘÍPOJKY POMOCÍ PROGRAMU SICHER | 34 |
| 8.1 | PROGRAM SICHER..... | 34 |
| 8.1.1 | <i>Celkový obvod přípojky</i> | 35 |
| 8.1.2 | <i>Přehled materiálu</i> | 36 |
| 8.1.3 | <i>Selektivita</i> | 37 |
| 8.1.4 | <i>Impedance</i> | 38 |
| 8.1.5 | <i>Vypínací charakteristiky a nastavení jističů</i> | 39 |
| 9 | NÁVRH OCHRANY PŘED BLESKEM POMOCÍ RISK TOOL | 40 |
| 9.1 | RISK TOOL | 40 |
| 9.2 | METODA VALÍČÍ SE KOULE | 40 |
| 9.3 | OCHRANA OBJEKTŮ..... | 40 |
| 10 | OCHRANA PROTI PŘEPĚTÍ OD DEHN+SÖHNE | 42 |
| 10.1 | YELLOW LINE – OCHRANA PRO INFORMAČNÍ SYSTÉMY..... | 43 |
| 10.1.1 | <i>Blitzductor XTU</i> | 43 |
| 10.1.2 | <i>Blitzductor VT</i> | 44 |
| 10.1.3 | <i>DEHNrapid LSA</i> | 44 |
| 10.2 | RED LINE – SVODIČE PŘEPĚTÍ PRO NAPÁJECÍ SOUSTAVU | 45 |
| 10.2.1 | <i>Kombinované svodiče typ 1 + typ 2</i> | 45 |
| 10.2.2 | <i>Kombinované svodiče typ 1</i> | 46 |
| 11 | INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE | 47 |
| 11.1 | ZKRATKA AFDD..... | 47 |
| 11.2 | DŮVOD VZNIKU AFDD | 47 |
| 11.3 | DĚLENÍ PORUCHOVÝCH OBLOUKŮ..... | 47 |
| 11.4 | PARALELNÍ OBLOUKY..... | 48 |
| 11.5 | SÉRIOVÝ OBLOUK..... | 48 |
| 11.6 | ŘEŠENÍ OBLOUKŮ | 48 |
| 11.7 | AFDD OD OEZ S.R.O. | 48 |
| 11.8 | FUNKCE AFDD | 49 |
| 11.9 | ROZPOZNÁNÍ JISKŘENÍ..... | 50 |
| 12 | ZÁVĚR | 51 |
| 13 | SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ | 52 |
| 14 | PŘÍLOHY | 53 |

Úvod

Nízkoenergetické a pasivní domy budou standardem bydlení v 21. stol. Splňují obecný trend úspory energie při zachování požadovaného komfortu života. V EU se předpokládá, že od roku 2030 se všechna nová sídla budou realizovat jako nízkoenergetická, či pasivní s inteligentní elektroinstalací, jedině tak budou zkolaudována. Jiná rodinná sídla a sídla společností např. kanceláře a velkokapacitní haly podle nového energetického zákona zkolaudována nebudou. Budou akceptována pouze za předpokladu, že budou splňovat energetický štítek v nejvyšších hodnotách, a to jak na zateplení, tak sítí silnoproudého i slaboproudého charakteru. Bude zvýšený tlak na ochranné jističe AFDD. Bez této instalace, nebudou zařízení též zkolaudována.

V bakalářské práci se nejprve zabývám charakteristickými konstrukčními prvky nízkoenergetických a pasivních domů v různých variantách.

Dále je navržena elektroinstalace včetně elektrické přípojky, kterou jsem navrhl použitím programu SICHER. Ochranu proti atmosférickému přepětí jsem vyprojektoval pomocí programu Risk Tool s využitím konstrukčních prvků firmy DEHN+SÖHNE. Při návrzích byly respektovány normy ČSN IEC z hlediska spolehlivosti a bezpečnosti.

Seznam symbolů a zkratek

| | |
|----------------------|--------------------------------------|
| RD | Rodinný dům |
| L1, L2, L3, | Fázové vodiče napěťové soustavy TN-C |
| N | Střední vodič, pracovní nula |
| PE | Ochranný vodič |
| ČSN IEC | Česká státní norma respektovaná v EU |
| LPS | Systém ochrany před bleskem |
| t (°C) | Teplota okolí |
| U_f (V) | Napětí fázové |
| U_s (V) | Napětí sdružené |
| l (m) | Délka kabelu |
| RH | Hlavní rozvaděč |
| ER | Elektroměrový rozvaděč |
| S (mm ²) | Průřez vodiče |
| PS | Přípojková skříň |
| AFDD | Oblouková ochrana |
| V(l) | Objem |
| HDO | Hromadné dálkové ovládání |
| SW | Soft ware |
| NN | Nízké napětí |

Seznam obrázků

- Obr 1. Tepelné čerpadlo
- Obr 2. Část obce Zlonín
- Obr 3. Záběr jednoho z domů
- Obr 4. Druhá část obce Zlonín
- Obr 5. Náhled na nízkoenergetický dům
- Obr 6. Extenzivní zelená střecha
- Obr 7. Napojení střechy na zahradu
- Obr 8. Plán rekuperace vzduchu
- Obr 9. Typy poruch
- Obr 10. Funkce AFDD
- Obr 11. Celkové schéma v programu SICHER
- Obr 12. Selektivita jištění
- Obr 13. Charakteristika selektivity jištění
- Obr 14. Impedanční smyčky
- Obr 15. Charakteristika impedanční smyčky
- Obr 16. Nastavení spouští jističů
- Obr 17. Vypínací charakteristiky
- Obr. 18 Půdorys chráněného objektu
- Obr. 19 Přední strana chráněného objektu
- Obr. 20 Boční strana chráněného objektu
- Obr 21. Kufry s ochranami
- Obr 22. Žlutý kufr
- Obr 23. Červený kufr

Seznam tabulek

- Tab. 1 Ekonomická bilance klasického sídla
- Tab. 2 Ekonomická bilance nízkoenergetického sídla
- Tab. 3 Ekonomická bilance pasivního sídla
- Tab. 4 Ochrana IP
- Tab. 5 Odhad výkonu rodinného sídla
- Tab. 6 Přehled materiálu

1 Energeticky efektivní dům

Jedná se o skupinu domů, která má snížené nároky na vytápění a na celkovou spotřebu energií v objektu. Při stavbě energeticky efektivního domu je nutné provést stavebně energetickou koncepci, podle které se určuje situování objektu, osazení do terénu, dispoziční návaznost jednotlivých místností, materiál a použitá technologie.

A také se navrhuje technická část projektu. Například vytápění, větrání, tepelné rekuperace a využití obnovitelných zdrojů energie. Tyto typy staveb jsou v Německu a Rakousku běžné, zatímco u nás jsou ve velmi malém počtu.

1.1 Nízkoenergetický dům

Nízkoenergetický dům je podle ČSN 73 0540-2 definován jako budova s roční plošnou měrnou potřebou tepla na vytápění menší než $50 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$. Nízkoenergetický dům má menší pořizovací náklady než pasivní dům a zároveň jeho pořizovací náklady jsou oproti normální stavbě zhruba dva krát vyšší. Jejich návratnost bývá okolo 9 až 12 let. [3]

1.2 Pasivní dům

Pasivními domy jsou označovány stavby, které zajišťují příjemné prostředí, a to v jakémkoli ročním období a bez užití běžných vytápěcích systémů, které jsou zapotřebí u nízkoenergetického sídla a klasické novostavby. Obecně tyto domy mají menší spotřebu energie o 85-90 % než stávající domy. Jinými slovy, potřeba energie k vytápění je u pasivních domů podstatně nižší než u novostaveb, které též plní stávající národní normy a předpisy. Tato úspora energie dosahuje až tří čtvrtin. Pasivní domy poskytují velmi dobrou teplotní atmosféru, a to i přesto, že v současné době nároky na kvalitu bydlení stále rostou. To vše je zajištěno díky mimořádně dobrému zateplení objektu. Kvalitně navržená koncepce větracího systému zaručuje čistý a svěží vzduch v celém objektu. Na základě nepřetržitého větrání, k němuž dochází v celém objektu, setrvávají všechny konstrukční části nepoškozené a nejsou tak vystavovány rizikům koroze. Pojem pasivní dům je založen na bázi využívání a aplikace tepelných užitků v objektu. Tyto zisky lze rozdělit na interní a externí (viz 1.3). Norma ČSN 73 0540-2 uvádí spotřebu tepla potřebnou na vytápění pasivního rodinného domu maximálně $15 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$. [3]

1.3 Zisk tepelné energie

Interním ziskem je teplo, jež vyzařují osoby a spotřebiče. Externím ziskem je sluneční záření, které prostupuje okny do objektu. Objekt je zabezpečen kvalitní izolací a tím zisky dostačují k tomu, aby byla ideální teplota ve všech částech objektu. Vše je považováno za komfort, jímž dochází k nárůstu tržní hodnoty nemovitosti. [3]

1.4 Tvar a umístění domu

Tvar domu by měl být bez zbytečných výstupků a povrch pláště domu by měl být co nejmenší, jak je to jen možné. Ideální by byl tvar koule, ale tento tvar domu je skoro nemožné realizovat. Z toho důvodu je nejčastější tvar ležatého kvádrů. Dům je nejvhodnější umístit na severní a východní straně pozemku. A to z důvodu, aby jižní a západní strana domu, která je ta delší strana domu, byla co nejvíce vystavena slunečnímu záření. [3]

2 Prvky energeticky efektivních domů

2.1 Zelená střecha

U energeticky efektivních domů se používá zelená střecha, která napomáhá ochlazování domu a okolí. Zachycují dešťovou vodu, čímž odlehčí klimatizování objektu a zároveň ochlazují okolí. Normální střešní krytina má za slunných letních dnů teplotu okolo 70 °C, ale střecha se zelenou střechou má teplotu pouze 30 °C. Ochlazení okolí probíhá přes odpařování vody z listů rostlin do prostředí. Další výhody jsou například vzhled, zachycování hluku, zachycování prachu a vytvoření dalšího užitného prostoru, kterého je v zastavěných městských oblastech málo. Skládá se z vegetace, substrátu, filtrační, drenážní, ochranné fólie a z fólie proti prorůstání kořenů.

2.1.1 Extenzivní zelená střecha

Extenzivní zelená střecha má celkovou tloušťku okolo 90 mm a celkovou hmotnost nasyceného souvrství zhruba 90 kg/m². Tyto parametry zajišťují množství zadržené vody 27 l/m². U tohoto typu střech se používá suchomilná vegetace

s menší potřebou živin, protože je zde malé množství substrátu a náročnější rostliny by zde nevydržely.

2.1.2 Intenzivní zelená střecha

Intenzivní zelená střecha s celkovou tloušťkou 270 mm a s celkovou hmotností nasyceného souvrství zhruba 270 kg/m² dokáže zadržet od 130 l/ m². Do této střechy lze zasadit i menší keře, nebo dokonce i stromky. Jsou ale náročnější na údržbu

2.1.3 Porovnání

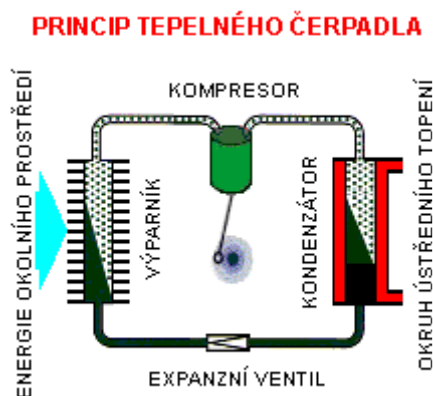
Z výše uvedených údajů vyplývá, že extenzivní zelená střecha je vhodnější při rekonstrukci starých domů, kde nosnost krovů bývá nižší než u novostavby, kde se již od projektu plánuje použití zelené střechy. Intenzivní zelená střecha má však lepší účinek ochlazení budovy a prostředí.

2.2 Tepelné čerpadlo

Dalším prvkem energeticky efektivních domů je tepelné čerpadlo.

2.2.1 Princip tepelného čerpadla

Tepelné čerpadlo technicky odpovídá chladicímu agregátu s výparníkem umístěným u zdroje tepla. Teplo je odebíráno varem a odpařováním teplonosné látky (chladiwa) ze zdroje tepla. Páry teplonosné látky jsou pak převedeny na vyšší tlak do srážníku (kondenzátoru), kde při vyšší teplotní hladině kondenzují (zkapalní) a předají své teplo. Za ideálních podmínek lze považovat tepelné čerpadlo za stroj pracující v obráceném Carnotově cyklu. [1]



Obr 1. Tepelné čerpadlo [1]

2.2.2 Kompresor

Kompresor stlačí chladivo a tím ho zahřeje. Toto chladivo vstupuje do kondenzátoru, a to ve formě horkých plynů. [1]

2.2.3 Kondenzátor

V kondenzátoru se chladivu odebírá teplo (převážně do vody topného systému), za současné změny skupenství z plynného na kapalné. Tím je při dané velikosti výměníku maximalizováno množství odebíraného tepla. [1]

2.2.4 Expanzní ventil

Za kondenzátorem prochází kapalné chladivo přes expanzní ventil. Tak se sníží teplota a tlak chladiva, za ventilem se nachází výparník, do výparníku musí mít chladivo nižší teplotu, než je teplota vnějšího zdroje. [1]

2.2.5 Výparník

Ve výparníku se chladivo ohřívá a získává energii z vnějšího prostředí. Aby byl ohřev účinný, mění se skupenství z kapalného na plynné. [1]

2.2.6 Typy tepelných čerpadel

Určuje se podle vnějšího prostředí výparníku:

- vzduch-voda,
- země-voda,
- voda-voda. [1]

2.3 Solární panely

K energeticky efektivním domům neodmyslitelně patří solární panely.

2.3.1 Křemíkový solární panel

Solární články jsou tvořeny polovodičovými plátky tenčími než 1 mm. Na spodní straně je plošná průchozí elektroda. Horní elektroda má plošné uspořádání tvaru dlouhých prstů zasahujících do plochy. Tak může světlo na plochu svítit. Povrch solárního článku je chráněn skleněnou vrstvou sloužící jako antireflexní vrstva, a tak je zabezpečeno, aby co nejvíce světla vniklo do polovodiče. Antireflexní vrstvy se většinou tvoří napařením oxidu titanu. Tím získá článek svůj tmavomodrý vzhled. Jako polovodičový materiál se používá převážně křemík. Jiné polovodičové materiály, např. arsenid gallitý, sulfid kademnatý, telurid kademnatý, selenidy mědi a india, nebo sulfidy gallia, se zatím zkoušejí. Krycí sklo chrání povrch solárních článků i před vlivy prostředí. Účinnost je 12 až 14 %, při započtení vlivu zeměpisné šířky a celoročních teplot v ČR pak do 10 %. Účinnost klesá při stoupající teplotě asi o 0,4 % na každý stupeň Celsia. [7]

2.3.2 Fotovoltaické fólie

Jiným typem solárních článků jsou takzvané „thin film solar cells“, nebo-li tenkovrstvé solární články, někdy přezdívané fotovoltaické fólie. Fotovoltaické fólie se dají nanášet na poměrně velké plochy pomocí technologie, která je principiálně shodná s inkoustovou tiskárnou. Fotovoltaické fólie se dají tisknout v širokých a dlouhých pásech na ohebné podklady. Polovodičová vrstva je široká asi jen jeden mikrometr. [7]

Technologie tzv. „solárního inkoustu“ vyvíjí od roku 2007 například v australském Victorian Organic Solar Cell Consortium (VICOSC), která se skládá z univerzit Melbourne a Monash a vědecké a průmyslové výzkumné organizace CSIRO. Jedná se o levnou technologii, která ovšem disponuje desetkrát nižší účinností než klasické fotovoltaické panely. Podle slov společnosti by se již brzy měla objevit na komerčním trhu. [7]

2.3.3 Organický solární panel

Ve stádiu výzkumu je technologie výroby sluneční energie za pomoci fotosyntézy, o kterou se pokoušejí izraelští vědci z Telavivské univerzity.^[1] Novou technologií by měly být geneticky zkonstruované bílkoviny, které mají využívat fotosyntézu k výrobě elektrické energie.^[1] Nové články by měly být levnější než současné křemíkové. 1 m² solárního panelu na křemíkové bázi v současné době vyjde na 200 dolarů, zatímco stejná plocha solárního panelu z geneticky zkonstruované bílkoviny (*Protein Structure Initiative, PSI*) vyjde na 1 dolar. Větší má být i účinnost, která se má zvýšit z 12-14 % u křemíkových panelů až na 25 %. Nová technologie je umožněna díky poznatkům z genetického inženýrství a nanotechnologií. [7]

2.3.4 Solární střešní tašky

Solární tašky jsou fotovoltaické moduly, které zachycují sluneční světlo a přeměňují jej na elektřinu. Většina solárních tašek má rozměry 300 mm × 2180 mm a lze je položit přímo na střešní fólii, která se zde umísťuje kvůli kondenzátu, který se na střeše tvoří a mohl by poškodit samotnou funkčnost tašek. Překládají se přes sebe, takže zůstává viditelný pás o rozměrech 130 mm × 2180 mm. Různé modely tašek mají různé montážní požadavky. Některé mohou být položeny přímo na střešní krytinu vedle klasických vypálených tašek, zatímco jiné potřebují speciální instalaci.

Materiál pro výrobu se liší, nejčastěji používaný je od výrobců, jako jsou například CertainTeed a SunTegra. Ve svých taškách Apollo II a SunTegra se používají standardní monokrystalické nebo polykrystalické křemíkové solární články. Někteří výrobci, jako například společnost DOW Chemical Company, používají k přeměně solární energie na elektřinu tenkovrstvé solární technologie, jako je CIGS, které jsou v solárním průmyslu méně běžné než křemíkové články. Instalace těchto tašek je snazší než instalace klasických fotovoltaických panelů, které jsou běžně viditelné na střeších, protože jim stačí řidší umístění krokví a instalují se podobně jako běžné tašky. Solární tašky jsou často na pohled velmi podobné klasickým taškám. Jimi pokryté střechy se proto liší jen velmi málo od klasických střech.

Nevýhoda solárních tašek je prozatím nižší výkon oproti solárním panelům. Tašky dosahují momentálně výjimečně nominálního výkonu lehce přes 200 Wp, zatímco panely přesahují již 300 Wp. Tašky proto čeká nejspíš ještě dlouhý vývoj za vyšší efektivitou. [7]

2.3.5 Watt-peak

Watt-peak (Wp) je míra nominálního výkonu solárního panelu v laboratorních (ideálních) světelných podmínkách. Nejčastěji se používá odvozená jednotka kilowatt-peak (kWp) a také megawatt-peak (MWp) v souvislosti s instalovaným výkonem. Jedná se o výkon fotovoltaické elektrárny při standardních testovacích podmínkách (STC = Standard Test Conditions), které jsou:

- energie dopadá na fotovoltaický panel kolmo a má hodnotu $E = 1 \text{ kW/m}^2$,
- průzračnost atmosféry $A_m = 1,5$,
- teplota článků $T = 25 \text{ °C}$. [7]

3 Vytápění Energeticky efektivních

Provádí se přes tepelné soustavy, které obsahují zdroj a rozvod tepla po domě. Níže uvedené ceny jsou odhadnuty pro běžný rodinný dům.

3.1 Plynový kondenzační kotel s teplovodním potrubím a s radiátory nebo s podlahovým vytápěním

Tento typ vytápění je vhodný na místě, kde se nachází plynová přípojka. Plyn je palivo s nízkými náklady, jeho cena je přibližně 20 tis. Kč/rok. Mezi další výhody patří automatické řízení výkonu, které zajistí konstantní teplotu dle přání uživatele. Pořizovací cena této soustavy je pro rodinný dům okolo 250 tis. Kč a jsou zde zapotřebí časté revize.

3.2 Tepelná čerpadla vzduch/voda s teplovzdušným potrubím a s radiátory nebo s podlahovým vytápěním

Pro dostatečné využití všech vlastností tohoto typu tepelného čerpadla je zapotřebí větších otopných systémů. To je dáno tím, že tepelné čerpadlo má větší účinnost, když zahřívá vodu na menší teploty, takže se musí použít větší radiátory

nebo podlahové vytápění. Počáteční investice je okolo 400 tis. Kč, ale nutno dodat, že na tepelná čerpadla se vztahují dotace. A to jak na pořízení, tak na samotnou elektřinu v celém objektu. Provozní náklady pak činí okolo 15 tis. Kč/rok. Nevýhoda je, že tepelné čerpadlo je hlučné, doporučuje se usadit venkovní část dál od obytných objektů.

3.3 Rekuperační jednotka s teplovzdušným potrubím a vzduchotechnické výústky

Rekuperační jednotka zajišťuje výměnu vzduchu a odvod zbytkového tepla z objektu pro jeho další využití.

Tepelné čerpadlo s rekuperací. V domě zajišťuje větrání, chlazení, vytápění a ohřev vody odpadním teplem. Rekuperační část obvykle obsahuje aktivní i pasivní rekuperační jednotku a zajišťuje řízené větrání, chlazení a ohřev vody odpadním teplem. Při chlazení je veškeré teplo obsažené v odpadním vzduchu použito pro ohřev teplé vody. Ovládání je prováděno pomocí regulačního systému.

Pasivní rekuperace a tepelné čerpadlo vzduch-vzduch. Systém rekuperace pomáhá rychlejší distribuci tepla a chladu po domě. Tento systém, lze využít nejen v extrémech venkovních teplot, ale klimatizace lze použít pro vytápění v přechodném období, kdy není vhodné zapínat primární zdroj tepla, jako je podlahové vytápění nebo radiátory. Tento systém umožňuje ohřátí i ochladit interiér ve velmi krátkém čase. Nutností je několika vnitřních jednotek, obvykle se doporučuje minimálně jeden split 3-5 kW na každé podlaží. Rozvody klimatizace by měly kalkulovat s pozicí vnitřních klima jednotek, aby nasávaný vzduch neměl příliš nízkou teplotu a nedocházelo ke kondenzaci.

Pasivní rekuperace a vodní výměník tepla. Vodní výměník je osazen za rekuperační jednotkou na potrubí přívodního vzduchu (před rozdělovačem). Výměník je napojen na zdroj tepla/chladu otopné soustavy (pro chlazení lze využít pouze pokud je nainstalované tepelné čerpadlo s možností reverzního chodu). U tohoto řešení je nutné zajistit regulaci teploty vody tak, aby teplota vzduchu nebyla příliš nízká nebo vysoká a opět nehrozila kondenzace vodní páry

v potrubí/na potrubí nebo poškození plastového. Rekuperační jednotky s lepšími možnostmi regulace dokáží ovládat směšovací uzel apod. Obvykle ovšem postačí tradiční ventil/hlavice s dostatečným rozsahem teplot. Jako výměník lze použít chladič.

Aktivní rekuperační jednotky s venkovní jednotkou. Jsou to jednotky obvykle s možností cirkulace vnitřního vzduchu, které mají integrovaný výměník a lze je napojit na zdroj tepla/chlady (venkovní kondenzační jednotka), s kterým napřímo komunikují. Jednotky mají obvykle pět hrdel. Páté hrdlo slouží obvykle pro odvod tzv. cirkulačního vzduchu. Nutno podotknout, že se jedná o poměrně drahý systém s malým množstvím přenášeného množství kW tepla/chlady, ale je kompletně regulovatelný, takže vše lze ovládat z jednoho ovladače.

Aktivní rekuperační jednotky bez venkovní jednotky. Tento typ nelze považovat za rekuperační. Využívají sice odpadního tepla, ale pro jeho využití používají celoročně poměrně velké množství energie na chod tepelného čerpadla. Nemají totiž rekuperační výměník (rekuperátor). Systém obvykle není dostačující pro kvalitní chlazení ani vytápění je drahý a má vysokou spotřebu. [4]

3.4 Elektrické podlahové vytápění

Tento typ vytápění je vhodný pro malé domy s podlahovou plochou do 150 m². Mezi hlavní výhody patří úspora místa, topné kabely se instalují přímo do podlahy. Topení lze regulovat regulátorem umístěným na stěně nebo mobilním telefonem. Nevýhodou je, že se nejedná o ekologický zdroj energie, takže na tento typ vytápění nelze aplikovat zlevněný tarif. Pro odstranění této nevýhody se musí elektrické podlahové vytápění kombinovat s ekologickým zdrojem, jako je krb nebo větrání s rekuperací. Počáteční investice se pohybuje okolo 120 tis. Kč a provozní náklady 26 tis. Kč/rok.

3.5 Elektrokotel s podlahovým vytápěním

Jedná se o stejný systém vytápění, jako u tepelného čerpadla s rozdílným zdrojem energie. Je zde snadná výměna za tepelné čerpadlo. Pořizovací náklady jsou 220 tis. Kč a provozní okolo 27 tis. Kč/rok. I zde je možnost využití levnějšího

tarifu při odběru elektrické energie pro celý objekt

3.6 Elektrické přímotopy

Jedná se o nejvýhodnější vytápění z pohledu počáteční investice. Ta se pohybuje v jednotkách tisíců. Tento typ vytápění se doporučuje pouze jako doplňkové topení, a to i v případě pasivních domů. Toto doporučení je z důvodu provozních nákladů, které mohou dosahovat až 30 tis. Kč/rok.

4 Příklady pasivních a nízkoenergetických domů

V rámci bakalářské práce a zájmu o obor jsem navštívil dvě oblasti, ve kterých se nachází pasivní a nízkoenergetické domy.

4.1 Pasivní domy Zlonín

V části vesnice investor vybudoval mikrorajón vytvořený z pasivních domů a nízkoenergetických domů. Cena jednoho domu se pohybuje od 11 do 13 mil. Kč. Bylo zde vyprojektováno okolo stovky řadových rodinných sídel. Každý dům je vybavený dvanácti solárními panely a tepelným čerpadlem s rekuperací. Obytná plocha se pohybuje okolo 120 m².



Obr 2. Část obce Zlonín

Navázal jsem kontakt s řemeslníky, kteří stavěli tyto domy a výstavba probíhá tak, že mezi dvě sádrokartonové desky se vloží izolační vata široká 20 cm. Na tyto desky se z venku nalepí izolační cihly a nainstalují se okna, která se nedají otevřít a k tomu speciální okna používaná při výskytu požáru.



Obr 3. Záběr jednoho z domů

Následně jsem vedl rozhovor s místními obyvateli. Průměrné náklady na vytápění, které zde platí za rok, jsou okolo 14 tis. Kč. Jeden z majitelů domu mi řekl, že platí pouze 11 tis. Kč/rok, ale to je dáno jeho chováním ohledně šetření energií. Energeticky náročné spotřebiče, jako myčku, pračku a sušičku, uvádí do provozu převážně za svitu slunce, kdy fotovoltaické panely mají nejvyšší výkon.



Obr 4. Druhá část obce Zlonín

4.2 Nízkoenergetický dům Drahoňův újezd

Jedná se o ojedinělou stavbu na vesnici nedaleko města Zbiroh. Tento nízkoenergetický dům má obytnou plochou 180 m², je s rekuperací vzduchu a zelenou střechou. Rodinné sídlo má vyprojektována okna jako trojskla, která jsou k ohledu na solární zisky umístěna převážně na jižní stranu. Dům je projektován tak, že byl udělen certifikát Blower-door test, který zaručuje, že je dům nízkoenergetický. V době projektování tohoto domu bylo ještě obtížné získat na zelenou střechu povolení od stavebního úřadu. Dnes by již výstavba zelených střech měla být podporována. V současné době dle energetické náročnosti tento typ domu splňuje podmínky vyšší či nejvyšší hranice energetické náročnosti. Velice krásně splyne s okolním prostředím, taková sídla jsou v současné době velice žádána a tento typ domů se čím dál tím víc objevuje. Majitel uvažuje o doplnění fotovoltaických panelů do s příkonem 15 kWp. Tyto panely by umístil na přilehlý objekt, kde nemohla být použita zelná střecha. Majitel nedostal patřičná povolení.



Obr 5. Náhled na nízkoenergetický dům

4.2.1 Popis částí domu

Praktické využití popsaných prvků (viz kap. 2).

4.2.1.1 Zelená střecha

Jedná se o extenzivní zelenou střechu, na kterou majitel nechal dát vrstvu substrátu ze sopečných kamenů širokou 15 až 20 cm. Tento substrát lépe drží vodu, proto i za horkých letních dnů není potřeba střechu zalévat. Dům je umístěn ve svahu, takže střecha rovnoměrně navazuje na zahradu. Pořizovací investice této střechy byla 500 tis. Kč, což je dražší než klasická střecha z tašek zhruba o 150 tis. Kč. Na této střeše jsou umístěny panely na ohřev vody a sání vzduchu od tepelného čerpadla.



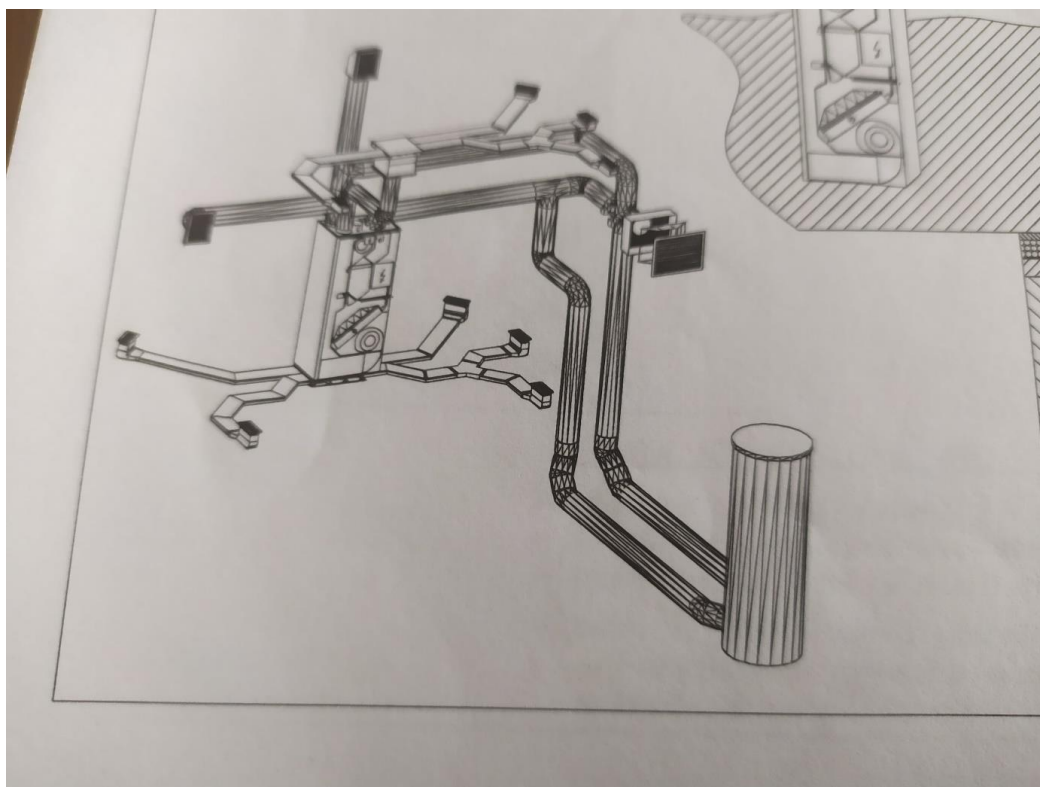
Obr 6. Extenzivní zelená střecha



Obr 7. Napojení střechy na zahradu

4.2.1.2 Rekuperace vzduchu

Skládá se ze dvou potrubí, která nasávají vzduch. Jedno sání je umístěno na střeše a druhé 25 m od rekuperační jednotky. Potrubí na střeše nasává vzduch, když je venkovní teplota 5 až 26 °C. Druhé potrubí je v provozu za opačných podmínek. Když je venkovní teplota nižší než 5 °C, tak se vzduch ohřívá o okolí potrubí, kde je konstantní teplota, před vstupem do rekuperační jednotky. Když je teplota okolí vyšší než 26 °C, tak se vzduch ochlazuje. Všechn vzduch vstupuje do 900 l velké nádoby ohřáté vody, kde se vzduch předeřeje na požadovanou teplotu a vypustí se vžene do obytných prostor. Na stropěch jsou pak sání, která zbytkové a odpadní teplo odvádí pro ohřátí nádoby s vodou a předeřeje vzduchu. V nádobě jsou dle projektu umístěny tři topné spirály, které se automaticky zapínají v případě potřeby. Teplá voda z nádrže se používá jako užitková voda. Co se týče ekonomické bilance, pořizovací náklady jsou 480 tis. Kč. Provozní náklady jsou velmi nízké, a to okolo 17 tis. Kč/rok.



Obr 8. Plán rekuperace vzduchu

5 Klady a zápory nízkoenergetických a pasivních domů

5.1 Klady

Úspora energie – hlavní výhodou je především úspora energie potřebné pro vytápění rodinného sídla.

Snížené ceny energií – další výhodou je nepochybně snížení ceny elektrické energie, to je pouze v případě, kdy je objekt alespoň částečně vytápěn elektrickou energií. To bývá u energeticky výhodných domů velmi často.

Vzhled – tento typ domů bývá velmi vzhledově atraktivní, ať už se jedná o objekt se zelenou střechou nebo o objekt s futuristickým vzhledem.

Dotace – dnešní době jsou na tyto domy a jejich příslušenství poměrně vysoké dotace od státu a EU.

5.2 Zápory

Pořizovací náklady – i když je provoz levnější, tak pořizovací náklady jsou vyšší než u normálního sídla.

Povolení pro stavbu – dle dostupných informací v některých okresech bývá složitější získat povolení pro stavbu tohoto typu domů. Což je nepochopitelné už jen z důvodu, že od roku 2035 podle novely energetického zákona nebude možné získat povolení na stavbu klasického rodinného sídla.

6 Ekonomická bilance

Ekonomickou bilanci jsem prováděl na základě nabídkových materiálů a přímým dotazováním zástupců společností, které se zabývají stavbou těchto domů.

Tab. 1 Ekonomická bilance klasického sídla

| Klasické sídlo | | |
|--|-----------|----|
| Materiál | 2 000 000 | Kč |
| Práce | 500 000 | Kč |
| Počáteční náklady na tepelnou soustavu | 200 000 | Kč |
| Roční náklady na vytápění | 50 000 | Kč |
| Střecha | 300 000 | Kč |
| Elektro materiál | 80 000 | Kč |
| Celkové náklady | 3 080 000 | Kč |

Tab. 2 Ekonomická bilance nízkoenergetického sídla

| Nízkoenergetické sídlo | | |
|--|-----------|----|
| Materiál | 3 000 000 | Kč |
| Práce | 1 500 000 | Kč |
| Počáteční náklady na tepelnou soustavu | 800 000 | Kč |
| Roční náklady na vytápění | 20 000 | Kč |
| Střecha | 600 000 | Kč |
| Elektro materiál | 96 000 | Kč |
| Celkové náklady | 6 096 000 | Kč |

Tab. 3 Ekonomická bilance pasivního sídla

| Pasivní sídlo | | |
|--|------------|----|
| Materiál | 6 000 000 | Kč |
| Práce | 3 000 000 | Kč |
| Počáteční náklady na tepelnou soustavu | 1 200 000 | Kč |
| Roční náklady na vytápění | 5 000 | Kč |
| Střecha | 1 800 000 | Kč |
| Elektro materiál | 144 000 | Kč |
| Celkové náklady | 12 144 000 | Kč |

Z uvedených údajů vyplývá, že výstavba pasivního domu bývá až tři krát vyšší, než jsou náklady na stavbu klasické novostavby. Roční náklady u pasivního sídla bývají menší, než je v Tab. 3 uvedeno, tato hodnota je nejvyšší, co projektanti udávali.

7 Popis elektroinstalace v rodinném domě

Do následujícího odstavce jsem zahrnul jak teoretické informace, tak vlastní zkušenost z rekonstrukce domu.

7.1 Připojení objektu a měření odběru

Napájení rodinného domu, který se nachází na vesnici, je provedeno z distribuční sítě NN z transformátoru, který je vzdálený 500 m a je připojený po pomoci kabelu AYKY 4Jx150 mm², který je umístěn na betonovém sloupu ve vzduchu a vede do přípojkové skříň (PS). Tato přípojková skříň je zabudována včetně rozváděče, elektroměru (ER) a hromadného dálkového ovládání (HDO) do zděného sloupku, který je na hraně oplocení pozemku. Předělání elektroměru bylo nutné pro dodržení normy ČSN EN 61439-3, která zaručuje přístupnost k elektroměru z veřejného prostranství. To před rekonstrukcí nebylo možné, protože byl elektroměr umístěn na obvodové zdi domu uvnitř pozemku. V části před elektroměrem je instalován hlavní jistič, jehož proudová hodnota je 40 A s vypínací charakteristikou typu B. Část před HDO přijímačem je osazena jednofázovým jističem s proudovou hodnotou 6 A, která by měla být postačující pro jištění HDO a disponuje vypínací charakteristikou typu B. Hlavní jištění objektu představují výkonové pojistky 3x63 A, jejich proudová hodnota je o dva řády vyšší než u hlavního jističe z důvodu selektivity. Domovní rozvaděč (RD) je instalován na chodbě rodinného domu a je propojen s elektroměrovým rozvaděčem (ER) pomocí kabelu CYKY 4Jx6 mm², který je uložen v chrániče z PVC, průměr 40 mm v zemi v hloubce 60 cm. Stejnou cestou je taženo vedení, určené k ovládání HDO, jímž bude kabel CYKY 3Jx1,5 mm². Kabely jsou tímto způsobem ukládány v souladu s normou ČSN IEC 33 2000-5-52 edice 2. [6]

7.2 Ochrana před nebezpečným dotykem

Provedení ochrany před elektrickým proudem je řešeno automatickým odpojením od zdroje v síti TN, přičemž doplňková ochrana je provedena proudovým chráničem 30 mA. Uvedené způsoby řešení ochrany jsou v souladu s normou ČSN IEC 33 2000-4-41 edice 3. Ochrana proti blesku a přepětí je realizována pomocí svodiče bleskových proudů a přepětí, a to dle normy ČSN EN 62 305-1 až 4 edice 2. [6]

7.3 Světelné rozvody

Světelné rozvody jsou vedeny pomocí kabelů CYKY 3Jx1,5 mm², CYKY 3Ox1,5 mm² a CYKY 4Ox1,5 mm² umístěné pod omítkou, v drážce a v sádkartonových stropech. Provedení všech světelných zdrojů, které jsou osazeny ve stěnách nebo sádkartonových stropech, je navrženo již od výrobce daných svítidel. Stropní světelné vývody jsou osazeny pomocí pevných svítidlových svorek a závěsnými háky, pro jednoduchost jsou umístěny vega svorkách. V prostorech s vanou, sprchou či umývacích prostorech musí být pro umístění svítidel respektována norma ČSN IEC 33 2000-7-701 edice 2. a také by měli mít patřičnou ochranu z hlediska krytí IP XX. Při instalaci venkovního osvětlení musí být splněno požadované krytí IP 44 pro dané prostředí, to je stanoveno normou ČSN IEC 33 2000-1 edice 2. Rozvody pro osvětlení jsou provedeny kabely CYKY 3Jx1,5 mm². Vypínače a přepínače jsou instalovány do společných či samostatných rámečků, což záviselo na požadavcích a náročnosti osvětlení místnosti. Vypínače jsou instalovány do výšky 120 cm od země a na straně kliky dveří. [6]

Tab. 4 Ochrana IP

| Ochrana proti vniknutí | | | | | |
|------------------------|---------------|---|-----------------------|---------------|---|
| Pevných těles | číslo (0-6) x | | Vody | x číslo (0-8) | |
| Nechráněno | 0 | x | Nechráněno | x | 0 |
| Nad 50 mm | 1 | x | Svisle kapající | x | 1 |
| Nad 12,5 mm | 2 | x | Ve sklonu 15° | x | 2 |
| Nad 2,5 mm | 3 | x | Kropení, déšť | x | 3 |
| Nad 1 mm | 4 | x | Stříkající | x | 4 |
| Ochrana proti prachu | 5 | x | Tryskající | x | 5 |
| Prachotěsné | 6 | x | Intenzivně tryskající | x | 6 |
| | | | Dočasně ponořené | x | 7 |
| | | | Trvale ponořené | x | 8 |

7.4 Svítidla

Interiérové osvětlení je provedeno nejčastěji pomocí nástěnných a stropních světel, ale bude také použito diodové osvětlení nad kuchyňskou linkou. Dále jsou

zde stojanové lampy, které zajišťují dodatečné osvětlení. Venkovní osvětlení je realizováno i za pomoci světel s pohybovým čidlem. [6]

7.5 Zásuvkové rozvody

Pro případné změny rozvodů v objektu je dle normy doporučen minimální počet zásuvkových obvodů. Norma též stanovuje, že může být jeden zásuvkový obvod osazen maximálně deseti zásuvkami. Všechny zásuvky v objektu jsou vybaveny proudovým chráničem 30 mA. Zásuvky jsou osazeny ve výšce minimálně 20 cm od země. V kuchyni a v prostorech, kde se nachází vana, sprcha či v umývacích prostorech jsou zásuvky osazeny ve výšce 120 cm od země. Zásuvkové rozvody budou vedeny pod omítkou a jsou realizovány pomocí kabelů CYKY 3Jx2,5 mm². [6]

7.6 Instalace kuchyňské linky

Elektroinstalace v oblasti kuchyňské linky je realizována podle návrhu výrobce kuchyňské linky. Součástí kuchyňské linky bude indukční deska, která je chráněna vlastním jističem, dále je zde vyvedena zásuvka pro elektrickou troubu. Digestoř je připojena k zásuvkovému okruhu, který je pro kuchyň jištěn zvlášť. [6]

7.7 Slaboproudé rozvody

V objektu jsou použity i slaboproudé rozvody. Televizní anténa a rádio budou provedeny pomocí koaxiálního kabelu s impedancí 50 ohmů, který je veden od stožáru do rozvodné krabice pro tento typ kabelu. [6]

7.8 Ochrana objektu proti blesku

7.8.1 Hromosvod

Navrhovaný objekt splňuje provedení hromosvodu dle normy ČSN EN 62305-1 až 5 edice 2. Hromosvod byl navržen podle metody valící se koule. Součástí soustavy proti ochrany před atmosférickým přepětí jsem naprojektoval šest jímačů se čtyřmi svody bleskových proudů. Vedení jímačů a svodů je tvořeno v nadzemní části vodičem FeZn o průměru 8 mm. Dále vedení od zkušebních svorek k základovému zemniči FeZn 4x30 je provedeno pomocí drátu FeZn o průměru 10 mm. [6]

7.8.2 Uzemnění

Uzemnění objektu proti bleskovým proudům je zabezpečeno základovým zemničtem FeZn 4x30 mm, jež je uložen v základní betonové konstrukci po celém obvodu objektu a propojen se soustavou hromosvodu. Maximální hodnota zemního odporu jednoho svodu dle ČSN 62 305-1 až 5 edice 2 musí být do 10 Ω včetně. Při tvorbě uzemnění je nutné respektovat znění normy ČSN IEC 33 2000-5-54 edice 3 a při volbě materiálu je potřeba zohlednit životnost celého objektu. [6]

7.9 Doplnkové zdroje energie

Velmi často se pro snížení vlastní spotřeby energie používají doplnkové zdroje energie. Nejčastější a dnes nejspíše jedinou možností vlastního zdroje elektrické energie pro vlastní potřeby rodinných sídel jsou solární panely (viz odst. 2.3). Tento zdroj elektrické energie je dnes velmi dostupným řešením. Lze předpokládat rozvoj těchto lokálních zdrojů vzhledem k v budoucnu rozšiřující se decentralizované výrobě elektrické energie. Vyrobenu elektrickou energii, v případě umístění na rodinné sídlo, je možné využít pro vlastní potřebu, nebo, v případě menší vlastní spotřeby než vyrobené elektrické energie, je možné dodávat přebytek energie do distribuční sítě. Lze předpokládat rozvoj tzv. ostrovních režimů, kdy je elektrická energie ukládána do baterií a je využita později. V prvním případě je možné rodinné sídlo připojit k distribuční síti, ze které je elektrická energie odebírána jen v případě jejího nedostatku. Druhý případ je naprostá nezávislost objektu na distribuční síti. V tomto případě musí vyhovovat zdroj z hlediska dimenzování a akumulací prvky elektrické energie. Tohoto režimu může být využíváno hlavně v rekreačních objektech vzdálených od distribuční sítě.

Výhod využívání vlastního zdroje v podobě solárních panelů je samozřejmě mnoho. Je ale nutné se zaměřit i na možné nevýhody a případná rizika. Jednou z možných nevýhod těchto článků či panelů může být jejich účinnost. Jak již bylo uvedeno v odst. 2.3, pohybuje se dnes okolo 15-20 %, ale samozřejmě záleží na typu článku. Účinnost se stárnutím článků postupně klesá. Jedním z rizik může být problematika hašení případného požáru rodinného sídla. Objekt se solárními panely umístěnými na střeše je nutné vybavit zařízením, kterým lze zdroj elektrické energie odpojit bez nutnosti vstupu do objektu. Hašení vodou takovýchto objektů je

problematické a hasiči mají pro hašení takovýchto objektů speciální předepsané postupy. Tyto postupy mohou ale případný zásah časově zdržet a tím mohou vzniknout větší materiální škody. [6]

8 Návrh přípojky pomocí programu SICHER

Návrh elektrické přípojky jsem provedl pro stejný objekt jako pro návrh elektroinstalace.

8.1 Program SICHER

Program SICHER je volně dostupný program pro studenty od společnosti OEZ s.r.o. V tomto programu lze navrhovat přípojky pro sítě TN-C, TN-S a IT, a to pro všechny hodnoty napětí. Vše se navrhuje bez vedení středního vodiče. Na konci projektu jsem určil proud pro jedno fázový vývod 26,74 A a pro tři fázový vývod jsem určil 12,3 A. Provedl jsem odhad výkonů, ze kterých jsem vypočetl potřebný proud.

Tab. 5 Odhad výkonu rodinného sídla

| Odhad Příkonu | Pp[W] |
|--------------------|-------|
| Indukční deska | 5000 |
| Elektrická trouba | 3000 |
| Automatická pračka | 1800 |
| Myčka | 1700 |
| Osvětlení | 1400 |
| Lednice a mrazák | 400 |
| Počítače | 300 |
| Ostatní spotřebiče | 4000 |
| | 17600 |

| Dílna | Pp[W] |
|--------------------|-------|
| Míchačka | 1100 |
| Osvětlení | 500 |
| Štípačka | 5000 |
| Elektrická sekačka | 1500 |
| | 8100 |

| | |
|----------------|-------|
| Celkový příkon | 25700 |
|----------------|-------|

V programu je databáze jisticích i spínacích prvků od firmy OEZ, dále jsou zde proudové chrániče a chrániče přepětí. V databázi jsou i používané transformátory a všechny používané druhy kabelů dle norem. V programu SICHER je možné exportovat všechny výpočty a soupisy materiálu do tabulky nebo do textového dokumentu.

8.1.1 Celkový obvod přípojky



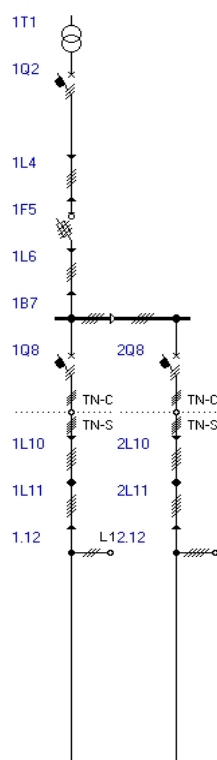
Projekt : BP_Rychlík

Celkové schéma

Datum : 06.05.2021

Soubor : Rodinný_projek

Síť TN, Un = 230 / 400 V



Obr 11. Celkové schéma v programu SICHER

8.1.2 Přehled materiálu

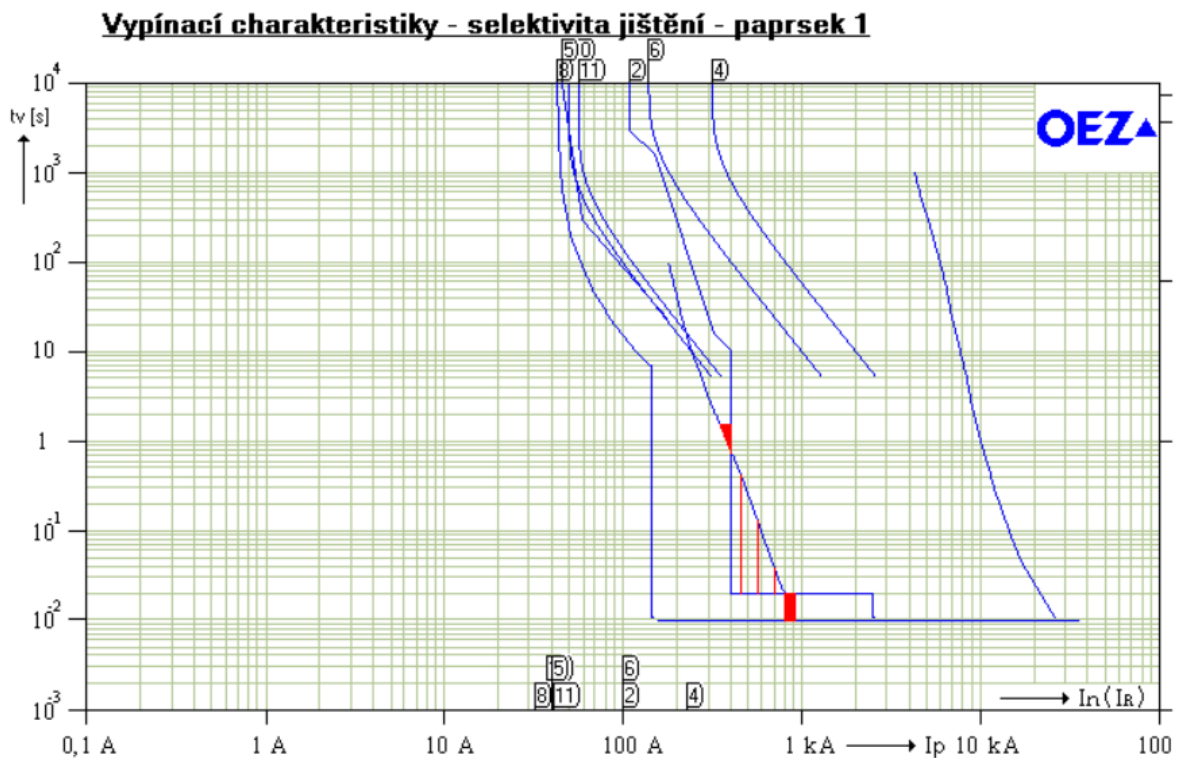
Tab. 6 Přehled materiálu

| OEZ | Všeobecné informace a soupiska materiálu | | |
|----------|---|----------|----|
| Sichr | | | |
| | Projekt: BP_Rychlík | | |
| | Autor: Rychlík Zdeněk | | |
| | | | |
| | Síť TN, jmenovité napětí AC 230 / 400 V. | | |
| | K výpočtu byly použity následující normy: | | |
| | ČSN INC 33 2000-4-41 edice 3, PNE 33 0000-1 edice 6, ČSN INC 33 2000-4-43 edice 2 a ČSN IEC 33 2000-5-52 edice 2. | | |
| | K zobrazení vypínacích charakteristik byly použity údaje výrobce | | |
| | Charakteristiky jsou vedeny v 75 % proudového rozptylového pásma | | |
| | Pro výpočty zkratů byla použita ČSN EN 60909-0 | | |
| | Veškeré přístroje jsou uvedeny pouze v základním provedení | | |
| | Doplňkové příslušenství naleznete v katalogu nebo v příručce OEZ | | |
| | Přístroje označené * nemají úplné typové označení a je nutné je vyhledat v katalogu nebo v příručce OEZ | | |
| | | | |
| Označení | Typ | Množství | |
| 1F0 | PM45 31,5A | 3 | ks |
| 1T1 | Vlastní TE675 22/0,4, In = 909 A, Sr = 630 kVA | 1 | ks |
| 1Q2 | BD250NE305 | 1 | ks |
| | SE-BD-0250-DTV3 | 1 | ks |
| 1L4 | 1-AYKY 3x25+16 | 450 | m |
| 1F5 | FH000-3... | 1 | ks |
| | PNA000 40A aM | 3 | ks |
| 1L6 | 1-CYKY4x25 | 10 | m |
| 1Q8 | LTE-32B-3 | 1 | ks |
| 1L10 | CYKY 5x6 | 20 | m |
| 1L11 | CYKY 5x6 | 5 | m |
| 2Q8 | LTE-25B-3 | 1 | ks |
| 2L10 | CYKY 5x6 | 20 | m |
| 2L11 | CYKY 5x6 | 5 | m |

8.1.3 Selektivita

| Projekt : BP_Rychlík | | Datum : 06.05.2021 | |
|----------------------|---|---------------------------------------|--|
| Selektivita jištění | | Soubor : Rodinný_projek | |
| | | Síť TN, Un = 230 / 400 V | |
| | Přístroj | Poznámka | |
| 1F0 | | | |
| 1T1 | Vlastní TE675 22/0.40 In = 909 A Sr = 630 kVA Ik'' = 14.8 kA U2 = 231/400 V dU = 0.1 % uk = 6 % ip = 39.9 kA | VN pojistky PM45, 22/25kV, 31,5A | |
| 1Q2 | BD250N-DTV3 In = 250 A Ir = 100 A Icu = 36 kA ⚡ 1F0-1Q2 zaručena úplná selektivita | Ir = 100 A, restart = T(t), li = 4xlr | |
| 1L4 | 3III-AYKY 3x25+16 Iz = 229 A tm = 42 ° C Ik'' = 3.52 kA dU = 1.4 % I ² t < k ² S ² ip = 5.08 kA | 150 m ve vzduchu (E) | |
| 1F5 | PNA000aM In = 40 A Icc = 120 kA ⚡ 1Q2-1F5 selektivní minimálně do 300 A < Ik'' = 3.52 kA | Připojeno pomocí FH000 | |
| 1L6 | 1-CYKY4x25 Iz = 101 A tm = 107 ° C (Ik'' = 3.16 kA) dU = 0.2 % I ² t < k ² S ² io = 2.25 kA | 10 m ve vzduchu (E) | |
| 1B7 | Sběrnice B = 1 U = 394 V (Un · 1.6%) io = 2.25 kA | (Ik'' = 3.16 kA, ip = 4.56 kA) | |
| 1Q8 | LTE-32B In = 32 A Icn = 6 kA li = 144 A ⚡ 1F5-1Q8 selektivní minimálně do 805 A < Ik'' = 3.16 kA | | |
| | TN-C TN-S | | |
| 1L10 | CYKY 5x6 Iz = 38 A tm = 93 ° C (Ik'' = 1.72 kA) dU = 1.2 % I ² t < k ² S ² io = 1.91 kA | 20 m v zemi (D) | |
| 1L11 | CYKY 5x6 Iz = 41 A tm = 78 ° C (Ik'' = 1.55 kA) dU = 0.3 % I ² t < k ² S ² io = 1.85 kA | 5 m na stěně (C) | |
| 1.12 | Vývod I = 27 A x B = 21 A cos φ = 0.95 Ik'' = 1.17 kA I = 20.6 A U = 224 V (Un · 3.1%) B = 0.77 ip1 = 1.69 kA | | |

Obr 12. Selektivita jištění

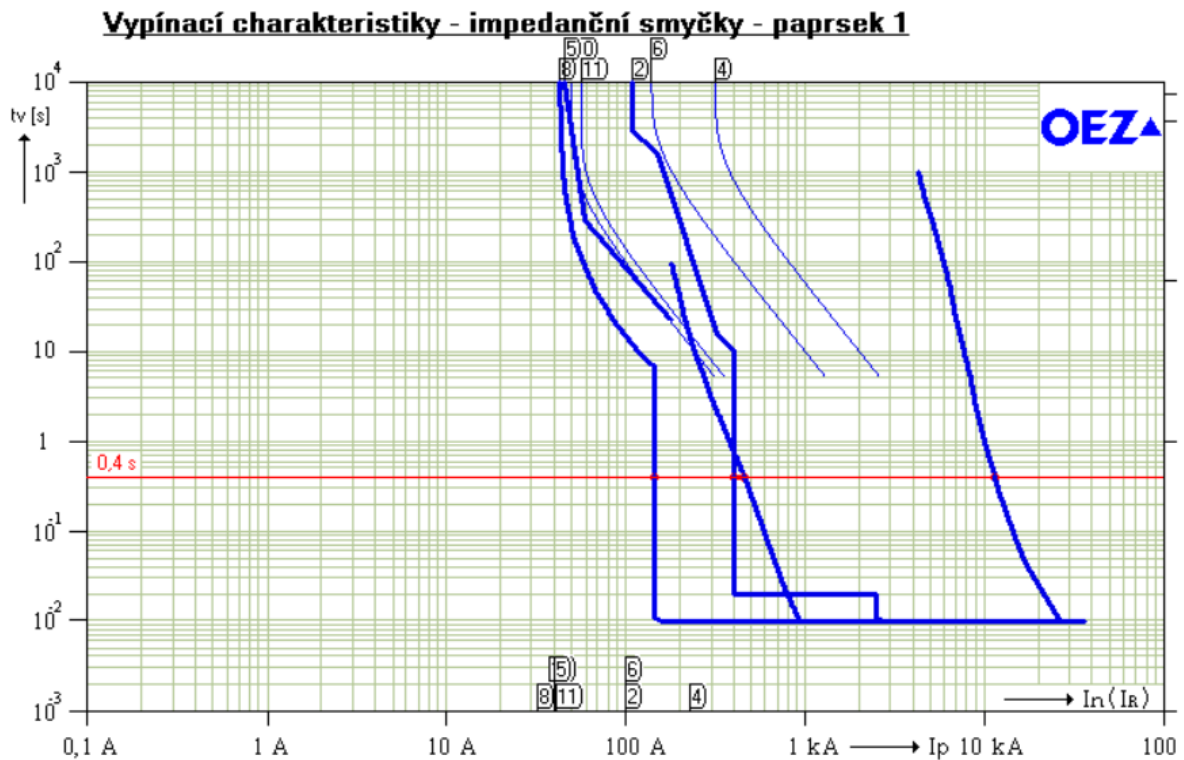


Obr 13. Charakteristika selektivity jištění

8.1.4 Impedance

| Projekt : BP_Rychlík | | Datum : 06.05.2021 | |
|----------------------|---|--|--|
| Impedanční smyčky | | Soubor : Rodinný_projek | |
| | | Síť TN, Un = 230 / 400 V | |
| Přístroj | | Poznámka | |
| 1F0 | | | |
| 1T1 | Vlastní TE675 22/0.40 In = 909 A Sr = 630 kVA Ik'' = 14.8 kA Zs(0,4s) = 18 mΩhm, Ia = 12.53 kA, R(50V/5s) = 5 mΩhm | VN pojistky PM45, 22/25kV, 31,5A | |
| 1Q2 | BD250N-DTV3 In = 250 A Ir = 100 A Icu = 36 kA Zs(0,4s) = 523 mΩhm, Ia = 442 A, R(50V/5s) = 113 mΩhm | Ir = 100 A, restart = T(t), li = 4xlr | |
| 1L4 | 3I11-AYKY 3x25+16 lz = 229 A tm = 42 °C Ik'' = 3.52 kA 150 m, (E) dU = 1.4 % I ² t < k ² S ² ip = 5.08 kA | D.K. Zsv < Zs(0,4s) (171 mΩhm < 523 mΩhm, 2/3 Zs = 349 mΩhm) | |
| 1F5 | PNA000aM In = 40 A Icc = 120 kA Zs(0,4s) = 459 mΩhm, Ia = 503 A, R(50V/5s) = 164 mΩhm | Připojeno pomocí FH000 | |
| 1L6 | 1-CYKY4x25 lz = 101 A tm = 107 °C (Ik'' = 3.16 kA) 10 m, (E) dU = 0.2 % I ² t < k ² S ² io = 2.25 kA | D.K. Zsv < Zs(0,4s) (187 mΩhm < 523 mΩhm, 2/3 Zs = 349 mΩhm) | |
| 1B7 | Sběrnice B = 1 U = 394 V (Un · 1.6%) io = 2.25 kA | Ochrana automatickým odpojením od zdroje zde není požadována | |
| 1Q8 | LTE-32B In = 32 A Icn = 6 kA Zs(0,4s) = 1.43 Ωhm, Ia = 161 A, R(50V/5s) = 310 mΩhm | li = 144 A | |
| | TN-C TN-S | | |
| 1L10 | CYKY 5x6 lz = 38 A tm = 93 °C (Ik'' = 1.72 kA) 20 m, (D) dU = 1.2 % I ² t < k ² S ² io = 1.91 kA | D.K. Zsv < Zs(0,4s) (329 mΩhm < 1.43 Ωhm, 2/3 Zs = 953 mΩhm) | |
| 1L11 | CYKY 5x6 lz = 41 A tm = 78 °C (Ik'' = 1.55 kA) 5 m, (C) dU = 0.3 % I ² t < k ² S ² io = 1.85 kA | D.K. Zsv < Zs(0,4s) (364 mΩhm < 1.43 Ωhm, 2/3 Zs = 953 mΩhm) | |
| 1.12 | Vývod I = 27 AxB=21 A cos φi = 0.95Ik1'' = 1.17 kA I = 20.6 A U = 224 V (Un · 3.1%) B = 0.77ip1 = 1.69 kA | D.K. Zsv < Zs(0,4s) (364 mΩhm < 1.43 Ωhm, 2/3 Zs = 953 mΩhm) | |

Obr 14. Impedanční smyčky

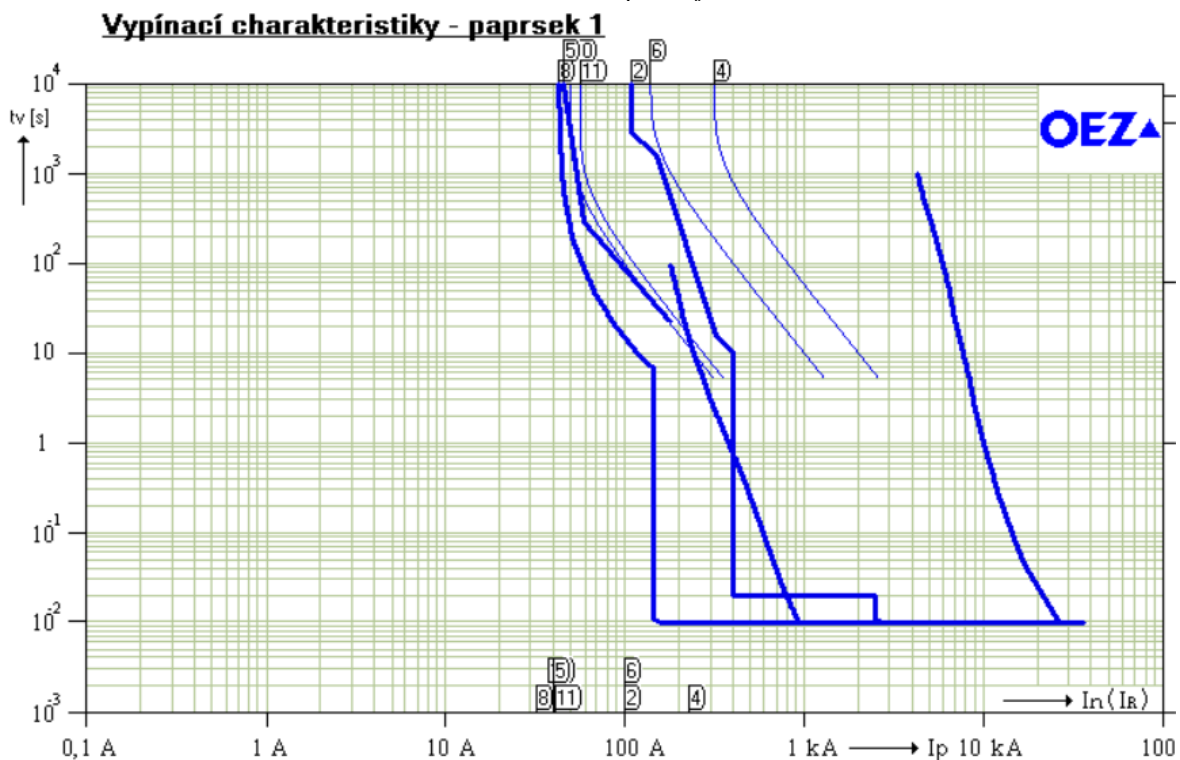


Obr 15. Charakteristika impedanční smyčky

8.1.5 Vypínací charakteristiky a nastavení jističů

| Projekt : BP_Rychlík | | Datum : 06.05.2021 | |
|--|--|--|--|
| Vypínací charakteristiky a nastavení spouští | | | |
| Přístroj | Poznámka | | |
| 1F0 | VN pojistky PM45, 22/25kV, 31,5A | | |
| 1T1 | Vlastní TE675 22/0.40 In = 909 A Sr = 630 kVA Ik'' = 14.8 kA | U2 = 231/400 V dU = 0.1 % uk = 6 % ip = 39.9 kA | |
| 1Q2 | BD250N-DTV3 In = 250 A Ir = 100 A Icu = 36 kA | Ir = 100 A, restart = T(t), li = 4xlr io = 16.0 kA | |
| 1L4 | 3II1-AYKY 3x25+16 Iz = 229 A tm = 42 °C Ik'' = 3.52 kA | 150 m ve vzduchu (E) dU = 1.4 % I ² t < k ² S ² ip = 5.08 kA | |
| 1F5 | PNA000aM In = 40 A | Icc = 120 kA Připojeno pomocí FH000 io = 2.32 kA | |
| 1L6 | 1-CYKY4x25 Iz = 101 A tm = 107 °C (Ik'' = 3.16 kA) | 10 m ve vzduchu (E) dU = 0.2 % I ² t < k ² S ² io = 2.25 kA | |
| 1B7 | Sběrnice B = 1 | (Ik'' = 3.16 kA, ip = 4.56 kA) io = 2.25 kA | |
| 1Q8 | LTE-32B In = 32 A | Icn = 6 kA li = 144 A io = 2.25 kA | |
| | TN-C | | |
| | TN-S | | |
| 1L10 | CYKY 5x6 Iz = 38 A tm = 93 °C (Ik'' = 1.72 kA) | 20 m v zemi (D) dU = 1.2 % I ² t < k ² S ² io = 1.91 kA | |
| 1L11 | CYKY 5x6 Iz = 41 A tm = 78 °C (Ik'' = 1.55 kA) | 5 m na stěně (C) dU = 0.3 % I ² t < k ² S ² io = 1.85 kA | |
| 1.12 | L1 Vývod I = 27 AxB=21 A cos φi = 0.95 Ik'' = 1.17 kA | I = 20.6 A U = 224 V (Un · 3.1%) B = 0.77ip1 = 1.69 kA | |

Obr. 16. Nastavení spouští jističů



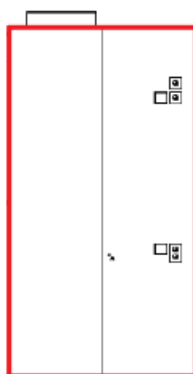
Obr. 17. Vypínací charakteristiky

9 Návrh ochrany před bleskem pomocí Risk Tool

Návrh hromosvodu je pro objekt z kap. 7.

9.1 Risk Tool

SW od společnosti DEHN+SÖHNE, který slouží k určení rizika a ztrát při úderu blesku. Zdarma lze stáhnout demo verzi programu, ta však neposkytuje vše potřebné pro užití v mé bakalářské práci. DEHN+SÖHNE poskytuje plnou verzi pro studijní účely. Pro návrh jsem použil tvar obdélníku, stejně jako je půdorys budovy.



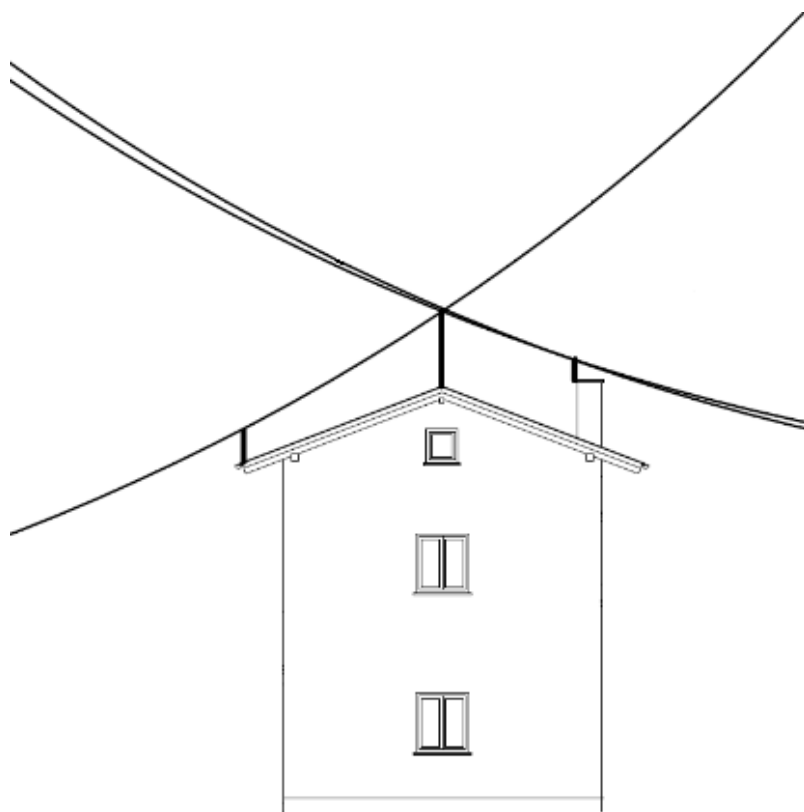
Obr. 18 Půdorys chráněného objektu

9.2 Metoda valící se koule

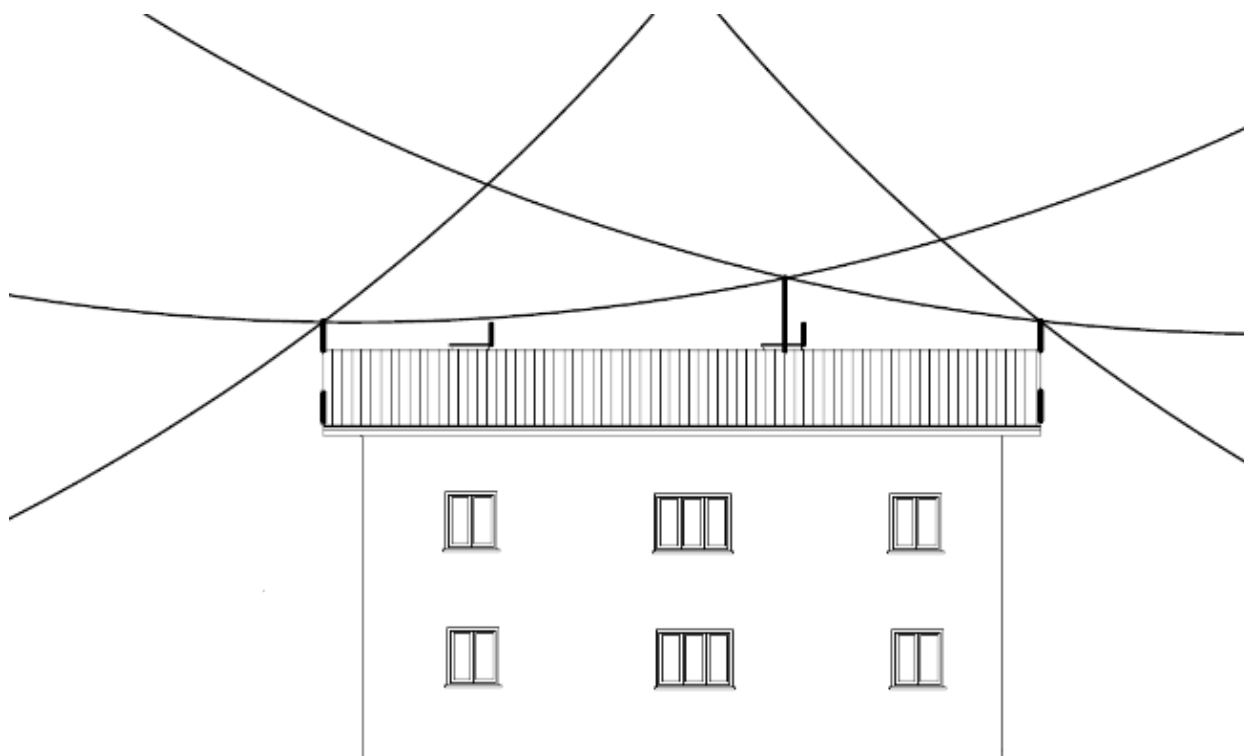
Pro tuto metodu je zapotřebí určit třídu ochrany, kterou jsem zvolil pro tento objekt LPS III. Jelikož se jedná o jednoduchou formu střechy s celkovou délkou hran 82 m, tak jsem pomocí metody valící se koule s poloměrem 45 m pro danou třídu ochrany navrhl, že počet svodů bude šest. Do následujících nákresů jsem nezařadil vchod, z toho důvodu, že není pro návrh svodičů přepětí důležitý.

9.3 Ochrana objektů

Ochrana pro rodinná sídla je zde určena na Obr. 19. a Obr. 20. Ochrana objektů je podrobně popsána v příloze-D. Je tam popsána ochrana administrativních a průmyslových budov.



Obr. 19 Přední strana chráněného objektu



Obr. 20 Boční strana chráněného objektu

10 Ochrana proti přepětí od DEHN+SÖHNE

Jedná se o sérii kufrů, ve kterých jsou umístěny vzorky ochranných prvků proti přepětí a také materiály potřebné pro instalaci ochran. Tyto prvky od DEHN+SÖHNE se používají i v praxi. Jedná se o jednu z nejlepších firem v oboru. Tato německá firma sídlící v Neumarktu disponuje zkušebním generátorem, který zkouší funkčnost daných jističů, pojistek a svodičů přepětí. V rámci vysokoškolské exkurse jsem navštívil výrobní závod této firmy a jsem držitelem certifikátu (viz Příloha-A).



Obr 21. Kufry s ochranami

10.1 Yellow line – Ochrana pro informační systémy



Obr 22. Žlutý kufř

10.1.1 Blitzductor XTU

Jedná se o kombinovaný svodič přepětí a bleskových proudů, který má nejvyšší svodový výkon pro 2-4 pólových rozhraní a disponuje schopností svádět bleskové proudy až 10 kA. Nízká ochranná úroveň, svodič je vhodný i pro ochranu koncových zařízení. Obsahuje Integrovanou monitorovací jednotku LifeCheck. Tato jednotka umožňuje kontrolu svodičů za provozu a rozezná přetížení svodiče. Při preventivní výměně svodiče je zajištěna vysoká spolehlivost chráněných obvodů.

Základní popis: Pro zajištění spolehlivého provozu jsou svodiče testovány vibrační a otřesem. Všechny ochranné součástky jsou integrovány v zásuvném modulu. K dispozici jsou dva univerzální základní díly s nebo bez rozpojení signálu a minimální rozměry, 4 samostatné žíly nebo 2 páry vedení jsou v modulu o šířce 12 mm. Svodič je rozdělen na ochranný modul a základní díl. Lze k základnímu modulu přidat ochranné moduly. [9]

10.1.2 Blitzductor VT

Blitzductor VT je skupina svodičů přepětí pro řadovou instalaci a skládá se z několika variant s různými typy připojení vodičů. K dispozici jsou svodiče pro ochranu čtyřžilových signálových rozhraní, u kterých se šroubují svory, a také varianty pro ochranu přístrojů s konektory RJ a koncových telekomunikačních zařízení. Všechny varianty svodičů se nasazují na instalační DIN-lištu. Uzemnění se provádí prostřednictvím šroubové svorky. Přístroje byly navrženy tak, aby mohl být provoz s trvalým interferenčním napětím do 65 V AC mezi potrubím a zemí. Při překročení této hodnoty, je třeba zajistit další opatření. A to podle normy ochrana proti náhodnému dotyku. Zařízení lze přetížit nadproudy v důsledku poruch vedení (zkrat nebo zemní spojení). Z tohoto důvodu se doporučuje instalace do samostatné kovové skříně. Tepelné přetížení dráhy svodiče je signalizováno integrovaným kontaktem dálkové signalizace. [9]

10.1.3 DEHNrapid LSA

DEHNrapid LSA je variabilní ochrana pro 1 až 10 párů v systémech LSA řady 2/10. Funkce ochranného bloku LSA je integrovaná do svodiče bleskového proudu umožňuje chráněné testování, odpojení a opravu. Modulární systém svodičů bleskových proudů a přepětí lze kombinovat do jednoho kombinovaného svodiče.

10.2 Red line – svodiče přepětí pro napájecí soustavu



Obr 23. Červený kufr

10.2.1 Kombinované svodiče typ 1 + typ 2

10.2.1.1 DEHNventil modular

Kombinovaný svodič na bázi jiskřiště složený ze základního dílu a zásuvných modulů. Má vysokou spolehlivost, kterou zajišťuje technologie RADAX-Flow. Zvládá vypínání zkratových proudů do 100 kA a umožňuje ochranu koncových zařízení. Provozní stav zapnutu/vypnutu se zobrazuje pomocí zeleného/červeného terčíku v zobrazovacím poli. Lze chránění použít na sítě TN-C, TN-C-S, TN-S, TT a TN. Při poškození je snadná výměna ochranných modulů pomocí aretovacích tlačítek.

10.2.1.2 DEHNventil ZP

Pro hlavní přívody napájení před elektroměrem. K dispozici jsou zde testovací tlačítka, jiskřiště, které zajišťuje selektivitu předřadným jištěním a do 25 kA nezpůsobuje vybavení pojistek. Schopnost svádění bleskových proudů je do 100kA.

10.2.1.3 DEHNvenCI

Kombinovaný svodič přepětí, který funguje na bázi jiskřiště s vloženým modulem pro jištění. Schopnost svádět bleskové proudy až do hodnoty 25 kA. Funkční stav je zobrazován pomocí barevného terčíku.

Současný stav řeším podle DEHN+SÖHNE, tak současný část hromosvodu je navržena a řešena materiálem (viz níže uvedený obrázek). Můj návrh vyhovuje podmínkám podle ČSN EN 62 305 edice 1 až 4.

10.2.2 Kombinované svodiče typ 1

10.2.2.1 DEHNSolid

Koordinovaný svodič přepětí na bázi jiskřiště. Svádí proudy až do 200 kA. Pro instalaci přímo na sběrnice a na montážní desku.

10.2.2.2 DEHNBloc modular

Jedná se o DEHNSolid, který je upravený a zmenšený pro snazší instalaci, a dílu ochranného zásuvného modulu. Schopnost svádět bleskové proudy do 50 kA. Bez nutnosti vkládat bezpečnostní tlumivku, nebo řešit problém s délkou vedení. Snadná výměna Ochranného modulu a funkčnost zobrazena pomocí světelné signalizace.

Na základě výše uvedených ochranných opatření, je řešen objekt, který jsem v rámci BP zpracovával ve vztahu k ochraně proti atmosférickému přepětí (objekt).

Navrhl jsem ochranu před atmosférickému přepětím při splnění výše uvedených podmínek půdorys a výpočet v programu, vyhovuje normě ČSN 62 305 edice 1-4.

Detail kufrů příloha-C

11 Inteligentní elektroinstalace

V inteligentní elektroinstalaci jde o optimalizaci ochrany. Jednou z ochrany je AFDD.

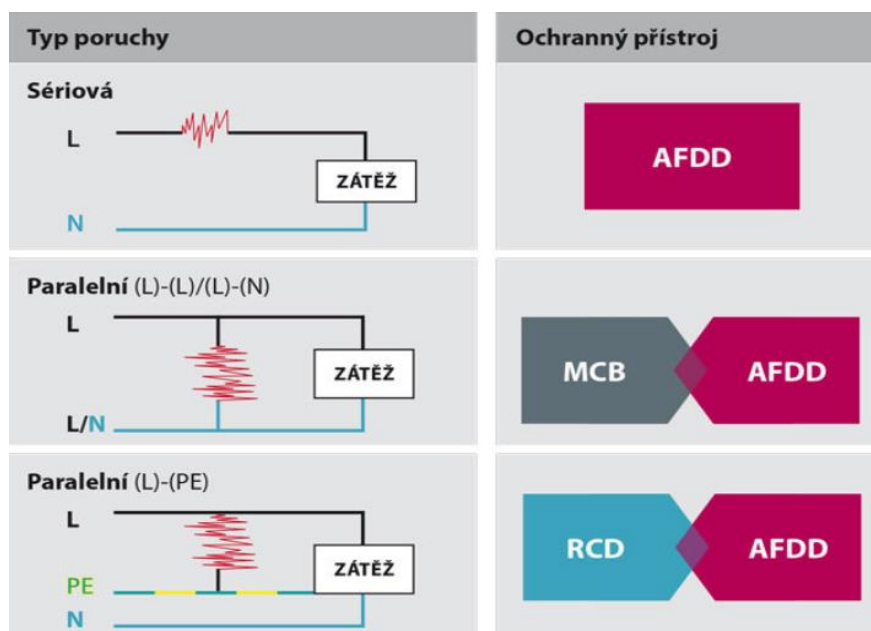
11.1 Zkratka AFDD

AFDD je zkratka z anglického názvu **Arc Fault Detection Device**, což v doslovném překladu znamená „Detekční zařízení závady oblouku“.

11.2 Důvod vzniku AFDD

V státech Evropské unie jsou za rok přibližně dva milióny požárů, z těchto požárů je přibližně jedna třetina způsobena elektroinstalací. Tyto požáry způsobuje stárnutí a špatné provedení elektroinstalace. Elektrická izolace stárne, nejvíce se projevuje stárnutí způsobené teplem, které vzniká průchodem elektrického proudu při zkratu. Podle tepelných ztrát $P_z=3RI^2$ vzniká velmi vysoká teplota, která způsobuje zničení izolace, nebo rovnou požár. Od roku 2030 nové domy budou nízkoenergetický, nebo pasivní a chráněné inteligentním ochranným systémem.

11.3 Dělení poruchových oblouků



Obr 9. Typy poruch [8]

11.4 Paralelní oblouky

U tohoto oblouku z části zafunguje i běžná proudová ochrana, ale pouze pokud oblouk vznikne mezi vodiči L-PE. To je dáno tím, že rozdílový zkratový proud poteče přes součtový transformátor, který má každý proudový chránič. Když vznikne oblouk mezi vodiči L-L, nebo L-N tak tímto transformátorem rozdílový proud neteče.

11.5 Sériový oblouk

Vzniká poškozením samotného vodiče. Například provrtáním, nebo naříznutím vodivého jádra. V tomto zúženém se zvýší elektrický odpor a je zde i vyšší proudová hustota. Dochází zde k přehoření zbylé části mědi a vzniká oblouk.

11.6 Řešení oblouků

Na daný problém uvedla společnost OEZ s.r.o. na trh chrániče s detekcí oblouku (AFDD). Tento typ přístroje je schopen v elektrické instalaci odhalit závadu jiskření dříve, než požár vznikne.

11.7 AFDD od OEZ s.r.o.

OEZ dodává obloukové ochrany AFDD jako sestavy spouště obloukové ochrany ARC a spínacího prvku, který je zastoupen buď 1+N, popř. dvoupólovým jističem (LTN, LTE), nebo proudovým chráničem s nadproudovou ochranou (OLI, OLE).

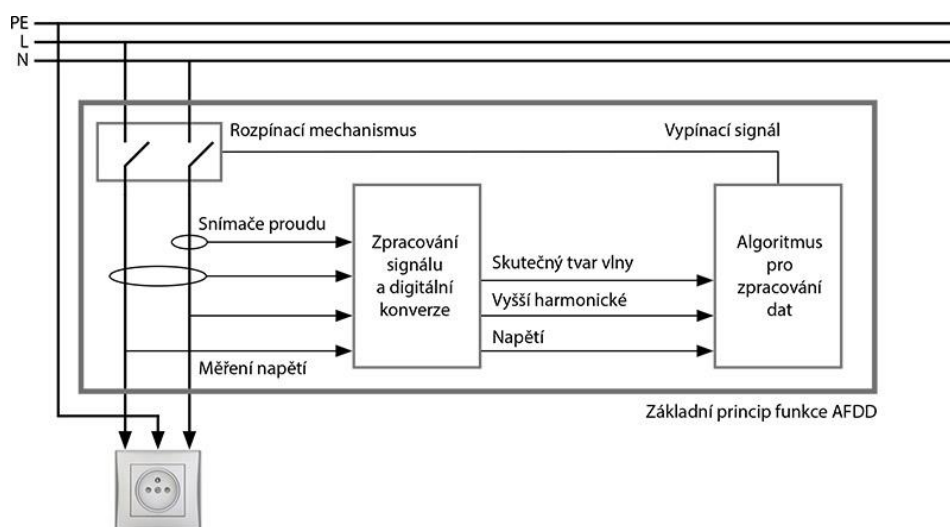
Spolu se spouští obloukové ochrany ARC-16-1N-3M lze použít jističe LTE/LTN a proudové chrániče s nadproudovou ochranou OLE/OLI až do jmenovitého proudu 16 A včetně, ve všech dostupných vypínacích charakteristikách.

Spolu se spouští obloukové ochrany ARC-40-1N-3M lze použít jističe LTE/LTN a proudové chrániče s nadproudovou ochranou OLE/OLI až do jmenovitého proudu 40 A včetně, ve všech dostupných vypínacích charakteristikách.

Takto lze vytvořit jedinečných 122 kombinací, a vybrat tudíž optimální jisticí prvek pro jištění obvodu. [5]

11.8 Funkce AFDD

Obloukové ochrany vyhodnocují v reálném čase průběh proudu protékajícího obvodem, spolehlivě rozpoznají specifické průběhy vytvořené právě poruchovým obloukem a včas bezpečně odpojí postižený obvod. Poruchový oblouk může vzniknout z mnoha příčin. Nejčastěji to jsou různá mechanická poškození elektroinstalace.



Obr 10. Funkce AFDD [5]

Jde o místa se zvýšenou impedancí, jako jsou špatně dotažené spoje nebo mechanicky namáhané části vodičů. V takových místech dochází ke zvýšení proudové hustoty a k nadměrnému ohřátí. Opakovaným tepelným namáháním se nakonec materiál vodiče přeruší a objeví se jiskření, které bez zásahu ochranného prvku AFDD skončí požárem. [5]

11.9 Rozpoznání jiskření

Je snímán jak nízkofrekvenční signál, tak i vysokofrekvenční signál v pásmu 22 až 25 MHz. Tyto signály jsou dále matematicky zpracovávány a stanoví se z nich tyto faktory pro detekci poruchového oblouku:

- hodnota proudu (zátěží),
- VF výkon,
- VF stabilita,
- doba trvání události (délka hoření),
- synchronizace (se sítí).

V případě, že jsou všechny uvedené faktory nad limitními hodnotami, vyšle elektronika signál k vypnutí obvodu. [5]

12 Závěr

V bakalářské práci jsem zhodnotil energeticky efektivní domy, a to jak z hlediska konstrukce, tak z hlediska ekonomické bilance. Z výše uvedených kapitol vyplývá, že náklady na stavbu, zateplení a elektro materiál budou vyšší, než je u současných budov, ale lze počítat s návratností, a to ve velké míře. Současné budovy jsou dle (příloha-B), nové stavby budou podle nového energetického štítku, který je z celá kompatibilní se všemi státy v EU. Po důkladném prostudování nabídkových materiálů od firem zabývajících se tvorbou tepelných soustav jsem vytvořil seznam používaných vytápěcích metod pro energeticky efektivní domy, včetně pořizovacích cen a provozních nákladů na vytápění objektu za rok. I přes krizi covid-19 jsem měl možnost osobně komunikovat s majiteli energeticky efektivních domů a jejich poznatky jsem také zahrnul ve své práci.

V bakalářské práci jsem navrhl elektroinstalaci rodinného sídla, a to s přihlédnutím k novým trendům inteligentní ochrany objektu. Dále jsem vyprojektoval elektrickou přípojku pro rodinné sídlo v programu SICHER, ve kterém jsem navrhl a vypočítal impedanci, selektivitu a určil vypínací charakteristiky ochran. Dále jsem navrhl hromosvod a celkovou ochranu před atmosférickým přepětím v programu Risk Tool od společnosti DEHN+SÖHNE. Veškeré výsledky a nákresy jsou uvedeny výše v BP. V rámci BP jsem respektoval normy ČSN ICE a EN.

13 Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] RYCHLÍK, *Semestrální práce Tepelná čerpadla pro předmět VEN*. Plzeň: 2019
- [2] <http://fast10.vsb.cz/> [online] 2021 [cit. 08. 04. 2021] Dostupné na <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps4/14.html>
- [3] ŠVEJDA, *Diplomová práce Švejda*. Plzeň:2019
- [4] <https://www.ac-heating.cz/> [online] 2021 [cit. 08.03.2021] Dostupné na <https://www.ac-heating.cz/reseni-pro-pasivni-a-nizkoenergeticke-domy/>
- [5] <https://www.vutbr.cz/> [online] 2021 [cit. 21.03.2021] Dostupné na https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=175259
- [6] HOLÝ, *Diplomová práce Holý*. Plzeň: 2019
- [7] <https://cs.wikipedia.org/> [online] 2021 [cit. 30.04.2021] Dostupné na https://cs.wikipedia.org/wiki/Sol%C3%A1rn%C3%AD_panel
- [8] <http://www.odbornecasopisy.cz/> [online] 2021 [cit. 06.05.2021] Dostupné na <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/clanek/prevence-proti-pozarum-obloukove-ochrany-afdd--2909>
- [9] DEHN chrání Bulletin IP ILCP 2016, *Katalog součástí DEHN*
- [10] <https://www.oez.cz/> [online] 2021
- [11] JIROVSKÝ, *Diplomová práce Technicko-ekonomické analýza pasivního domu*, Plzeň 2016

14 Přílohy

Příloha-A



ZERTIFIKAT

Herr Zdeněk Rychlík

hat am

Überspannungsschutz-Seminar

„Blitz- und Überspannungsschutz im
energietechnischen und informationstechnischen Netz“
teilgenommen.

Es wurden umfangreiche Kenntnisse über das
EMV-orientierte Blitz-Schutzzonen-Konzept,
Aufbau und Wirkungsweise von Blitzstrom- und
Überspannungs-Schutzgeräten vermittelt.

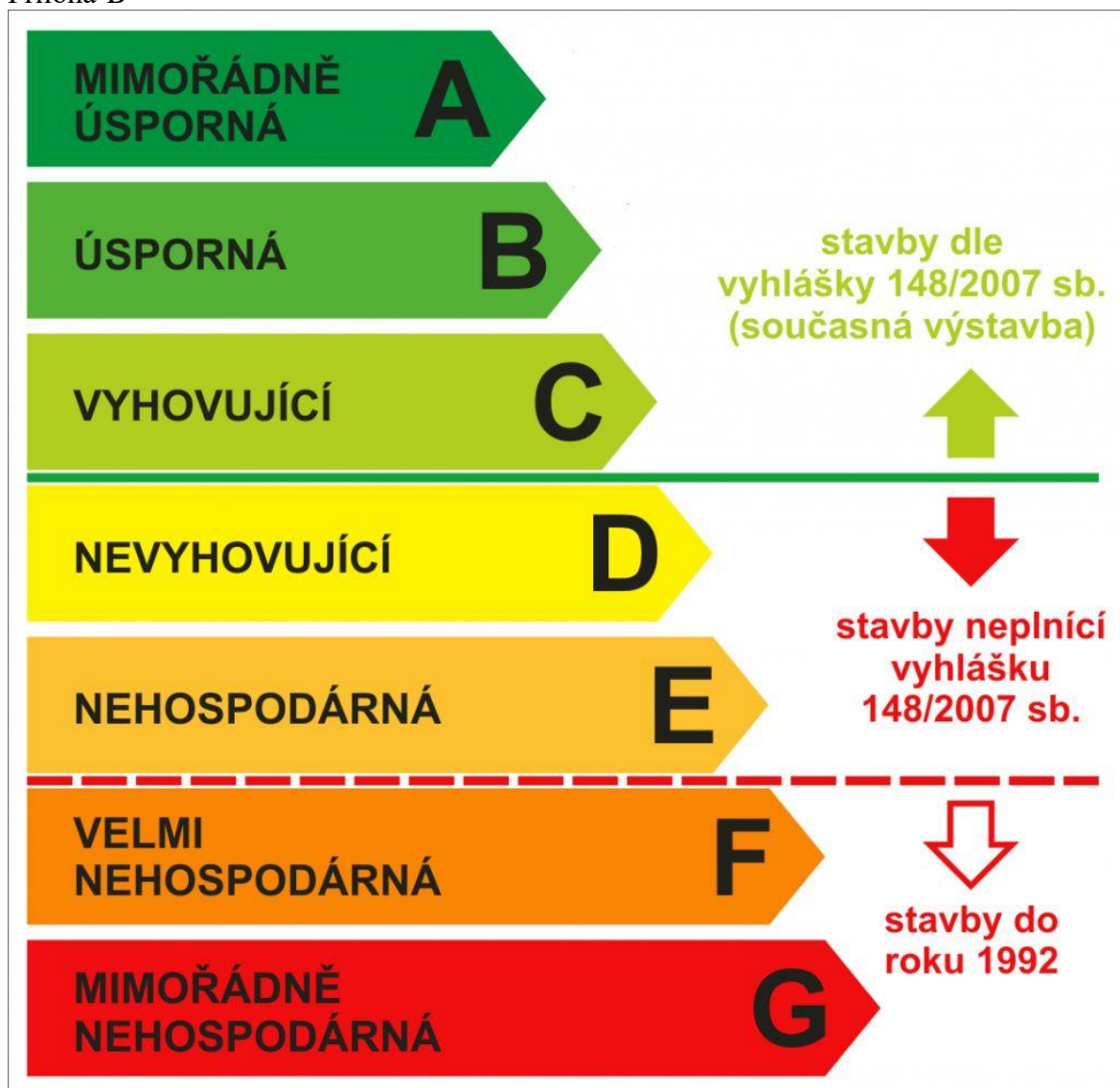
Neumarkt, 23. Oktober 2018

.....
Dipl.-Ing. Thomas Smatloch

Vertrieb International, Leiter Länderregion Osteuropa/Russland
DEHN + SÖHNE GmbH + Co.KG.



Příloha-B



Příloha-C



