

Diplomová práce



České
vysoké
učení technické
v Praze

F3

Fakulta elektrotechnická
Katedra měření

Energetické úspory inteligentního systému iNELS v dřevostavbě

Bc. Jakub Sabol
Inteligentní budovy

Máj 2015

Vedúcí práce: Ing. Jiří Tobolík



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student:	Bc. Jakub Sabol
Studijní program:	Inteligentní budovy
Název tématu česky:	Energetické úspory inteligentního systému iNELS v dřevostavbě
Název tématu anglicky:	Energy Savings in Wooden Construction with iNELS Home Automation System

Pokyny pro vypracování:

Provedte rešerši současného stavu systému domácí automatizace iNELS a jeho možností v rámci ovládání technologií využívaných v rezidentním sektoru. Zpracujte návrh systému iNELS v dřevostavbě a tento zapracujte do výkresu řešené budovy. Při návrhu integrujte do systému maximální možný počet technologií, přičemž pozornost věnujte převážně řízení HVAC (vytápění, větrání, klimatizace), případně také solárního systému, fotovoltaického systému, systému přípravy teplé vody a dalších technologií, které mohou mít vliv na snížení spotřebované energie. Navrhněte nejvhodnější způsoby řešení centrálního a vzdáleného ovládání. Zpracujte finanční analýzu úspor dosažených vhodným řízením a vzájemnou integrací všech technologií v řešené dřevostavbě.

Seznam odborné literatury:

- [1] KOLB, Josef: *Dřevostavby: systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště*. 2., aktualiz. vyd. v České republice. Překlad Bohumil Koželouh. Praha: Grada, 2011, 317 s. ISBN 978-80-247-4071-3.
- [2] KUNC, Josef: *Elektroinstalace krok za krokem*. 2., zcela přeprac. vyd. Praha: Grada, 2010, 120 s. Profi. ISBN 978-80-247-3249-7.
- [3] VALEŠ, Miroslav: *Inteligentní dům*. 2. vyd. Brno: ERA, 2008, viii, 123 s. 21. století. ISBN 978-80-7366-137-3.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jiří Tobolík (ELKO EP, s.r.o.)

Datum zadání diplomové práce: 15. ledna 2015

Platnost zadání do¹: 31. srpna 2016

Doc. Ing. Jan Holub, Ph.D.
vedoucí katedry



Prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.
děkan

V Praze dne 15. 1. 2015

¹ Platnost zadání je omezena na dobu tří následujících semestrů.

PodĎakovanie / Prehlásenie

Na úvod tejto práce by som chcel vyjadriť moje poďakovanie vedúcemu diplomovej práce Ing. Jiřimu Tobolíkovi za jeho ochotu, trpezlivosť, odborné rady a usmernenia. Taktiež chcem poďakovať spoločnosti ELKO EP s.r.o. za sprístupnenie potrebných materiálov a sprostredkovanie odborného školenia elektroinštalácie iNELS BUS System tretej generácie.

Prehlasujem, že som túto diplomovú prácu vypracoval samostatne s použitím uvedenej odbornej literatúry v súlade s Metodickými pokynmi o dodržiavaní etických princípov pri tvorbe vysokoškolských záverečných prác.

V Prahe dňa 8. 5. 2015

.....

Abstrakt / Abstract

Táto diplomová práca sa venuje inteligentnej elektroinštalácii a automatizácii v budovách. Predstavuje súčasný stav elektroinštalácie v moderných budovách. Približuje oblasť inteligentných budov pomocou definície a klasifikuje ich do jednotlivých kategórií. Poukazuje na stupeň inteligencie a možnosti využitia prostriedkov umelej inteligencie. Prináša základný prehľad zariadení inteligentnej elektroinštalácie iNELS BUS System spoločnosti ELKO EP. Ukazuje ich technické parametre a funkčný prínos pre budovy. Následne tento systém aplikuje v prostredí drevostavby rodinného domu. Prezентuje možný návrh systému, jeho funkcionality a integráciu s ďalšími systémami v domácnosti. Ukazuje na energetickú náročnosť takéhoto domu a možnú úsporu energií za pomoci iNELS BUS System.

Kľúčové slová: automatizácia, inteligentné budovy, inteligentná elektroinštalácia, iNELS BUS System, energetická úspora, drevostavba.

This Master's thesis deals with intelligent electrical installation and automation in buildings. It presents the current status of electrical installation in modern buildings, elucidates the field of intelligent buildings by the definition and classifies them to single categories. This thesis points out the level of intelligence and possibility of using artificial intelligence resources and it brings basic overview of the intelligent electrical installation devices of iNELS BUS System of ELKO EP Company. It shows their technical parameters and functional asset for buildings. Furthermore it applies this particular system in the environment of wooden structure house. It presents a possible scheme of system, its functionality and integration with other systems in household. Also shows the energetic heftiness of such house and possible saving of energies by iNELS BUS System.

Keywords: automation, smart buildings, smart wiring, iNELS BUS System, energy saving, wooden construction.

Title translation: Energy Savings in Wooden Construction with iNELS Home Automation System

Obsah /

1 Úvod	1
2 Formulácia úlohy	2
3 Inteligentná elektroinštalácia	3
3.1 Porovnanie s klasickou elektroinštaláciou	3
3.2 Prístupy k riadeniu	4
3.3 Možnosti zapojenia–topológia ...	4
3.3.1 Lineárna	4
3.3.2 Hviezdicová	5
3.3.3 Stromová	5
3.4 Spôsob komunikácie	6
3.5 Inteligentné budovy	6
3.5.1 Rozdelenie inteligentných budov	7
4 Možnosti iNELS BUS System	9
4.1 Zbernicová elektroinštalácia	9
4.2 Využívané zbernice	9
4.3 Bezdrôtová elektroinštalácia ...	10
4.4 Základné jednotky systému ...	10
4.4.1 Centrálna jednotka	10
4.4.2 Napájací zdroj	11
4.4.3 Externý master zbernice CIB	11
4.4.4 Oddelovač zbernice od napájacieho zdroja	12
4.4.5 GSM komunikátor	12
4.5 Periférne zbernicové jednotky .	13
4.5.1 Spínacie aktory	13
4.5.2 Stmievacie aktory	14
4.5.3 Vstupné jednotky	15
4.5.4 Prevodníky	16
4.5.5 Ovládače a nástenné jednotky	17
4.6 Aplikácie iNELS Home Control	17
4.7 Multimédia	18
5 Návrh elektroinštalácie iNELS v drevostavbe	20
5.1 Osvetlenie	20
5.2 Zásuvkové okruhy	22
5.3 Tieniaca technika	25
5.4 Integrácia systémov HVAC ...	26
5.4.1 Vykurovanie	27
5.4.2 Príprava teplej vody	31
5.4.3 Vzduchotechnika	32
5.4.4 Solárne hybridné fotovoltaicko-tepelné kolektory	34
5.5 EPS a EZS	36
5.6 Meranie energií	38
5.7 Multimédia a zariadenia tretích strán	40
5.8 Investičné náklady	43
6 Energetická úspora systému	44
6.1 Stručný popis objektu	44
6.2 Skladba konštrukcie	45
6.3 Energetická náročnosť budovy	47
6.4 Prevádzkový režim	48
6.5 Celkové úspory	49
6.6 Úspora elektrickej energie na osvetlenie	51
6.7 Úspora energií na vykurovanie a chladenie	53
6.8 Úspora energií spojená s prípravou teplej vody	56
6.9 Návrh investícií	57
7 Záver	59
Literatúra	61
A Projekt	63
B Skratky a symboly	64
B.1 Skratky	64
B.2 Symboly	64

Tabuľky / Obrázky

5.1. Navrhovaný inštalovaný výkon osvetlenia	22
5.2. Prevod stupňov horľavosti na triedu reakcie na oheň	23
5.3. Parametre inštalovaných panelov a ich ročná produkcia energie	36
6.1. Prevádzkový režim domácnosti	49
6.2. Ročná spotreba zemného plynu a elektrickej energie.....	49
6.3. Úspora vyjadrená v %	49
6.4. Úspora prepočítaná na CZK... ..	50
6.5. Ročná úspora energií na osvetlenie v %	53
6.6. Ročná úspora energií na chladenie a vykurovanie v %	55
6.7. Úspora spojená s riadením cirkulačného čerpadla	57
6.8. Návratnosť investícií	58
3.1. Lineárna topológia	5
3.2. Hviezdicová topológia	5
3.3. Stromová topológia	6
4.1. Centrálna jednotka CU-01M ..	11
4.2. Napájací zdroj PS3-100/iNELS	11
4.3. Externý máster MI3-02M	12
4.4. Oddelovač zbernice BPS3-02M	12
4.5. GSM komunikátor GSM3-01M	13
4.6. Spínací štvorkanálový aktor SA3-04M	14
4.7. Stmievací dvojkanálový aktor pre žiarivky LBC3-02M ...	15
4.8. Príklad zapojenia IM3-40B....	16
4.9. Digital – analógový prevodník DAC3-04B	16
5.1. Ovládanie RGB LED pásov pomocou RFDA-73M/RGB ...	21
5.2. Ovládanie motorov pomocou SA3-02B a SA3-04M	26
5.3. Použité motory Somfy	26
5.4. Integrovaný multivalentný zásobník tepla IZT-U-TTS....	27
5.5. Zapojenie teplotných senzorov pomocou TI3-60M	29
5.6. Prepojenie systému iNELS s riadiacou jednotkou RG 20 pomocou DAC3-04M	30
5.7. Prepojenie riadiacej jednotky RG 20 so systémom iNELS pomocou ADC3-40M	30
5.8. Spínanie čerpadiel systémom iNELS pomocou SA3-04M	31
5.9. Návrhový softvér Atrea	33
5.10. Mapa slnečného svitu ČR.....	34
5.11. Schéma zapojenia solárnych kolektorov	35
5.12. Prepojenie EZS a EPS Jablotron 100 so systémom iNELS	37
5.13. Pripojenie meracích zariadení pomocou IM3-140M	39

5.14.	Multimédia a pripojenie zariadení tretích strán pomocou IMM Servera	42
6.1.	Skladba obvodovej steny	46
6.2.	Skladba stropu	46
6.3.	Skladba podlahy	47
6.4.	Podiel jednotlivých energetických zdrojov na celkovej úspore v % (pre režim 1.)	50
6.5.	Podiel jednotlivých oblastí na celkovej úspore v % (pre režim 1.)	50
6.6.	Podiel jednotlivých energetických zdrojov na celkovej úspore v % (pre režim 4.)	51
6.7.	Podiel jednotlivých oblastí na celkovej úspore v % (pre režim 4.)	51

Kapitola 1

Úvod

Pojem inteligencia je v dnešnej dobe skloňovaný a spájaný čoraz častejšie s bežnými vecami každodennej potreby. S väčšou intenzitou sa stretávame s pojmami ako inteligentná budova, chytrí dom alebo inteligentná elektroinštalácia. Môžu byť neživé veci inteligentné a čo si možno pod týmto spojením predstaviť? Aký prínos predstavuje pre obyvateľov týchto budov?

Rozvoj techniky zasiahol každú jednu oblasť života rozličným spôsobom. Vývoj súčasných budov v posledných rokoch dosahuje obrovské pokroky, a tak moderné budovy, ich správu a riadenie možno tiež označiť za inteligentné. Prudký rozvoj polovodičových technológií priniesol automatizáciu z oblasti priemyslu aj do bežných domácností. Aké funkcionality ponúkajú budovy označené týmto pojmom? Čím sa odlišuje bývanie v takomto dome a o čo je jednoduchšia správa takýchto budov? Táto práca má napomôcť aj k hľadaniu odpovedí na tieto otázky.

Neustále sa zvyšujúca spotreba energií a klesajúce zásoby fosílnych palív vedú v posledných rokoch k snahám o znižovanie energetickej náročnosti. Moderné budovy obhajujú široké spektrum spotrebičov, a zároveň sú kladené čoraz vyššie nároky na kvalitu prostredia v týchto budovách. To má za následok vysokú energetickú náročnosť prevádzky budov. Táto oblasť preto ponúka veľké možnosti úspory. K tomu nám môžu pomôcť inteligentné spôsoby riadenia budov a integrácia čo najväčšieho počtu systémov v budove. Preto sa táto práca zameriava na oblasť energetických úspor v budovách, spojených s využívaním inteligentnej elektroinštalácie iNELS BUS System.

Prvá časť práce je venovaná krátkemu priblíženiu oblasti inteligentných budov a popisu súčasného stavu. Ďalšia časť predstavuje systém inteligentnej elektroinštalácie spoločnosti ELKO EP jeho možnosti a špecifiká. Následne sa venujeme samotnému návrhu elektroinštalácie v rodinnom dome, s použitím dostupných prostriedkov predstavených v predošlej kapitole. A nakoniec zdôrazníme dosiahnutý stupeň integrácie a s tým spojené energetické úspory. Pre tieto potreby bola vybraná drevostavba rodinného domu.

Počas písania práce sme čerpali z viacerých odborných knižných publikácií, venovaných prevažne výpočtu energetickej náročnosti budov, návrhu a dimenzovaniu jednotlivých technológií v budove. Všeobecný pohľad na inteligentné budovy prinášame z internetových zdrojov a zahraničných článkov. Keďže oblasť IB je moderná a rýchlo sa rozvíjajúca, je to v podstate jediný zdroj aktuálnych a relevantných informácií z tejto oblasti. Zdrojom informácií o použitej technológii inštalácie iNELS BUS System bola samotná firma ELKO EP a ich materiály.

Kapitola 2

Formulácia úlohy

Táto práca sa zaoberá inteligentnou elektroinštaláciou iNELS BUS System a jej implementačným návrhom v drevostavbe rodinného domu.

Úvodná kapitola sa venuje inteligentnej elektroinštalácii ako takej, jej vzniku a súčasnému postaveniu v oblasti moderných budov. Predovšetkým sa budeme venovať jej porovnaniu oproti klasickej elektroinštalácii. Poukážeme na rozdiely pri projektovaní a vedení kabeláže. Vyzdvihneme hlavný prínos moderných elektroinštalácií pre obyvateľov a majiteľov budov, taktiež možnosti vzájomnej integrácie rozličných technológií prostredia budov so systémom inteligentných budov. Objasníme jednotlivé prístupy k riadeniu v tomto type elektroinštalácie. Taktiež objasníme spôsoby prepojenia jednotlivých zariadení - topológiu. V závere tejto kapitoly zdefinujeme pojem inteligentné budovy a poukážeme na hlavné rozdiely jednotlivých typov IB.

Ďalšia kapitola sa zaoberá predstavením inteligentnej elektroinštalácie iNELS BUS System spoločnosti ELKO EP. Venuje sa hlavne zbernicovému spôsobu zapojenia. Zahŕňa však aj možnosti bezdrôtového ovládania zariadení. V tejto kapitole uvedieme základné technické parametre, hlavné zásady pri návrhu a využívané zbernice. Predstavíme jednotky a zariadenia systému. Spomenieme základné prvky, ako je centrálna jednotka a napájací zdroj. Ďalej sa budeme zaoberať periférnymi jednotkami zbernice. Zameriame sa predovšetkým na spínacie a stmievacie aktory, vstupné jednotky a ovládacie prvky. Upríšme funkcie jednotlivých zariadení, ako aj základné technické parametre a spôsob montáže. Nakoniec predstavíme aplikáciu iNELS Home Control, multimediálne funkcie a možnosť integrácie zariadení tretích strán.

V nasledujúcej kapitole sa priblížime k samotnému návrhu inteligentnej elektroinštalácie v drevostavbe. Pokúsime sa vytvoriť modelový systém rodinného domu, využívajúci funkcionality iNELS BUS System v jeho najväčšom rozsahu. V rámci kapitoly postupne prejdeme celým návrhom od klasických zásuvkových a svetelných okruhov, dátových sietí, tieniacej techniky, cez spoluprácu s vykurovacím systémom či vzduchotechnikou. Navrhujeme zabezpečovací (EVS) a protipožiarny systém (EPS). Popíšeme spôsob merania energií a regulácie. V závere navrhujeme jednotlivé multimediálne zóny a ich prepojenie. V systéme integrujeme aj zariadenie tretích strán.

Posledná kapitola bude venovaná energetickému prínosu celého systému. Daný objekt zasadíme do konkrétneho miesta so známymi klimatickými podmienkami. Určíme prevádzkový režim budovy a primárne zdroje energie. Navrhujeme zdroje tepla, chladu a teplej vody. Z navrhutej skladby obvodovej konštrukcie drevostavby vypočítame spotrebu energie potrebnej na vykurovanie. Vyhodnotíme spotrebu elektrickej energie celého domu. Nakoniec poukážeme na možnosti energetickej úspory v jednotlivých oblastiach, prostredníctvom využitia iNELS BUS System.

Na záver zhrnieme dosiahnuté výsledky a znázorníme celkový prínos iNELS BUS System, najmä v podobe úspory energií.

Kapitola 3

Inteligentná elektroinštalácia

Hlavným cieľom inteligentného domu je zjednodušiť a spríjemniť užívateľom bývanie. Súčasné domy obsahujú množstvo elektroniky. Pri najmenšom sa jedná o termostaty, osvetlenie, zabezpečovací systém a často k nim pribudnú počítačové siete, tieniaca technika, vzduchotechnika, kamerový systém a zariadenia domácej zábavy. Tieto zariadenia však v klasických domoch nie sú schopné navzájom spolupracovať. Každý má vlastný úplne odlišný spôsob ovládania. Cieľom inteligentného domu je tieto zariadenia prepojiť a zjednotiť ich ovládanie. [1]

3.1 Porovnanie s klasickou elektroinštaláciou

Pri klasickej elektroinštalácii si musíme veľmi dobre rozmyslieť rozmiestnenie jednotlivých prvkov a ich funkčnosť. Funkciu každého vypínača určuje jeho fyzické prepojenie so zariadením – napr. svetlom, žalúziou pomocou kábla. Následne zmeny v už existujúcej elektroinštalácii sú finančne náročné a hlavne pracné. Znamenajú ukladanie nových káblov, čo v prípade ich uloženia pod omietku znamená sekание drážok a následne vyspravenie omietky. Pre tieto nevýhody ľudia len málokedy robia zmeny v inštalácii a prispôbajú sa nevyhovujúcemu stavu. Ďalšou nevýhodou je problematické diaľkové ovládanie a chýbajú pohodlné funkcie, ako centrálné vypnutie či ovládanie rolety jedným stlačením. [1]

Inteligentná elektroinštalácia využíva tlačidlá na rozdiel od klasických kolískových vypínačov. Po ich stlačení sa samé vrátia do pôvodnej polohy. Nevykonávajú samotné silové spínanie ako vypínače, iba vysielajú signál, na základe ktorého iné zariadenie vykoná zopnutie. Vďaka tomu je možné jedno zariadenie ovládať z rôznych miest. Tlačidlá zaberajú oproti vypínačom menej miesta, a tak sme schopní pohodlne z jedného miesta obslužiť viacero zariadení. Prinášajú aj ďalšiu funkcionálnosť v podobe rozoznávania krátkych a dlhých stlačení, čím sa zväčšujú možnosti ich použitia. Takáto funkcionálnosť nám uľahčuje ovládanie stmievateľných svetiel, ako aj pohyb žalúzií a polohovanie ich lamel. Hlavnou výhodou inteligentnej elektroinštalácie je, že funkcionálnosť jednotlivých vypínačov už nie je určená pevne pomocou kábla, ale nastavením a naprogramovaním systému. Následné zmeny sú možné kedykoľvek počas prevádzky bez nutnosti stavebných zásahov. Mnoho vecí si často pri návrhu neuvedomíme a zistíme ich, až keď v dome začneme bývať. Taktiež je jednoduché zmeniť takmer celú elektroinštaláciu pri premiestnení nábytku či zmene majiteľa objektu. [1]

Medzi ďalšie výhody patria:

- Centrálna funkcia – vypnutie všetkých svetiel v miestnosti, poschodí alebo dome
- Diaľkové ovládanie a ovládanie zariadení ľubovoľným tlačidlom v dome
- Časové funkcie – vyvolanie funkcie na základe času, napr. kúrenie, vytiahnutie žalúzií
- Podmienené funkcie – stiahnutie rolety pri silnom vetre
- Prednastavené režimy pre miestnosti alebo celý dom – scény
- Simulácia prítomnosti osôb

- Signalizácia stavu – otvorené okno, zapnuté svetlo
- Možnosť využitia dotykových panelov na ovládanie

3.2 Prístupy k riadeniu

Moderné systémy inteligentnej elektroinštalácie ponúkajú centralizovaný a decentralizovaný spôsob riadenia celého systému. Každý zo spôsobov má svoje výhody a nevýhody. Rozsah konkrétnej inštalácie a jej náročnosť predurčujú spôsob riadenia a prípadne výrobcu, ktorý daný spôsob využíva.

Pri centralizovanom spôsobe riadenia zabezpečuje riadenie centrálna jednotka, väčšinou PLC (Programmable Logic Controller), ktorý sa z priemyselnej automatizácie dostáva do riadenia domácností. Všetky prvky systému sú prepojené s centrálnou jednotkou. Tá má na starosti riadenie celého systému. Na jeho vstupe sú ovládacie prvky a binárne, či analógové senzory. Po spracovaní informácií centrálnou jednotkou, vykonajú akčný zásah binárne alebo analógové akčné členy. Celý riadiaci program je uložený a vykonávaný na centrálnnej jednotke. Výhodou centralizovaného systému riadenia je možnosť použitia lacných „neinteligentných“ senzorov a aktorov. Nevýhodou je zložtejšia kabeláž. Pri nefunkčnosti centrálnnej jednotky, teda jediného prvku systému, je celý systém nefunkčný. Centralizovaný spôsob riadenia nie je vhodné používať pre riadenie rozsiahlych objektov (administratívne budovy, mrakodrapy) s vysokým počtom pripojených jednotiek (niekoľko tisíc).[2]

Na rozdiel od centralizovaného, decentralizovaný spôsob riadenia neobsahuje žiadnu centrálnu riadiacu jednotku. Jednotlivé prvky systému (snímače a aktory) obsahujú jednoduchú riadiacu jednotku, vďaka ktorej môžu medzi sebou komunikovať. Všetky prvky sú rovnocenné, a pri poruche je nefunkčná len daná funkcionálna, nie celý systém. Zariadenia pripojené na zbernicu nepotrebujú nutne komunikovať s centrálnou jednotkou. Postačuje im vzájomná komunikácia, čím sa znižuje zaťaženie zbernice. Takýto spôsob riadenia ponúka vysoký stupeň variability a veľké množstvo aktorov a senzorov pripojených do systému. Nevýhodou je vysoká cena senzorov a aktorov. Prudký rozvoj polovodičových technológií v posledných rokoch však prispieva ku znižovaniu ceny komponentov a k väčšiemu rozvoju decentralizovaného spôsobu riadenia.[2]

Kombináciu centralizovaného a decentralizovaného spôsobu riadenia tvorí hybridný systém riadenia. Prináša výhody oboch systémov. Poskytuje výhody centrálnnej jednotky ako komunikácia cez internet, bezdrôtová komunikácia a zároveň jednoduché pripojenie prvkov na zbernicu. Kládne nižšie nároky na aktory a senzory, čo vedie k nižšej cene. Pre riadenie rozsiahlych objektov je vhodnejší plne decentralizovaný systém.

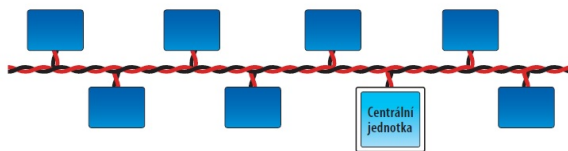
3.3 Možnosti zapojenia–topológia

Pri tvorení lokálnej inteligentnej siete budovy máme viacero možností prepojenia jednotlivých prvkov danej siete. Spôsob fyzického, ako aj logického prepojenia zariadení popisuje topológia siete. Závisí na type zbernice, či danú topológiu podporuje. Pri výbere vhodnej topológie sa orientujeme podľa vlastností topológie (potrebná dĺžka kabeláže, spoľahlivosť, priepustnosť a i.), počtom a typom prvkov pripojených do systému a reálnou fyzickou dispozíciou daného objektu - pôdorysom.

3.3.1 Lineárna

Základným prvkom tohto typu topológie je priebežné prenosové médium - zbernica, na ktoré sa pripájajú jednotlivé zariadenia siete. Od toho je odvodený jej názov lineárna

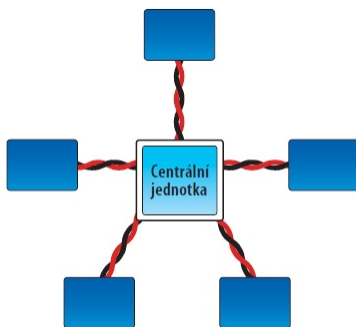
alebo zbernicová. Výhodou je jednoduchý spôsob zapojenia a malá spotreba kabeľáže. Obmedzením je maximálna prípustná dĺžka zbernice a kolízie pri súčasnom vysielaní viacerých zariadení. Lineárny spôsob zapojenia znázorňuje obr. 3.1.



Obrázok 3.1. Lineárna topológia [3]

■ 3.3.2 Hviezdicová

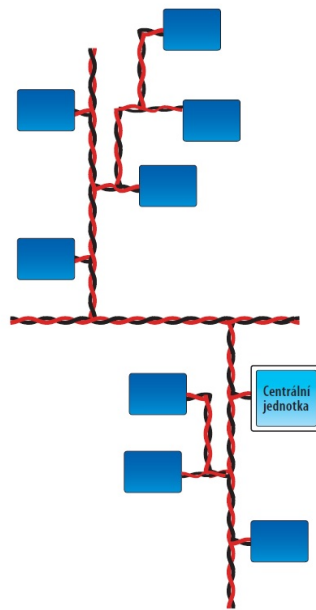
Hviezdicová topológia je náročnejšia na kabeľáž, no na druhej strane je spoľahlivejšia oproti zbernicovej. Všetky zariadenia sú pripojené na centrálny prvok siete. Prepojenie tak pripomína hviezdu ako na obr. 3.2.



Obrázok 3.2. Hviezdicová topológia [3]

■ 3.3.3 Stromová

Veľkou výhodou stromovej topológie je jej variabilnosť. Preto je aj najpoužívanejším spôsobom zapojenia. Vychádza z hviezdicovej topológie, ale môže sa ďalej ľubovoľne členiť (vetviť) a vytvárať menšie hviezdicové alebo lineárne celky ako na obr. 3.3.



Obrázok 3.3. Stromová topológia [3]

3.4 Spôsob komunikácie

Aby bolo možné riadenie systémov inteligentných budov, musia jednotlivé prvky systému (senzory, aktory, centrálna jednotka a i.) navzájom komunikovať. Prenos informácií a príkazov zabezpečuje dátové médium. To môže byť v podobe fyzického metalického kábla alebo rádiových vln stanovenej frekvencie.

Ak komunikácia prebieha po metalickom kábli, jedná sa o komunikáciu po zbernici. Zariadenia si posielajú informácie vo forme takzvaných telegramov. Je to súbor dát, teda postupnosť 0 a 1 v predpísanej forme. Pre správnu komunikáciu je nutné, aby adresa každého zariadenia bola v danom systéme unikátna. Všetky zariadenia pripojené na zbernicu sledujú telegramy, ale prijímu a vykonávajú len tie, ktoré sú pre nich určené. Konkrétny telegram obsahuje adresu zariadenia, ktoré telegram odosiela a adresu zariadenia, pre ktoré je určený. Najdôležitejšími údajmi, ktoré telegramy prenášajú, sú príkazy pre aktory a stavy zo senzorov. Môžeme z nich vyčítať, aká je teplota v miestnosti alebo aké svetlo má byť zapnuté. Presná podoba komunikácie závisí na použítom type. Líšia sa počtom vodičov, napätím, prúdom a štruktúrou telegramu.

Prenos telegramov je možný aj vzduchom bez použitia metalického prenosového média. V Českej republike je pre domácu automatizáciu vyhradené pásmo 868 MHz. Jeho používanie upravuje Český telekomunikačný úrad všeobecným oprávnením č. VO-R/10/05.2014-3 k využívání rádiových kmitočtů a k provozování zařízení krátkého dosahu. [4]

3.5 Inteligentné budovy

Tento pojem pochádza z USA, kde bol po prvýkrát použitý v osemdesiatych rokoch minulého storočia, a definuje vzájomné prepojenie technických prostriedkov, služieb a prostriedkov správy veľkých budov. Neskôr bol prevzatý Japoncami na označenie integrácie počítačových systémov riadenia technologických celkov budov. V súčasnosti

tento pojem v USA vymedzuje Intelligent buildings institute a v Európe European Intelligent Building Group.

Ako inteligentné môžeme označiť objekty s integrovaným manažmentom, teda s jednotným systémom riadenia, zabezpečenia a správy budov. Optimalizáciou a vzájomnou väzbou týchto zložiek sa dosahuje produktívne a nákladovo efektívne prostredie. Inteligentné budovy pomáhajú vlastníkom, správcom, ako aj užívateľom realizovať ich ciele v oblasti nákladov, komfortu, bezpečnosti, dlhodobej flexibility a predajnosti. [5]

■ 3.5.1 Rozdelenie inteligentných budov

Inteligentné budovy možno na základe stupňa inteligencie, včlenenej do danej budovy, rozdeliť do troch skupín[6] :

- Kontrolovateľné domy
- Programovateľné domy
- Inteligentné domy

V nasledujúcej časti sa budeme venovať analýze jednotlivých kategórií inteligentných budov a poukážeme na hlavné rozdiely medzi nimi.

Prvú základnú úroveň inteligentných budov tvoria takzvané kontrolovateľné domy. Nevyužívajú prostriedky umelej inteligencie, a tak nie je veľmi vhodné označovať ich za inteligentné. Táto kategória budov sa zameriava najmä na prostriedky umožňujúce prepojenie jednotlivých zariadení v dome a spôsobmi akými sú ovládané. Uľahčuje to obyvateľom domu sledovať a ovládať zariadenia moderným a efektívnym spôsobom. Už ako samotný názov hovorí, množstvo podsystémov a zariadení, ktoré obsahujú moderné domy, sú ovládateľné z jedného miesta v dome. Je to buď klasicky, pomocou rôznych typov káblov a kontrolného panelu alebo bezdrôtovo, pomocou diaľkového ovládača. Vzájomné prepojenie zariadení v ďalšom type budov umožňuje okrem ovládania aj výmenu médií medzi zariadeniami a jednoduchú komunikáciu obyvateľov domu. Teda napríklad prehrávanie hudby a videa z akéhokoľvek zariadenia na ľubovoľnom mieste domu. [6]

Programovateľné budovy sú v súčasnosti najrozšírenejšie a často nesprávne chápané ako vrchol inteligencie v budove. Infraštruktúra budovy umožňuje programovať akcie jednotlivých zariadení. Riadenie je realizované na báze riadiacich počítačov, prepojených konkrétnou komunikačnou technikou. Na riadiacu zbernicu sú pripojené všetky technické zariadenia, systémy, senzory a ovládacie prvky nachádzajúce sa v dome. Vďaka tejto realizácii riadenia domu je možné ľubovoľným ovládacím prvkom ovládať ľubovoľné ovládané zariadenie. Všetky akčné zásahy vykonávané systémom však musia byť vopred presne definované a naprogramované v systéme.

Riadiaci softvér vykonávajúci konkrétne ovládacie zásahy využíva na svoju činnosť metódy umelej inteligencie. Ide zväčša o fuzzy regulátory a neurónové siete. Aj keď programovateľné domy využívajú umelú inteligenciu v oveľa väčšom rozsahu ako kontrolovateľné domy, nemožno ich považovať za inteligentné budovy v pravom slova zmysle.[6–7]

Budovy patriace do tejto kategórie už môžeme právom označiť za skutočne inteligentné budovy. Kategórie programovateľných a inteligentných budov sú si veľmi podobné, no z pohľadu umelej inteligencie sú odlišnosti oveľa jasnejšie a väčšie.

Samotné vonkajšie konanie inteligentnej budovy sa veľmi nelíši od konania programovateľnej. Základný rozdiel sa skrýva v tom, čo tieto budovy vedie k takému konaniu. Rozhodnutia a konania programovateľných budov sú podmienené vopred naprogramovanými akčnými zásahmi, na základe podnetov zo senzorov alebo vzniku preddefinovanej situácie, na rozdiel od inteligentných budov, ktoré nepotrebujú žiadne počítačové

naprogramovanie. Inteligentná budova je totiž schopná naprogramovať sa samostatne v priebehu jej používania. Napomáhajú jej v tom rôzne senzory a iné zariadenia umožňujúce sledovať činnosti obyvateľov, zaznamenávať ich, a následne hľadať opakujúce sa akcie – zaužívané vzory správania.

Príkladom sú stále sa opakujúce situácie, podmieňujúce isté akcie. Dom tieto aktivity po dostatočne veľkom počte opakovaní označí ako model správania, a zaznamená v systéme. Dom sa na tieto udalosti môže vopred pripraviť, a eliminovať tak výdaj energií, ako aj zvýšiť komfort obyvateľov. Inteligentné budovy patriace do tejto kategórie majú najvyšší stupeň inteligencie v súčasných budovách. K tomu im výrazne napomáha rozsiahle využívanie rozličných metód umelej inteligencie. [6–7]

Kapitola 4

Možnosti iNELS BUS System

Táto kapitola sa zaoberá inteligentnou elektroinštaláciou iNELS BUS System spoločnosti ELKO EP s.r.o.. Ukazuje jeho prínos pre majiteľov a používateľov systému. Stručne popisuje funkcionality a technické parametre jednotlivých zariadení. Naznačuje spôsob zapojenia inštalácie a zásady pre jej návrh a realizáciu.

4.1 Zbernicová elektroinštalácia

Nosný systém inteligentnej elektroinštalácie iNELS tvorí zbernicové riešenie iNELS BUS System. Pre jeho integráciu do budovy je potrebné rozhodnúť ešte pred zahájením stavby či kompletnej rekonštrukcie. Vyžaduje značné stavebné zásahy. Ponúka však širokú škálu funkcií a je schopná integrovať všetky systémy v domácnosti. To prináša obyvateľom komfort a majiteľom úsporu elektrickej energie a energií na vykurovanie. Užívateľom ponúka rôzne spôsoby ovládania. Systém je možné rozširovať a kedykoľvek meniť jeho funkcionality. Podrobnejšie rozoberieme možnosti a technické parametre iNELS BUS System v nasledujúcich kapitolách.[3]

Zbernicové riešenie ponúka[3]:

- Úsporu energií vďaka regulácii osvetlenia a vykurovania
- Ovládanie tieniacej techniky – žalúzie, rolety, markízy
- Stmievanie osvetlenia a svetelné scény
- Dialkové spínanie elektrických spotrebičov
- Ovládanie brán a garážových dverí
- Logické a centrálné funkcie
- Manuálne aj automatické ovládanie
- Reakciu systému na podnety – prítomnosť osôb, otvorené okno
- Vzdialený dohľad
- Ovládanie cez TV
- Integráciu zariadení tretích strán

4.2 Využívané zbernice

V zbernicovej elektroinštalácii iNELS BUS sú využívané dva typy zbernice – inštalácia zbernica CIB a systémová zbernica EBM.

Zbernica CIB slúži na prepojenie periférnych zariadení s centrálnou jednotkou. Jej štruktúra je voľná, a tak možno využiť ľubovoľnú z vyššie uvedených topológií. V systéme sa však nesmie vytvoriť fyzicky uzavretý kruh. Ako prenosové médium sa využívajú dva vodiče, ktoré prenášajú jednosmerné napájacie napätie. Komunikačné dáta sú namodulované na dané napájacie napätie. Odporúča sa využiť krútený tienový pár a s priemerom žíl 0,8 mm (napr. J-Y(ST)Y 2x2x0,8; YCYM 2x2x0,8). Maximálna prípustná dĺžka jednej vetvy zbernice je 550 m, a závisí na úbytku napájania pripojených jednotiek. Jednotky sú schopné vykonávať svoju činnosť pri napájacom napätí v rozsahu

22–30 VDC. Na jednu vetvu zbernice CIB je možné pripojiť maximálne 32 periférnych jednotiek. Zároveň je však nutné vykonať kontrolný súčet menovitých prúdov jednotiek. Maximálne prúdové zataženie vetvy by nemalo prekročiť limit 1 A, ktorý je odvodený od maximálnej požadovanej dĺžky vetvy zbernice a úbytku napájacieho napätia.

EBM je systémová zbernica, na ktorú sa pripája centrálna jednotka (CU3–01M(02M)), externý máster (MI3–02M), GSM komunikátor (GSM–01M) a taktiež prevodníky pre technológie osvetlenia DALI A DMX (EMDC–64M). Na rozdiel od zbernice CIB je pri EBM nutné dodržiavať prísne líniovú topológiu s dĺžkou vetvy do 500 m. Oba konce zbernice musia byť zakončené 120 Ω odporom. Na kabeláž je vhodné použiť STP kábel, minimálne CAT5e.[3]

4.3 Bezdrôtová elektroinštalácia

Bezdrôtové riešenie iNELS RF Control je vhodné na použitie v už obývaných či dokončených budovách alebo v prípade, ak sa pri projektovaní budovy nepočítalo s využitím inteligentnej inštalácie, a teda nebola tomu prispôsobená kabeláž. Bezdrôtové zariadenia je možné kedykoľvek integrovať do fungujúceho systému bez nutnosti stavebných zásahov do konštrukcie budovy. Zariadenia sú schopné vo voľnom priestranstve medzi sebou komunikovať až do vzdialenosti 200 metrov. Reálny dosah závisí na dispozícii objektu a použitých stavebných materiálov, ich zložení a hrúbke. Vo všeobecnosti však v objekte dokáže prejsť približne 5 stien. Takáto vzdialenosť postačuje aj pri použití v rozsiahlejších objektoch. Napomáha tomu aj zosilňovač signálu RFRP–20, ktorý stačí jednoducho pripojiť do zásuvky. Centralizáciu zabezpečuje RF Touch, ktorý napríklad riadi časový priebeh vykurovania. Samostatne však môže komunikovať aj jedno vysielacie a jedno prijímacie zariadenie, preto prijímače obsahujú programovacie tlačidlá. Multimediálne funkcie môžeme priniesť do bezdrôtovej elektroinštalácie pomocou eLAN–RF, ktorý následne pripojíme cez ethernet do domácej siete. To nám umožní ovládanie pomocou aplikácie iHC.[3]

4.4 Základné jednotky systému

4.4.1 Centrálna jednotka

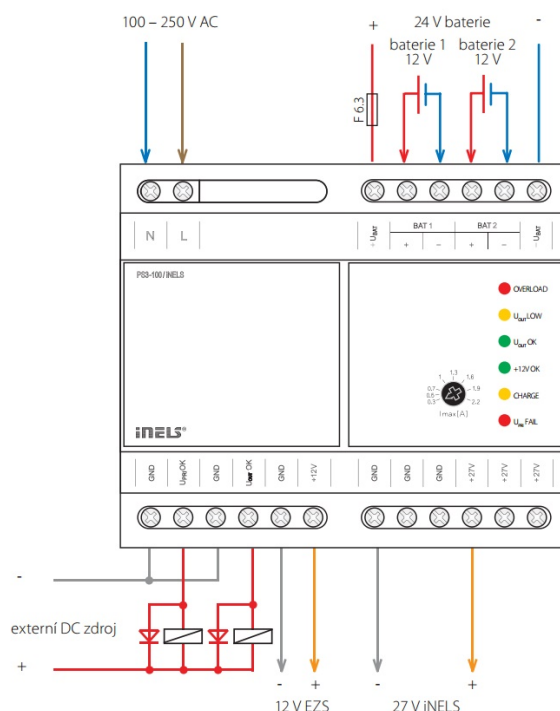
Tvorí hlavný riadiaci prvok systému. Je možné použiť jednotky s označením CU3–01M alebo CU3–02M. Jednotka CU3–02M je určená pre systémy využívajúce bezdrôtové zariadenia. Je vybavená RF modulom, a tak je schopná komunikovať s jednotkami iNELS RF Control. Je určená na upevnenie na DIN lištu. Ideálnym napájacím napätím je 27 V jednosmerných. Čas v jednotke je možné synchronizovať cez NTP serveru. Ovláda sa pomocou smerového tlačidla doplneného OLED displejom na prednej strane. Na pripojenie k jednotke z PC alebo vzdialene, prostredníctvom internetu, slúži ethernetový port RJ45. Týmto spôsobom sa do jednotky nahráva aj samotný program vytvorený v nástroji iNELS3 Designer & Manager. Projekt a remanentné dáta sú uložené na non-volatilej pamäti, a tak sa v jednotke uchovávajú aj bez prítomnosti napätia.[3][3]



Obrázok 4.1. Centrálna jednotka CU-01M [3]

4.4.2 Napájací zdroj

Pre napájanie systému je stanovený zdroj PS3–100/iNELS. Je navrhnutý ako stabilizovaný spínaný zdroj s výkonom 100 W a galvanickým oddelením od siete. Slúži na napájanie centrálnych jednotiek, externých mástrov a prostredníctvom oddeľovačov zbernice aj samotnej zbernice CIB. Pre tieto účely má zdroj na výstupe 27,6 V DC. Súbežne poskytuje 12,2 V DC. Tie slúžia na napájanie zariadení EZS a EPS. Má v sebe integrovanú funkciu UPS, a po pripojení batérií je schopná napájať zariadenia aj pri výpadku dodávky energie zo siete.[3][3]

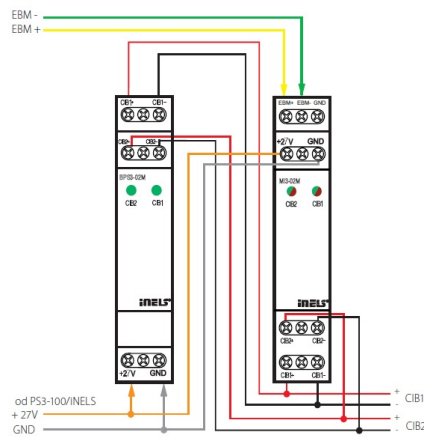


Obrázok 4.2. Napájací zdroj PS3–100/iNELS [3]

4.4.3 Externý master zbernice CIB

Ak nám nepostačuje maximálny prípustný počet zariadení pripojených na zbernicu, je možné systém rozšíriť pomocou externých mástrov zbernice MI3–02M. Po jeho pripojení k centrálnej jednotke je možné pripojiť ďalších 2x32 zariadení. Pričom maximálny počet externých mástrov je 8. Pri tejto maximálnej konfigurácii je možné do systému pripojiť až 576 zariadení. Je však potrebné brať do úvahy prúdové zaťaženie jednotlivých vetiev zbernice. Externé mástre sú k centrálnej jednotke pripojené pomocou zbernice EBM.

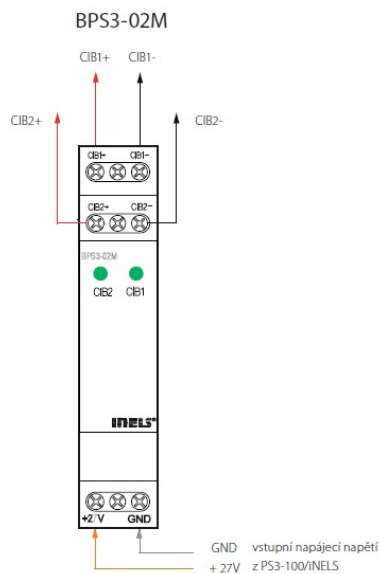
Pre ich pripojenie je však nutné použiť oddeľovací člen BPS3-02M alebo BPD3-01M pre napájanie jedinej zbernice.[3]



Obrázok 4.3. Príklad zapojenia externého mástra MI3-02M [3]

4.4.4 Oddeľovač zbernice od napájacieho zdroja

Zbernicu CIB je nutné od zdroja napätia impedančne oddeliť. K tomu nám slúžia oddeľovacie jednotky BPS3-01M alebo pre oddelenie dvoch zbernic BPS3-02M. Tvorí základnú súčasť inštalácie, a je nutné ho použiť ku každej centrálnej jednotke a externom mástri. Výstup je vybavený prepäťovou a nadprúdovou ochranou.[3]

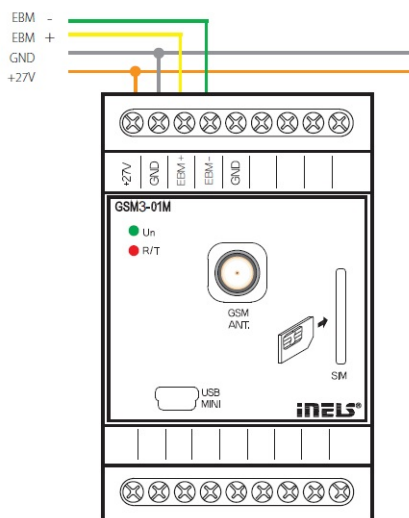


Obrázok 4.4. Oddeľovač zbernice od napájacieho zdroja BPS3-02M [3]

4.4.5 GSM komunikátor

Ak chceme so systémom pohodlne komunikovať cez krátke SMS správy, je nevyhnutné do systému pripojiť GSM komunikátor GSM3-01M. Zároveň je možné zo systému prijímať správy o stave či vykonaných udalostiach. Na základe naprogramovania je schopné komunikovať až s 32 rôznymi telefónnymi číslami. Maximálna dĺžka správ je 20 znakov. Komunikátor je schopný vykonať hovor alebo reakciu na prichádzajúci hovor. Na programovanie jednotky slúži mini USB port na prednej strane zariadenia. Komunikátor

je k centrálnej jednotke pripojený zbernicou EBM. Pre správnu funkciu je potrebné pripojiť dodanú externú anténu.[3]



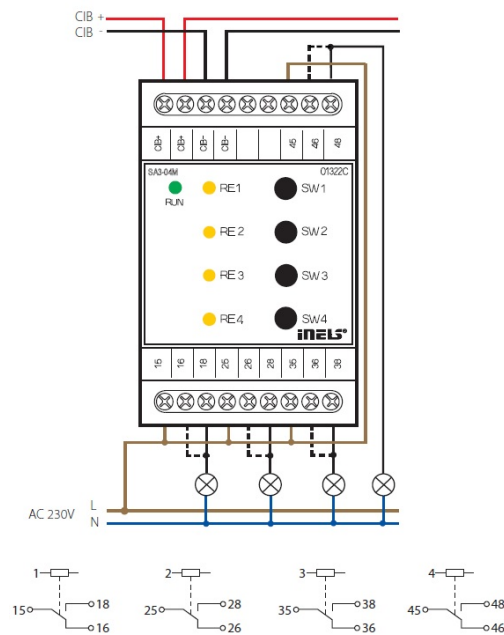
Obrázok 4.5. GSM komunikátor GSM3-01M [3]

4.5 Periférne zbernicové jednotky

4.5.1 Spínacie aktory

Na spínanie osvetlenia, zásuvkových obvodov, ako aj samotných zariadení, slúžia spínacie aktory. Vďaka ich funkcionalite je ich počet v systéme zväčša najvyšší. Spínanie zabezpečujú integrované reléové obvody, na základe inštrukcií získaných z CIB zbernice. Ich použitie je veľmi variabilné, keďže sa vyrábajú v rôznych vyhotoveniach podľa počtu spínaných výstupov. Dodávané sú v prevedení modulov, inštalovaných na DIN lištu rozvádzača alebo boxované do inštaláčnej krabice.

Na DIN lištu je možné inštalovať aktory s označením M-modul. Je možné spínať 2 až 12 výstupov. Kontakty na všetkých moduloch je možné ovládať aj manuálne, pomocou tlačidiel na prednom paneli jednotiek. Najmenší je SA3-02M a ovláda dva nezávislé prepínacie kontakty. Kontakty môžu spínať rôzny potenciál a sú dimenzované na zaťaženie 16 A/4000 VA. Pre spínanie štyroch kontaktov je určený spínací štvorkanálový aktor SA3-04M. Výstupné kontakty sú dimenzované na rovnaké prúdové zaťaženie ako predošlý model. Model SA3-06M dokáže spínať až 6 nezávislých relé, ale zaťaženie kontaktov je o polovicu nižšie – 8 A/2000 VA. V tomto prípade už nie je možné spínať rôzne potenciály. Pre štvoricu relé na spodnej strane je jeden spoločný potenciál a pre dvojicu na hornej strane druhý. Najväčším je spínací dvanásťkanálový aktor SA3-012M. Obsahuje 12 nezávislých relé rozdelených do troch štvoric. Každá štvorica spína rovnaký potenciál pri maximálnom zaťažení vstupnej svorky 16 A. Jednotlivé výstupné kontakty je možné zaťažiť na 8 A/2000 VA. Z dôvodu zníženia záťaže CIB zbernice vysokým počtom spínaných relé, je táto jednotka napájaná priamo sieťovým napätím 230 V.



Obrázok 4.6. Spínací štvorkanálový aktor SA3-04M [3]

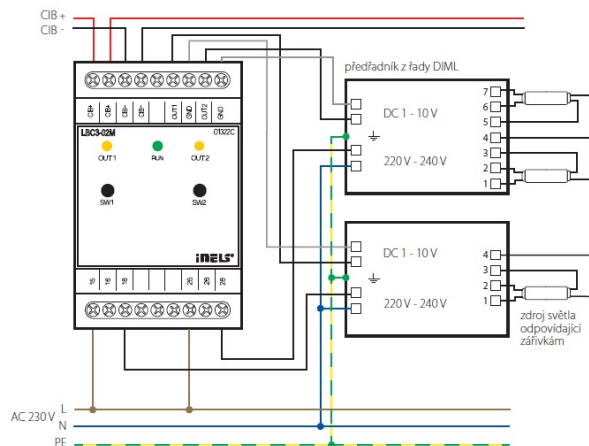
Použitím boxovaných spínacích aktorov určených do inštalačnej krabice znížime nároky na dĺžku silovej kabeláže a rozmery rozvodnej skrine. Vyrába sa v dvoch prevedeniach, a to ako SA3-01B s jedným spínacím relé a maximálnym zaťažením 16 A/4000 VA alebo SA3-02B a maximálnym zaťažením 8 A/2000 VA. Tieto aktory sú navyše oproti modulovým vybavené teplotným vstupom na pripojenie externého teplotného senzoru TC/TZ.

Medzi spínacie aktory radíme aj roletový (žalúziiový) aktor JA3-02B/DC. Realizuje ovládanie roliet, žalúzií, markíz, garážových brán a iných pohonov s napájacím napätím do 24 V. Ovláda pohony v oboch smeroch so zabudovaným koncovým spínačom. Je vyhradený na montáž do inštalačnej krabice a rovnako ako boxované spínacie aktory, obsahuje teplotný vstup.[3][3]

4.5.2 Stmievacie aktory

Neoddeliteľnou súčasťou moderných domácností sa v dnešnej dobe stávajú stmievateľné svetidlá. Ich prínos je jednak v zvyšovaní komfortu a možnosti vytvárania rôznorodých svetelných scén podľa prání užívateľov, no významnejší je ich prínos v podobe úspory elektrickej energie. Rovnako populárne sa vďaka znižujúcej sa cene a ich ľahkej dostupnosti stávajú RGB LED svetelné zdroje, ktoré ponúkajú užívateľom ešte oveľa viac alternatív.

Základ tvorí univerzálny dvojkanálový stmievací aktor DA3-22M. Služi k stmievaniu širokej škály svetelných zdrojov s napájaním 230 V. Je ním možné regulovať intenzitu jasov odporových (žiarovka, halogénová žiarovka), indukčných (nízko voltové halogénky s vinutým transformátorom), kapacitných zdrojov (nízko voltové halogénky s elektrickým transformátorom), ako aj LED či stmievateľných úsporných žiariviek (ESL). Maximálne zaťaženie jedného kanála je 400 VA. Navyše má v sebe integrované dva binárne vstupy pre pripojenie tlačidla alebo vypínača.



Obrázok 4.7. Stmievací dvojkanálový aktor pre žiarivky LBC3–02M [3]

Na stmievanie žiariviek je možné do systému pripojiť dvojkanálový aktor LBC3–02M. Ten analógovo ovláda predradníky žiariviek signálom 1–10 V. Na výstupy sú naviazané dva reléové prepínacie bezpotenciálové kontakty. Kontakty sú dimenzované na maximálnu záťaž 16 A/ 4000 VA.

Do systému iNELS je možné integrovať aj osvetlenie riadené technológiami DALI a DMX. Prevodník iNELS–DALI/DMX EMDC–64M dokáže riadiť až 64 nezávislých predradníkov DALI alebo 32 prijímačov DMX (po použití opakovačka 64). Súčasne je možné ovládať len jednu z podporovaných technológií osvetlenia. Jednotka je riadená prostredníctvom zbernice EBM alebo bezdrôtovým vysielačom systému iNELS RF Control. Jednotka je napájaná priamo zo siete 230 V. Systémy DALI a DXM je možné riadiť aj pomocou jednotky DCDA–33M/RGB.

Stmievanie RGB LED svetelných zdrojov napájaných 12–24 V DC je možné v systéme iNELS pomocou DCDA–33M/RGB alebo RFDA–73M/RGB pre bezdrôtové RF ovládanie. Jednotky poskytujú tri riadené kanály. Vstupné obvody komunikačných rozhraní sú opticky oddelené od napájania pripojených svetiel, a tak je jednotka odolná voči elektromagnetickému rušeniu.[3][3]

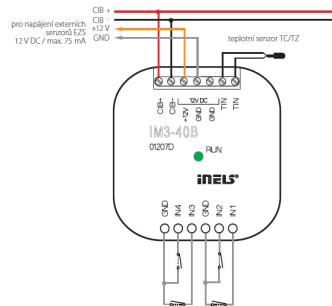
4.5.3 Vstupné jednotky

V elektroinštalácii je možné použiť jednotky binárnych vstupov. Sú určené na pripojenie zariadení iných výrobcov, ako sú spínače, prepínače, tlačidlá či detektory EZS a EPS. Je vhodné ich využiť pri rekonštrukciách, kde je možné získavať informácie z už inštalovaných vypínačov. Ponúkajú vyvážené vstupy pre EZS. Je nimi možné napájať PIR čidlá, detektory EZS, požiarne a plynové detektory jednosmerným napätím 12 V. Sú rovnako schopné počítat impulzy, a tak je pomocou nich možné čítať údaje o spotrebe energií z pulzných meračov. Takýmto spôsobom môžeme systém iNELS rozšíriť o ďalšie zariadenie, ktoré dokážeme ovládať a kontrolovať ich stav. Dosiahneme tak integráciu väčšej škály technológií využívaných v domácnosti.

Pre montáž do inštaláčnej krabice sú dostupné tri varianty a jeden variant pre montáž na DIN lištu. Jednotky IM3–20B, IM3–40B a IM3–80B sú určené do inštaláčnej krabice a možno k nim pripojiť 2, 4 a 8 bezpotenciálových kontaktov. Podobne ako pri spínacích aktorov umožňujú pripojenie dvojvodičových teplotných senzorov. K jednotke IM3–140M je možné pripojiť až 14 zariadení. Je určená pre montáž na DIN lištu.

Na snímanie teploty podlahy, vonkajšej teploty alebo teploty technologických zariadení – fotovoltaických panelov, kotlov a i. je najvhodnejšie použiť teplotné vstupy.

Dodávajú sa v prevedení TI3–10B pre jeden a TI3–40B je pripojenie štyroch teplotných senzorov. Tieto sú určené na montáž do inštaláčnej krabice. V prevedení do rozvodnej skrine je k dispozícii model TI3–60M, ku ktorému je možné pripojiť až šesť senzorov. Celá rada podporuje pripojenie dvojvodičových teplotných senzorov TC/TZ, dvoj alebo trojvodičových teplotných senzorov Ni1000, Pt1000 a Pt100. Údaje získané jednotkami je následne možné v systéme ľubovoľne využiť pre potreby regulácie alebo len ako informáciu pre obyvateľov domu.[3]



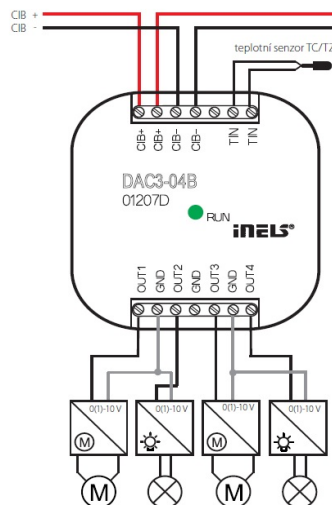
Obrázok 4.8. Príklad zapojenia IM3–40B [3]

4.5.4 Prevodníky

Na pripojenie zariadení, ktoré generujú analógový signál alebo pre riadenie zariadení analógovým signálom, potrebujeme do systému zapojiť príslušné prevodníky.

Prevod z analógového na digitálny signál zabezpečuje prevodník ADC3–40M. Disponuje štyrmi analógovými a dvoma teplotnými vstupmi. Je schopný spracovať prúdový aj napätový signál z analógových snímačov, no zároveň je vhodný napríklad na pripojenie presnejších meteostaníc.

Digitálny na analógový signál nám prevedú jednotky DAC3–04B pre montáž do inštaláčnej krabice a DAC3–04M na DIN lištu. Obe generujú štyri analógové napätové signály regulované v rozsahu 0–10 V alebo 1–10 V. Navyše sú vybavené teplotným vstupom pre pripojenie TC/TZ teplotného senzoru. Využívajú sa najmä na stmievanie žiaroviek, ovládanie stmievačov, termostatických hlavíc, servopohonov a zariadení na meranie a reguláciu.[3][3]



Obrázok 4.9. Digital – analógový prevodník DAC3–04B [3]

■ 4.5.5 Ovládače a nástenné jednotky

Užívatelia systému iNELS majú na výber širokú škálu ovládacích prvkov v rôznych technických a designových prevedeniach. Prostredníctvom tlačidiel či dotykových displejov tak užívatelia dávajú systému príkazy na vykonanie ľubovoľných naprogramovaných funkcií.

Základnú a najviac používanú radu tvoria dvojtláčidlo WSB3–20 a štvortlačidlo WSB3–40. Majú vstavané mikrotlačidlá s nízkym zdvihom a indikačné LED pre každú kolísku. Vyššiu radu tvoria sklenené dotykové ovládače GBS3. Sú dostupné ako štvor (GBS3–40), šesť (GBS3–60) či osem kanálové (GBS3–80). Sú vybavené LED pre každý dotykový hmatník a sú schopné signalizovať dotyk vibráciou alebo zvukovým tónom. Oproti klasickým vypínačom umožňujú ovládať jedným tlačidlom viacero funkcií. Ku stlačeniu môže byť v systéme priradené makro, ktoré vykoná príslušnú postupnosť akcií. Taktiež môžu pomocou LED indikovať stav ľubovoľného zariadenia, pripojeného k systému. Vypínače dokážu rozoznávať krátky a dlhý stisk, a tak uľahčujú ovládanie stmievateľných svetelných zdrojov alebo tieniacej techniky. Ovládače sú vybavené teplotným senzorom, ako aj vstupom pre pripojenie externého teplotného senzoru TC/TZ. Takto môžeme jednoducho kontrolovať teplotu v každom mieste budovy, kde je umiestnený ovládací prvok. Jednotky zároveň poskytujú pripojenie ľubovoľného externého binárneho tlačidla.

Najprepracovanejším ovládacím prvkom je jednotka s dotykovým displejom EST3. Je vhodné umiestňovať ho do miest, odkiaľ je potrebné ovládať väčšie množstvo zariadení. Na 3,5" plne farebnom displeji je možné zobraziť 4 až 12 tlačidiel. K jednotlivým tlačidlám je možné priradiť symbol alebo text podľa funkcie, ktorú ovládajú. Podľa priradeného výstupu sú tlačidlá príslušne animované. Táto jednotka ďalej ponúka obrazovku pre reguláciu teploty, ovládanie RGB svetiel alebo klávesnicu EZS. Neobsahuje integrovaný teplotný senzor ani svorky pre jeho pripojenie. V softvéri je však k nemu možné priradiť ľubovoľný teplotný vstup. Takto možno ovládať teplotu v miestnosti o ± 5 °C pomocou virtuálneho kolieska alebo tlačidiel „+“ , „-“ s citlivosťou 0,5 °C. Ovládanie farby a jasú RGB svetelných zdrojov je veľmi jednoduché pomocou farebnej palety. Na displeji môžeme navyše kontrolovať stav štyroch ľubovoľných logických vstupov alebo výstupov.

Nastavovať a kontrolovať teplotu v miestnosti je možné v systéme pomocou digitálneho izbového termoregulátora IDRT3–1. Zariadenie je vybavené integrovaným teplotným senzorom. Na podsvietenom displeji je možné zmeniť aktuálnu teplotu o ± 3 °C (taktiež možné o 4 alebo 5 °C, podľa nastavenia v iDM3), prípadne zadať konkrétnu teplotu.

V rovnakom dizajnovom prevedení a rozmeroch je dostupná čítačka kariet, určená pre montáž do inštalačnej krabice. Môže slúžiť na ovládanie EZS, ako prístupový systém alebo na ovládanie zariadení. Podporuje RFID média technológie NFC s frekvenciou 13,5 MHz. Navyše obsahuje dve tlačidlá rovnako ako WSB–20. Je vybavená 8 A reléovým výstupom pre priame spínanie zariadení.[3]

■ 4.6 Aplikácie iNELS Home Control

Systém iNELS prináša jednoduché a intuitívne ovládanie pomocou smartphona, tabletu či smart TV. Sprostredkúva to príslušné aplikácie iHC, ktoré sú voľne dostupné na stiahnutie prostredníctvom AppStore a GooglePlay.

Do systému je potrebné pripojiť Connection Server, ktorý prekladá protokoly tretích strán. Umožňuje tak ovládať elektroinštaláciu, ale aj klimatizáciu či domáce spotrebiče

Miele. Ďalšou možnosťou je multimediálny iMM Server, ktorý navyše ponúka multimediálne funkcie, ako zdieľanie fotografií, hudby, videí, televízie či internetu do video a audio zón v celej budove. Takto je možné z príslušných zón ovládať celý systém iNELS.[3]

4.7 Multimédia

Dnešná doba prináša obrovské množstvo multimédií v rozličnej podobe. Jedná sa o hudbu, fotografie, videá, filmy a mnoho ďalších. Môžu byť uložené a distribuované rozličným spôsobom na rôznych médiách. Správa a prezeranie tohto obsahu môže byť často náročná a neprehľadná. Integráciou všetkých multimédií, ktorú systém iNELS ponúka, získame komfortný a intuitívny spôsob ich správy a prehrávania.

Centrálnou jednotkou rozširujúcou systém iNELS o multimediálne funkcie je zariadenie iMM. To je v schopné v rovnakej hardvérovej konfigurácii pomocou rozdielnej softvérovej výbavy, plniť tri rôzne funkcie - serveru alebo klienta v systéme iNELS, nezávislé zariadenie na správu multimédií bez iNELS. Samotný server sprostredkúva komunikáciu s iNELS BUS System a umožňuje napr. ovládanie svetiel, kúrenia. Umožňuje aj integráciu zariadení iných značiek, napr. klimatizácií LG, Daikin, Sanyo a regeneračných jednotiek Atrea a AirPohoda. Ponúka jednoduché sledovanie a záznam kamier značiek BOSCH, Samsung, Vivotek, Air live a mnoho iných, podporujúcich ONVIF protokol. Tiež poskytuje pripojiť kamery AXIS pomocou protokolu VAPIX. Dokáže riadiť aj domáce spotrebiče Miele, obsluhovať vstupné hlásiče (protokol SIP). Zobrazuje aktuálny stav a predpoveď počasia pomocou pripojených meteostaníc. Dáva užívateľom kontrolu nad spotrebou jednotlivých energií v dome, ako plyn, voda, elektrina a i.. Po pripojení NAS umožňuje uchovávať veľké množstvo rozličných multimédií a následne ich jednoducho distribuovať po dome.

V móde iMM Klienta prináša tieto funkcie do ľubovoľnej video zóny a televízora v dome. Môžeme tak nielen sledovať film či počúvať hudbu, bez hľadania a prenášania DVD, ale aj pohodlne ovládať osvetlenie či žalúzie v izbe. Pokyny vo videozóne môžu byť naviazané na iné funkcie alebo makrá, a tak sa po spustení filmu môže automaticky nastaviť scéna pre film. Video sa do zariadení prenáša cez HDMI, display portu a audio cez HDMI, 3,5 mm stereo/optický JACK. Jednotliví klienti sú prepojení so serverom 1Gbps ethernetom.

Jednoduchšie zariadenie predstavuje Connection Server. Prináša funkcie iMM bez podpory multimédií, teda video a audiozón. Zároveň nie je schopné vytvoriť centrálnu úložisko dát. Taktiež nepodporuje ovládanie zariadení zo systému IR signálom prostredníctvom eLAN-IR. Hardverovo je postavený na Raspberry PI a celok tvorí spolu s dodávaným Linux OS s príslušnými softvérovými prostriedkami.

Ďalšie audiozóny v dome môžeme vytvárať aj pomocou iMM Audio Zone-R. Je postavený na podobnej platforme ako Connection Server. Prostredníctvom neho tak môžeme prehrávať audio uložené v systéme na iMM Serveri alebo NAS. Hudba je prehrávaná vďaka Logitech Media Serveru. Je k nemu možné pripojiť zariadenia prehrávajúce hudbu ako mp3 prehrávač alebo mobilný telefón. Reprodukory sa k zariadeniu pripájajú cez 3,5 mm JACK alebo z HDMI portu.

Veľmi elegantný spôsob ovládania širokej škály zariadení ovládaných IR signálom poskytuje eLAN-IR-003. Po pripojení do systému iNELS vysiela IR signál, a tak ovláda TV, DVD prehrávače, satelitné prijímače, hi-fi, ako aj klimatizácie a i.. Odpadá tak potreba veľkého množstva ovládačov v dome, a všetky zariadenia je možné ovládať

z jedného miesta prostredníctvom systému iNELS. Postačí nám k tomu smartphone alebo tablet.

Multimediálne funkcie do domácností prináša aj zariadenie LARA. Umožňuje prehrávanie hudby a internetových rádii (LARA Radio). Môže slúžiť aj ako dverný komunikátor a videotelefón (LARA Intercom). Mediálny obsah možno v zariadení prehrávať cez WIFI alebo iné zariadenie pripojené cez 3,5 mm JACK. Hudba môže byť uložená na centrálnom úložisku dát (iMM Server) alebo NAS. Disponuje 1,5" farebným OLED displejom a dvoma 10 W reproduktormi. K zariadeniu je možné pripojiť aj externé reproduktory. Je možné ju namontovať do inštalačnej krabice, a tak je vhodná do kúpeľní, WC, predsiení a i.. Intercom navyše túto funkcionálnu rozširuje o video komunikáciu. Prostredníctvom LARA Intercom je tak možné vidieť a komunikovať s návštevníkmi pri vchodových dverách. Taktiež je schopná vykonať video hovor medzi jednotlivými LARA zariadeniami v dome, ako aj medzi zariadeniami s iHC aplikáciou (smartphone, tablet, smart TV).[8][9]

Kapitola 5

Návrh elektroinštalácie iNELS v drevostavbe

V tejto kapitole popisujeme návrh jednotlivých systémov v dome a ich možné prepojenie so systémom iNELS. V projekte sa snažíme o čo najväčšiu integráciu systémov a maximálne využitie možností ponúkaných systémom iNELS. Projektová dokumentácia k tomuto návrhu je zahrnutá v prílohe č. 4 až 6.

Navrhnuté technológie:

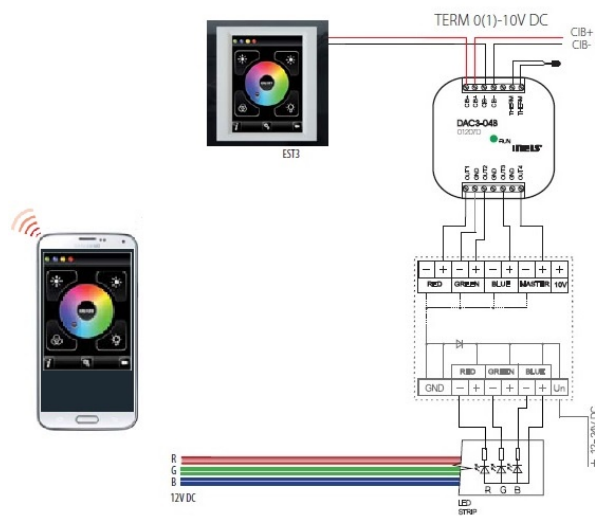
- Svetelné a zásuvkové obvody
- Tieniaca technika
- Integrácia systémov HVAC (kúrenie, príprava teplej vody, vzduchotechnika, fotovoltaicko–tepelné kolektory)
- EZS a EPS
- Meranie energií
- Multimédia a zariadenia tretích strán

5.1 Osvetlenie

Svetelné okruhy sú navrhnuté podľa ČSN 33 2130 Elektrické instalace nízkého napětí – Vnitřní elektrické rozvody a ČSN EN 12464–1 Světlo a osvětlení: Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory. [10] [11]

Všetky svetelné okruhy v tmavých, prípadne málo obývaných priestoroch sú navrhnuté ako spínané. Jedná sa o osvetlenie podzemného podlažia, kde sa nachádza pivnica, sklad vína a ďalšie priestory. Taktiež ako spínané sú navrhnuté svetlá v garáži a prilahlých miestnostiach, toaletách a kúpeľniach. Spínanie je realizované pomocou spínacích aktorov SA3–06M, respektíve SA3–012M. Pre zvýšenie pohodlia a zníženie spotreby je osvetlenie v kúpeľniach a toaletách spínané samočinne na základe pohybového senzoru. V prípade dlhšieho pobytu je možné svetlo klasicky zapnúť pomocou vypínača. Pre dosiahnutie ideálneho osvetlenia v jednotlivých miestnostiach sú svetelné okruhy v izbách a spálniach navrhnuté ako stmievateľné. Samotné stmievanie realizujú stmievacie aktory DA3–22M. Nastavenie intenzity osvetlenia sa pri čo najväčšej úspore energie a vysokom komforte vykonáva automaticky. Systém získava informácie o osvietenosti miestnosti na základe fotosenzoru SKS, z ktorého signál privedieme do iNELS pomocou analógovo–digitálneho prevodníka ADC3–40M. Po zapnutí svetla tak nastaví svetelný zdroj na potrebnú hodnotu jasú, aby bola v miestnosti dosiahnutá potrebná výsledná hodnota jasú. Efektívne sa tak využíva prírodné aj umelé osvetlenie. Pri šere či západe slnka tak nemusíme svietiť plnou intenzitou. Taktiež si môžeme nastaviť zníženú intenzitu svetiel pri zasvietení počas spánku, aby sme neboli oslepený vysokou intenzitou, napríklad pri ceste na toaletu. Postupné zvyšovanie jasú, v kombinácii so žalúziami, je možné použiť pri rannom vstávaní. Môžeme tak simulovať vychádzanie slnka v čase, keď potrebujeme vstávať. Potrebnú intenzitu osvetlenia si však obyvatelia môžu doladiť pomocou nástenných vypínačov či aplikácie iHC.

V dome je zároveň navrhnuté použitie viacerých LED pásov. Ovládanie tohto typu svetiel je zabezpečené stmievateľným aktorom RFDA-73M/RGB (vid. 5.1). Rozmiestnenie LED pásov je znázornené v projekte. LED pásy s možnosťou nastavenia farby, teda RGB, boli umiestnené v obývacích izbách, spálni, vinnej pivnici a na terase. Jas a konkrétnu farbu je možné zvoliť pomocou ovládacích jednotiek s dotykovým displejom EST3, prípadne pomocou aplikácie iHC. V kúpeľniach, kuchyni a šatníku je použitých niekoľko okruhov klasických LED pásov. V tomto prípade je možné meniť len ich jas, napríklad pomocou nástenných vypínačov.











Obrázok 5.1. Ovládanie RGB LED pásov pomocou RFDA-73M/RGB

Okolie domu je osvetlené vonkajším osvetlením s krytím IP66. Kvôli dosiahnutiu efektívnosti a komfortu sú taktiež navrhnuté ako stmievateľné. Ich jas je nastavený automaticky pomocou fotosenzoru, prípadne ručne. Osvetlenie môže byť spínané podľa časového režimu, respektíve na základe pohybového senzoru.

Rozmiestnenie jednotlivých svietidiel v dome je znázornené v priloženej projektovej dokumentácii, v prílohe č. 1 až 3. Na základe tohto návrhu boli zvolené svetelné zdroje, prevažne firmy ELKO Lighting s.r.o.[12] Na základe počtu jednotlivých typov svetelných zdrojov vyplývajúceho z projektu sme vypočítali celkový svetelný výkon osvetlenia, znázornený v tabuľke 5.1.

Pre detailnejší návrh a presnejšie dimenzovanie osvetlenia v jednotlivých miestnostiach, je vhodné využiť program DIALux. Ten nám pomôže správne rozmiestniť jednotlivé svietidlá a vybrať vhodné svetelné zdroje na dosiahnutie udržiavanej osvetlenosti E_m pri čo najnižšej spotrebe.

Svetlá							
Spínané	Model	Príkon	Účinnosť	Účinnosť	Teplota chromatičnosti	Počet	Príkon celkovo
			[W]	[lm/W]	[%]		
Žiarivka		15	85	13		18	270
LED Trubica	 LT-G13-800-6K	8	95	15	6000	4	32
LED	 LB-E27-400-5K	5,3	75,5	13	5000	54	286,2
		[W/m]	[lm/W]	[%]	[K]	[m]	[W]
LED pás biely	 White ELKO Lighting	14,5	91,6	14	5500	2	27
Stmievané	Model	Príkon	Účinnosť	Účinnosť	Teplota svetla	Počet	Príkon celkovo
		[W]	[lm/W]	[%]	[K]	ks	[W]
LED Trubica	 LT-G13-800-6K	8	95	15	6000	10	80
LED	 DLB-E27-1060-5K	13	81,5	13	5000	50	650
		[W/m]	[lm/W]	[%]	[K]	[m]	[W]
LED pás biely	 White ELKO Lighting	14,5	91,6	14	5500	45	656
LED pás farebný	 RGB ELKO Lighting	14,4	91,6	14		30	432
Bez LED pásov				S LED pásmi			
Počet	Dĺžka	Príkon celkovo		Počet	Dĺžka	Príkon celkovo	
ks	[m]	[W]		ks	[m]	[W]	
136	0	1318,2		136	77	2434	

Tabuľka 5.1. Navrhovaný inštalovaný výkon osvetlenia

5.2 Zásuvkové okruhy

V nasledujúcej kapitole si popíšeme postup návrhu zásuvkových okruhov. Spomenieme príslušné, v súčasnosti platné normy, ktoré je potrebné dodržiavať pri návrhu elektroinštalácie v interiéri, ako aj exteriéri rodinného domu. Poukážeme na odlišnosti vedenia inštalácie v drevostavbách, teda horľavých materiáloch. A vyzdvihneme výhody, ktoré nám prináša inteligentná elektroinštalácia.

Pri návrhu zásuvkových obvodov je potrebné dodržiavať radu noriem ČSN 33 2000 Elektrická instalace nízkého napětí a príslušné zákony odvolávajúce sa na túto normu. Nové inštalácie musia byť spracované v súlade s ustanoveniami stavebného zákona č. 50/1976 Sb. a naväzujúcich predpisov. Zároveň je v samotnej inštalácii možné použiť len výrobky vyhovujúce stanoveným a overeným technickým požiadavkám v zmysle zákona č. 22/1997 Sb a v znení neskorších predpisov. Všetky elektrické predmety vyrobené podľa európskych noriem musia byť vybavené ochrannou značkou CE. Keďže ide o návrh inštalácie v drevostavbe, sú vo veľkom množstve použité horľavé stavebné materiály. Jedná sa hlavne o sadrokartón, OSB dosky, drevené hranoly, ktoré tvoria základ jednotlivých konštrukcií, ale aj ďalšie drevené materiály. Vedenie káblov a montáž elektroinštaláčnych krabíc v stenách z týchto materiálov upravuje ČSN 33 2000–4–482 – Ochrana proti požáru v priestoroch se zvláštnim rizikom alebo nebezpečím. Jednotlivé stavebné materiály sú podľa normy ČSN EN 13501-1 rozdelené do tried reakcie na oheň od A1 po F, respektíve podľa ČSN 33 2312 (Elektrické zariadenia v horľavých látkach a na nich)[13], vid. tabuľka 5.2.[14]

Prevod stupňov horľavosti na triedu reakcie na oheň		
Stupeň horľavosti	Trieda reakcie na oheň	Príklady materiálov
A - nehorľavé	A1	kameň, bridlica, betón, tehla, dlaždice, kov
B - neľahko horľavé	A2	dosky z minerálnych vlákien, heraklit
C1 - ťažko horľavé	B	tvrdé drevo, preglejka, tvrdý papier
C2 - stredne horľavé	C alebo D	mäkké drevo, drevotrieska, drevovláknité dosky
C3 - ľahko horľavé	E alebo F	drevené materiály s povrchovou úpravou

Tabuľka 5.2. Prevod stupňov horľavosti na triedu reakcie na oheň

Našu elektroinštaláciu vedieme prevažne v stenách alebo stropoch. Z použitých materiálov je nutné zamerať sa najmä na OSB dosky a hranoly. OSB dosky a hranoly rezané z mäkkého dreva ihličnatých stromov patria do triedy reakcie na oheň C až D. Izolácia z minerálnej vlny je nehorľavá a patrí do kategórie A1. Sadrokartónové dosky zaraďujeme do kategórie A2. Na základe vyššie uvedenej normy (ČSN 33 2312), sa musí pri týchto materiáloch používať samozhášavý elektroinštalačný úložný materiál. Teda taký, ktorý nešíri plameň a pri horení z neho nekvapkajú horiace časti. Tieto podmienky je možné splniť pri použití polyvinylchloridu (PVC), polypropylénu (PP) a polyamidu (PA). Výhodnejšie je použitie PP a PA, ktoré neobsahujú halogény, a tak dosahujú nízku dymivosť pri horení a ich dym nie je toxický.

Použitiu v našom projekte vyhovujú výrobky spoločnosti KOPOS KOLÍN a.s.. Ich úložný materiál je vhodný na montáž v horľavých stavebných materiáloch. Elektrické káble, ako aj ďalšie káblové rozvody sú vedené v ohybných trubkách SUPER MONOFLEX HFPP. Je to bezhalogénová samozhášavá trubka, vyrobená z PP. Použili sme inštalačné krabice KI 68 L/1. Jedná sa o dvojplošťovú izolačnú krabicu, určenú pre použitie do stavebných hmôt triedy E a F. Pre jej inštaláciu nie je potrebné použiť žiadnu dodatočnú izoláciu.

Obrovský rozmach elektrotechniky a bezdrôtových technológií v posledných rokoch vedie ku zaťažovaniu prostredia elektromagnetickým smogom. Jeho zdrojom sú elektrické prístroje, technické zariadenia, ako aj vysokofrekvenčné a vysokovýkonné vysieláče. Dennodenne prichádzame do kontaktu s nimi, no ich pôsobenie je pre náš zrak neviditeľné. Môže spôsobovať bolesť hlavy, vysoký krvný tlak, podráždenie očí. Pri dlhodobom pôsobení má nepriaznivé účinky na mozgovú a nervovú sústavu. Z tohto dôvodu sa elektrobiológia venuje problematike vytvárania zdravých budov. Pre zníženie pôsobenia elektrosmogu sme sa rozhodli aj v našom projekte.

Jednou z možností je použitie automatického odpojovača siete, ktorý automaticky odpojí nepoužívané obvody. Takéto riešenie sme sa pokúsili vytvoriť aj pomocou systému iNELS. Do systému by sme pripojili kontrolné prúdové relé. Po snažení odberu v odvode pod stanovenú hodnotu by vyslalo signál, ktorý by sme spracovali pomocou jednotky binárnych vstupov M3-140M. Následne by sme obvod odpojili pomocou spínacieho aktora SA3-04M. V prípade potreby elektrickej energie, by sme však obvod museli zapnúť. Tento problém by vyriešilo pripojenie transformátora 230/5 V. Spínací aktor by teda obvod nevypínal, iba prepínal medzi napájaním zo siete 230 V alebo transformátora 5 V. Taktiež by bolo možné obvody nie veľmi komfortne ovládať stenoými vypínačmi alebo automaticky v časovom režime. Takto by sme v prípade potreby museli obvod opätovne zapínať.

Pri samotnom dimenzovaní vodičov v rozvode NN sme museli dodržiavať nasledujúce kritéria:

- prípustné oteplenie
- hospodárnosť prevádzky

- mechanická pevnosť
- odolnosť pred účinkom skratového prúdu
- dovolený úbytok napätia
- spoľahlivá funkcia ochrany pred úrazom elektrickým prúdom

V popisovanom rodinnom dome je napätová sústava prípojky 3+PEN, 50 Hz, AC, 400/230 V, TN-C a ďalej v objekte 3+PE+N, 50 Hz, AC, 400/230 V, TN-S. Pri samotnom návrhu bolo potrebné stanoviť výpočtové zaťaženie vedenia (1). Ten určuje maximálny odberový príkon, na ktorý musí byť dimenzované vedenie a istiace prvky. Vypočítame ho ako sumu výkonov všetkých spotrebičov, vynásobenú činiteľom náročnosti (súdobosti). Stupeň elektrizácie v našom objekte spadá do kategórie B s činiteľom náročnosti 0,7.

$$P_v = \beta \sum P_i \quad (1)$$

Približný inštalovaný príkon je 15 kW. Z vypočítaného zaťaženia sme následne určili výpočtový prúd (2). Kde U je združené napätie a $\cos \phi$ stredný účinník.

$$I_v = \frac{P_v}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \phi} \quad (2)$$

Ako hlavný istič pred elektromerom sme zvolili trojpólový 25 A. Jeho menovitý prúd musí byť väčší ako výpočtový prúd I_v . Prívodný kábel je medený 4-vodičový s prierezom žíl 10 mm^2 . Pre zásuvkové obvody boli nahrnuté vodiče s prierezom $2,5 \text{ mm}^2$.

Ochrana pred nebezpečným dotykom živých častí bude vykonaná izoláciou, krytím a doplnková ochrana prúdovým chráničom. Ochrana pred nebezpečným dotykom neživých častí sa realizuje samočinným odpojením od zdroja, uzemnením, pospájaním, doplnujúcim pospájaním a zvýšená ochrana prúdovým chráničom. Všetko je realizované podľa normy ČSN IEC 33 2000–4–41. Príliš veľká rýchlosť vypnutia prúdových chráničov je nežiadúca v obvode, vybavenom zvodičmi prepätia. Prepäťová ochrana totiž pri svojom zareagovaní na prepätie vytvára krátkodobý skrat. Tento skrat spôsobí vybavenie prúdových chráničov. Preto sú dôležité zariadenia ako chladnička, mraznička a podobne, napojené na prúdové chrániče s 10 ms oneskorením, aby neostali bez napájania pri malých prepätiach v neprítomnosti obyvateľov domu.

Ochrana proti preťaženiu a skratu je riešená v zmysle ČSN IEC 33 2000–5–523 a ČSN 33 2000–4–473. Jednotlivé okruhy budú chránené 16 A ističmi v príslušných napájacích bodoch.

Prostredie je vo všetkých miestnostiach AA5 teda normálne. Dodávka el. energie pre bežnú prevádzku bude podľa ČSN 34 1610 stupňa č. 3, teda bez zaistenia zvláštnych opatrení pre napájanie.

Z dôvodu stále sa zvyšujúcej elektrizácie domácností elektrosprebičmi, citlivými na prepätie, treba domácnosti chrániť pred jej nepriaznivými vplyvmi. Dom je vybavený bleskozvodom, ktorý v prípade atmosférických výbojov zvedie do zeme. Ochráni tak samotný dom a jeho obyvateľov pred deštrukciou a požiarom, no neochráni samotné spotrebiče. Po údere sa totiž vedením šíri prepätie s napätovými impulzmi až niekoľko tisíc V. Na hranici objektu je zvodič prepätia triedy B (1. stupeň), ktorý obmedzí prepätie na najviac 6 kV a následne ďalší, umiestnený v hlavnom rozvážači triedy C (2. stupeň) na 4 kV. V samotnom mieste pripojenia citlivej elektroniky, ako sú počítače a televízory, sú umiestnené ochrany triedy D (3. stupeň) a tie neprepustia napätové špičky vyššie ako 2,5 kV. Aby sme zvýšili ochranu systému iNELS, umiestníme prepäťovú ochranu triedy D aj pred napájací zdroj PS3–100/iNELS.

Zvýšenú pozornosť treba venovať návrhu zásuvkových obvodov, ako aj osvetlenia v kúpeľniach. Norma ČSN 33 2000–7–701 - Prostory s vanou alebo sprchou a umývací priestor vymedzuje priestor, v ktorom môžu byť pri dodržaní potrebných podmienok inštalované elektrické zariadenia.

Návrh vonkajších zásuviek a zásuviek napájajúcich vonkajšie zariadenie upravuje ČSN 33 2000–4–47. Podľa nej je nutné použiť prúdový chránič vo všetkých vonkajších zástrčkách do 20 A a zástrčkách, u ktorých je predpoklad, že budú napájať zariadenia používané v exteriéri. Pre dosiahnutie potrebnej ochrany sme vo vonkajšom prostredí použili zástrčky s krytím IP65 a vo vlhkých miestach, ako pivnica a garáž s IP44.

Pre zvýšenie pohodlia obyvateľov a čiastočnej úspory energie, sú všetky spálne vybavené stmievateľnými zástrčkami. Tie sú stmievané pomocou stmievateľnej jednotky DA3–22M. Vďaka tomu je možné stmievať napríklad ľubovoľne pripojenú nočnú lampu.

Presné rozmiestnenie elektrických zásuviek a vedenie silovej kabeláže je znázornené v prílohe č. 4 až 6.

5.3 Tieniaca technika

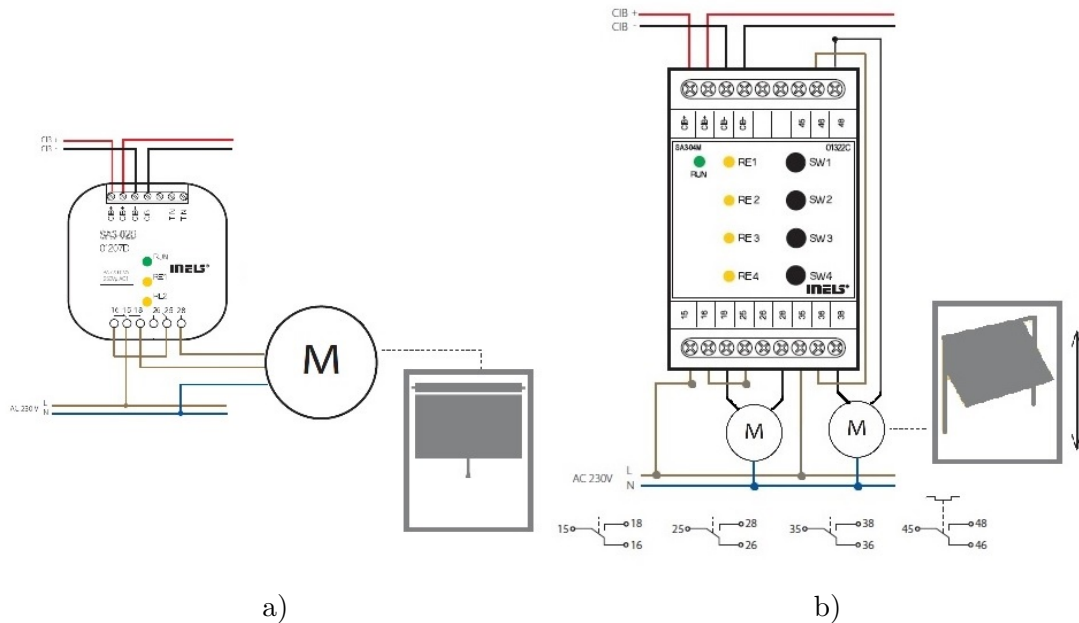
Táto kapitola sa zaoberá riadením tieniacej techniky, ale aj garážovej a vstupnej brány. Aby bolo možné dosiahnuť potrebné svetelné podmienky v miestnostiach, museli sme jednotlivé okná vybaviť vonkajšími žalúziami. Ich inštalácia zároveň prináša šetrenie energie a zvýšenie bezpečnosti. Elektronické ovládania garážovej a vstupnej brány sú v dnešnej dobe úplnou samozrejmosťou.

Pre náš projekt sme vybrali žalúzie firmy Diamond design poháňané motormi Somfy. Vyznačujú sa vysokou kvalitou a odolnosťou voči vonkajším podmienkam. Použité vonkajšie žalúzie sú integrované do budovy. Umožňuje to fasádny box ISO – KASTL a termoizolačná doska s integrovanou vodiacou lištou. Sú navrhnuté tak, aby nevytvárali tepelné mosty a práve naopak, tvorili doplnok izolácie. Termoregulačná funkcia vonkajších žalúzií spočíva vo vysokej odrazivosti slnečného žiarenia. Ešte lepšie výsledky je možné dosiahnuť v kombinácii s kvalitným zasklením. Zároveň neznižujú svetelnosť okien a po úplnom vytiahnutí nevytvára rušivý prvok na fasáde. Vonkajšie žalúzie prinášajú zníženie hladiny hluku v dome.

Pohon žalúzií zabezpečujú motory Somfy J4 WT. Motor je v troch výkonnostných prevedeniach, a to 95 W, 110 W a 155 W. Jeho použitie závisí od veľkosti okna. Motor je so systémom iNELS prepojený pomocou spínacieho aktora SA3–04M. Ak by sme nechceli ťahať dlhú silovú kabeláž ku žalúziám, môžeme ich ovládať aj pomocou jednotky SA3–02B z neďalekej inštaláčnej krabice. Toto zapojenie je znázornené na 5.2 a).

Takto môžeme ovládať žalúzie pomocou nástenných tlačidiel či aplikácie iHC. Žalúzie môžu byť automaticky riadené podľa určeného časového režimu. V noci sa tak pri zatiahnutí žalúzií dosiahne zvýšenie tepelnoizolačných vlastností budovy a počas leta, po ich vytiahnutí, k lepšiemu ochladzovaniu budovy. Žalúzie sa nad ránom môžu automaticky vytiahnuť, aby zabezpečili prirodzené zobúdzanie alebo naopak, v letných mesiacoch zatiahnuť. Jednotlivé lamely je možné automaticky natáčať, aby sme dosiahli čo najlepšie presvetlenie miestnosti, a zároveň zabránili jej nežiadúcemu prehrievaniu v letných mesiacoch. V prípade nepriaznivých poveternostných podmienok či silného dažďa, môže nastať ich automatické vytiahnutie, aby nedošlo k ich zničeniu. Ak použijeme bezpečnostné žalúzie GM 200, zvýšime tak bezpečnosť objektu. Pri zlom počasí sa tieto práve naopak stiahnu dole, aby ochránili okná pred nepriazňou počasia. Vieme tak znížiť pravdepodobnosť natečenia vody do miestnosti pri otvorenom okne. To v našej

neprítomnosti nedokážeme zavrieť, žalúzie však môžeme stiahnuť dolu. Zároveň je každá lamela vedená zvlášť, a tak zabráňujú aj vniknutiu do objektu. Pre zvýšenie efektívnosti nás môže systém pri zapnutí svetla upozorniť na možnosť vytiahnutia žalúzií.



Obrázok 5.2. Ovládanie motorov pomocou SA3-02B a SA3-04M

Jednotlivé balkóny sú vybavené markízami. Ich polohovanie zabezpečujú motory Somfy Altus 40 RTS. Garážové vráta sú poháňané motorom Somfy Dexxo Optimo RTS a vjazdová brána Somfy ELIXO 500 230V RTS. Všetky motory sú pripojené do systému pomocou spínacieho aktora SA3-04M, čo umožňuje ich pohodlne ovládanie. Zapojenie týchto motorov znázorňuje 5.2 b).



Obrázok 5.3. Použité motory Somfy

5.4 Integrácia systémov HVAC

Zariadenia slúžiace na dosiahnutie ideálneho prostredia v budovách majú najväčšiu energetickú náročnosť. Pre dosiahnutie vysokej úspory je potrebné tieto zariadenie čo najefektívnejšie regulovať. Zjednodušiť ich riadenie je možné vzájomným prepojením, integráciou do nadriadeného systému riadenia. V nasledujúcej kapitole popíšeme prepojenie iNELS s technológiami HVAC, možnosti ovládania a prínosy, ktoré toto spojenie

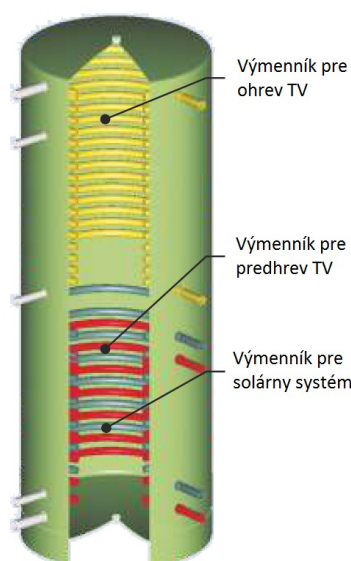
umožňuje. Zároveň sme sa snažili vybrať čo najefektívnejšie zariadenia, ktoré spájajú viacero funkcií. Dosiadne sa tak úspora investičných nákladov, ako aj priestoru v technickej miestnosti. Zvolili sme preto napríklad jednotku KAPPA 4 V, ktorá spája tepelné čerpadlo a vzduchotechnickú jednotku. Ďalej sme využili hybridné fotovoltainko-tepelne panely. Centrom je akumulčná nádoba, ktorá prepája všetky zdroje tepla, a poskytuje teplo na kúrenia a prípravu teplej vody. Takto je celý systém kompaktný, efektívny a kontrolovateľný.

■ 5.4.1 Vykurovanie

Prostriedky, ktoré ponúka systém iNELS dávajú používateľom voľnosť pri výbere vykurovacej sústavy. Poskytuje pripojenie a následné riadenie alebo aspoň kontrolu nad širokým spektrom tepelných zdrojov, ako sú kondenzačné plynové kotle, elektrické kotle alebo kotle na tuhé palivo, ale aj tepelné čerpadlá a vzduchotechnické jednotky pri teplovzdušnom kúrení. Pomocou spínacích aktorov môžeme ovládať termoelektrické ventily pri teplovodnom vykurovaní. Nezáleží pritom na tom, či sa jedná o sústavu s vykurovacími telesami, podlahovým či stenovým vykurovaním.

■ 5.4.1.1 Návrh sústavy

Centrálnu časť celého systému vykurovania a prípravy teplej vody tvorí integrovaný zásobník tepla Atrea IZT-U-TTS s objemom 950 l. Disponuje až tromi výmenníkmi, čo umožňuje efektívne využitie energie z viacerých zdrojov a jej distribúciu v dome podľa aktuálnych potrieb. Do zásobníka je privádzané teplo z kondenzačného kotla, tepelného čerpadla a krbu. Prívod teplej vody od zdrojov a vývod pre kúrenie sú v hornej časti výmenníka. Prívod pre spiatocku je v spodnej časti. Výmenník v spodnej časti slúži na pripojenie solárnych panelov. To zabezpečuje predohrev vody najmä v letných mesiacoch. Disponuje nerezovým výmenníkom pre prietokový ohrev vody. Voda je tak chránená proti vzniku baktérií *Legionella*, a nie je ju potrebné prehrievať. Vďaka veľkému objemu nádrže poskytuje podľa teploty vody v nádrži okamžitý výkon 25 až 50 kW. Špirála je rozdelená na dve časti, pričom v spodnej časti dochádza k predohrevu vody od solárneho kolektora a jej následnému dohrievaniu v hornej časti výmenníka.



Obrázok 5.4. Integrovaný multivalentný zásobník tepla IZT-U-TTS

K zásobníku sú dodávané s dvoma elektro špirálami s výkonom každej 4 kW. Tie by bolo možné využiť v prípade nedostatočného výkonu tepelného čerpadla či iných zdrojov. Takto by bolo možné úplne nahradiť plynový kotol. V prípade, že by plyn nebol potrebný na varenie, úplne odpadá nutnosť plynovej prípojky. S tým sú spojené viaceré investičné a prevádzkové úspory spojené s plynovou prípojkou, kotlom, komínom, zabezpečením proti úniku plynu, mesačnými a servisnými poplatkami.

Ako bivalentný zdroj tepla sme navrhli použitie ekologického kondenzačného plynového kotla NAOS K4 s výkonom 5 kW. Umožňuje pripojenie externého čidla pre ekvitermnú reguláciu. Používa obehové čerpadlo Honeywell s PWM riadením, ktoré pracuje na základe rozdielu teplôt vstupnej a výstupnej vody. Aj keď samotné riadenie a regulácia prebieha v kotle, je možné jeho nastavenie a ovládanie uskutočniť pomocou systému iNELS. Pripojenie je možné pomocou ethernetu.

Jednotka DUPLEX KAPPA 4V kombinuje vzduchotechnickú jednotku (viac 5.4.3) a tepelné čerpadlo vzduch-voda v jednom zariadení. To šetrí miesto v technickej miestnosti, a zároveň zabezpečuje správne zapojenie jednotlivých ventilov a súčastí systému. Tepelné čerpadlo má maximálny vykurovací výkon 7 kW a chladiaci 4 kW. Disponuje oddelenou vonkajšou jednotkou - splitrové prevedenie. Táto jednotka je vybavená riadením otáčok kompresoru a obehovými čerpadlami s úspornými EC motormi. Táto jednotka umožňuje pripojenie k systému iNELS pomocou ethernetu a protokolu Modbus.

Pre návrh vykurovacej sústavy sme použili program TechCON, ktorý pracuje na základe ST EN 1264. Vykurovaciu sústavu sme navrhli s teplotným spádom 40/35 °C, pričom vykurovacím médiom je voda. Nútený obeh je dosahovaný pomocou obehového čerpadla pripojeného do systému iNELES. Jeho spínanie zabezpečuje spínací aktor SA3-04M. Pre rozvod je použité viacvrstvé potrubie APLEX – DUO od firmy FRANKIS-CHE. Na vykurovanie je využitá vykurovacia plocha v podobe podlahového kúrenia, doplnená vykurovacími rebričkami v kúpeľniach. Aby bolo možné individuálne nastavenie teploty v jednotlivých miestnostiach, vykurovacia sústava je rozdelená do okruhov podľa jednotlivých miestností. Napojenie okruhov na prvom poschodí je v technickej miestnosti pomocou 10-cestného rozdeľovača IVAR UNIMIX. Teplota prírodnej vody do okruhov je regulovaná pomocou termoelektrických pohonov TELVA AA 230 a termostatických ventilov. Pohony TELVA sú spínané zo systému iNELS pomocou spínacieho aktoru SA3-012M. Napojenie okruhov na druhom poschodí zabezpečuje 7-cestný rozdeľovač IVAR UNIMIX a reguláciu pohonmi TELVA s termostickými ventilmi, spínané spínacím aktorm SA3-012M. Samotné okruhy sú tvorené viacvrstvovými trúbkami ALPEX – THERM XS, uloženými do systémovej izolačnej dosky TB 20 P 05. Sústava obsahuje bezpečnostné ventily a uzavretú expanznú nádobu s membránou REFLEX NG (10 l, 3 bar). Nádoba je umiestnená pred kotlom na vratnom potrubí.[15]

■ 5.4.1.2 Regulácia

Ako sme už spomínali, vyššia regulácia zdrojov tepla je zabezpečená vlastnými riadiacimi jednotkami. Vďaka vhodnému výberu zariadení, nám tieto umožňujú pripojenie do systému iNELS pomocou ethernetu, a vykonávať tak ich nastavenie, správu či získavať štatistické dáta.

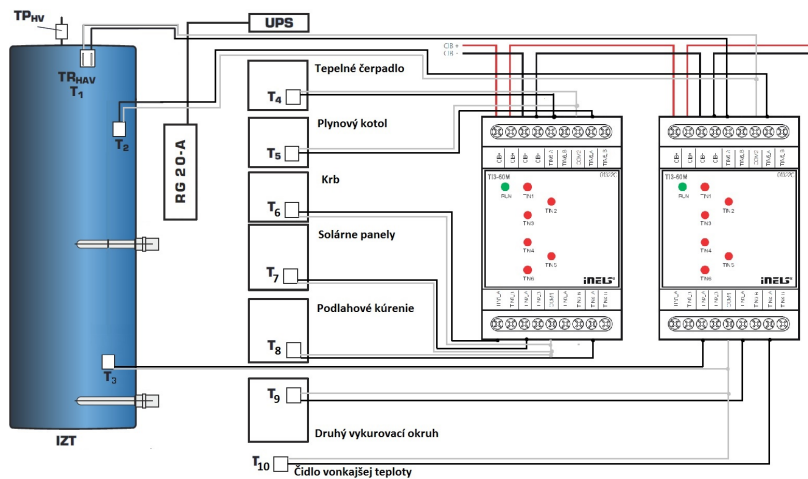
Individuálne nastavenie teploty v jednotlivých miestnostiach je už plne v rízií systému iNELS. Obyvatelia domu si nastavujú požadovanú hodnotu v jednotlivých miestnostiach, na základe časového režimu alebo aktuálnej potreby. Základné časové režimy, uložené v centrálnej jednotke, je možné následne meniť pomocou nástenných ovládačov v jednotlivých izbách. V našom projekte sme využili prevažne digitálny izbový termoregulátor IDRT3-1. Miestnosti v ktorých potrebujeme ovládať RGB LED pásy, sú

vybavené jednotkou s dotykovým displejom EST3. Obe jednotky tak dávajú informácie riadiacej jednotke o aktuálnej a požadovanej teplote v miestnosti. Riadiaca jednotka na základe týchto informácií dáva povely spínacím jednotkám, ktoré spínajú termopohon. Takto sa dosiahne potrebné nastavenie termoventilov jednotlivých okruhov. Užívateľia si vďaka týmto ovládacím jednotkám môžu zmeniť požadovanú teplotu, ale aj prenašaviť časový priebeh vykurovania. Ďalší veľmi pohodlný a prehľadný spôsob ovládania vykurovania je pomocou jednotlivých aplikácií iHC pre smartphoney alebo smart TV. iNELS má pod kontrolou aj vzduchotechniku, a tak pre dosiahnutie ideálnych tepelných podmienok môže zmeniť príslušné parametre vetrania. K systému iNELS je pripojený systém EZS Jablotron 100 (viac 5.5), ktorý nám vďaka svojim senzorom môže poskytnúť ďalšie dôležité informácie. Sú to hlavne magnetické kontakty okien, ktoré v prípade otvorenia okna môžu vypnúť kúrenie a následne ho automaticky aktivovať. Taktiež odkódovanie a zakódovanie domu môže predstavovať signál pre zmenu režimu kúrenia.

Ako sme už spomenuli vyššie, centrálnu časť systému vykurovania a prípravy teplej vody tvorí integrovaný zásobník tepla. Preto je veľmi dôležitá jeho regulácia a monitorovanie. Spoločnosť Atrea ponúka reguláciu RG 20 pre tento typ výmenníka. Tento regulátor však neumožňuje priame prepojenie so systémom iNELS. Podľa vzoru tohto regulátora by sme mohli prenechať reguláciu aj systému iNELS. Nám sa však zdá vhodnejšie toto riadenie prenechať čiastočne regulátoru RG 20. V nasledujúcej časti si popíšeme navrhnutý spôsob prepojenia systému iNELS a regulátora.

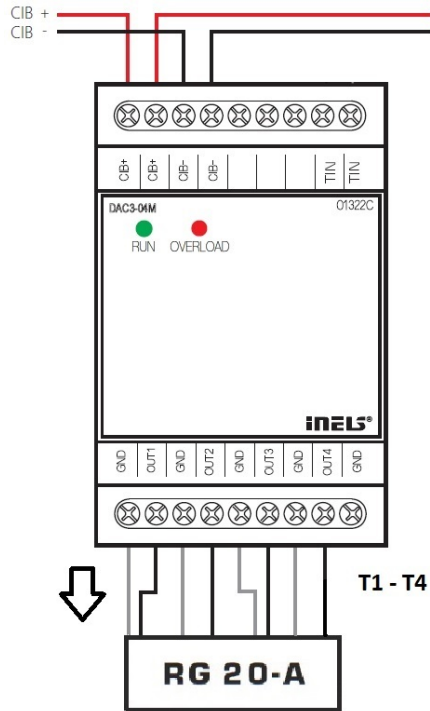
Regulátor získava informácie zo systému pomocou teplotných čidiel a následne dáva príkazy čerpadlám a vykurovacím špirálam. My teda postavíme systém iNELS medzi túto komunikáciu, aby sme mohli mať väčšiu kontrolu nad reguláciou, a zároveň mohli tieto informácie využívať ďalej v systéme.

V prvom rade musíme do systému dostať informáciu o teplotách v jednotlivých miestach systému. To nám umožní šesťkanálový teplotný vstup TI3-60M. Jeho zapojenie popisuje obrázok 5.5.



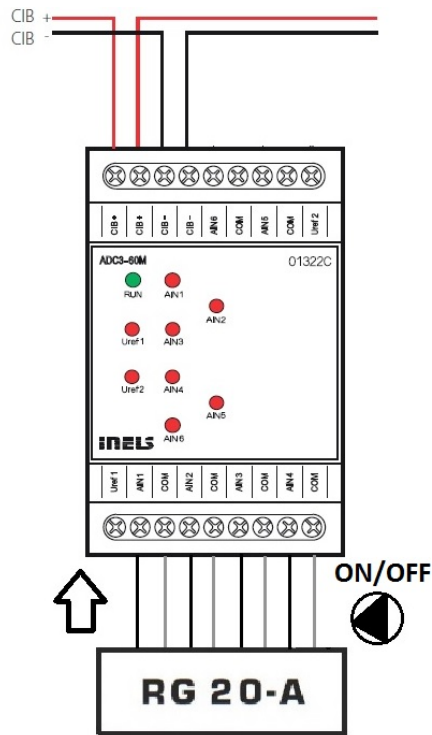
Obrázok 5.5. Zapojenie teplotných senzorov pomocou TI3-60M

Túto teplotu môžeme ďalej v systéme ľubovoľne využiť jednak na kontrolu či vizualizáciu, ale aj na ďalšie riadiace úkony. Hlavne ju však musíme predať ďalej riadiacej jednotke RG 20. Použijeme na to digitálny – analógový prevodník DAC3-04M, ktorý prevedie tento signál vo forme, ktorú dokáže spracovať regulátor. Výstup z jednotky je v rozsahu 0–10 V. Jej prepojenie popisuje obrázok 5.6.



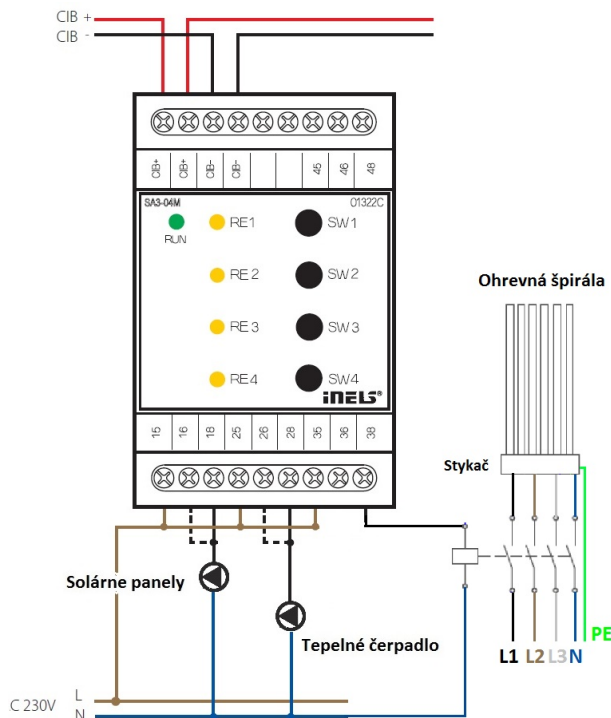
Obrázok 5.6. Prepojenie systému iNELS s riadiacou jednotkou RG 20 pomocou DAC3-04M

Tieto informácie regulátor spravuje a následne vykoná riadiaci zásah. Táto informácia je v podobe analógového signálu 0–10 V. My tento signál opäť privedieme do systému iNELS pomocou analógovo–digitálneho prevodníka ADC3-40M. Toto zapojenie je znázornené na obrázku 5.7.



Obrázok 5.7. Prepojenie riadiacej jednotky RG 20 so systémom iNELS pomocou ADC3-40M

Následne systém iNELS môže vykonať samotné zopnutie potrebných čerpadiel alebo iných zariadení pomocou spínacieho aktoru SA3–04M, ako znázorňuje obrázok 5.8.



Obrázok 5.8. Spínanie čerpadiel systémom iNELS pomocou SA3–04M

Zapojenie celého systému je zobrazené v prílohe č. 16.

■ 5.4.2 Príprava teplej vody

Pre dimenzovanie potrubia a návrh zariadení na ohrev vody potrebujeme vedieť jej spotrebu. Buď pomocou merania spotreby v podobných prevádzkach alebo štatistickým porovnaním predovšetkým na základe ČSN 060320.

- Bilančná (denná) spotreba vody je závislá na vybavení budovy a požiadaviek na hygienu a spôsobe využitia vody, udáva sa spotreba vody o teplote 55 °C
- Spotreba vody podľa rozboru prevádzky
- Spotreba na umývanie osôb, riadu a podlahy

Pre návrh je potrebný výpočet, ktorého cieľom je určiť svetlosť potrubí všetkých častí vodovodu. Vodovod musí zabezpečiť, aby do každého odberného miesta prúdilo požadované množstvo vody Q_A o požadovanom pretlaku p_{minFI} . Vychádza z tlakových pomerov vo vonkajšom vodovode, zvýšený dôraz sa kladie na hlučnosť pretekajúcej vody a stratu mernej energie v potrubí a armatúrach.[16]

Postup výpočtu podľa ČSN 75 5455

- Stanovenie výpočtového prietoku
 - rozdelenie vodovodného systému na úseky, v ktorých preteká rovnaké množstvo vody
 - pre jednotlivé úseky stanoviť výpočtový prietok
- Predbežný návrh svetlosti
 - navrhujeme menovité svetlosti pre jednotlivé úseky

■ Hydraulické posúdenie navrhnutého potrubia

- vyčíslíme tlakové straty v jednotlivých úsekoch
- zistíme celkovú tlakovú stratu trením a miestnymi odpormi po trase od miesta napojenia prípojky k najnepriaznivejšie položenému výtoku
- vykonáme vlastné posúdenie tlakových pomerov

Nami zvolený typ potrubia bol PPR (Ekoplastik) PN 16, z ktorého rady sme vybrali svetlosti potrubia. Potrubie sme zaizolovali tepelnou izoláciou. Približná ročná predpokladaná spotreba teplej vody je 150 m^3 , čo je približne 400 l na deň.

Aby sme v potrebný čas dosiahli stanovenú teplotu vody na všetkých výtokových armatúrach v dome, navrhli sme cirkuláciu teplej vody. Do rozvodu je pridané tretie potrubie, ktoré za pomoci cirkulačného potrubia zabezpečuje kolobeh vody v systéme. Pri stagnácii vody totiž dochádza ku chladnutiu potrubia, spôsobenému tepelnými stratami. Tie sú priamo závislé na lineárom súčiniteli prechodu tepla potrubia. Ani pri dostatočnej izolácii potrubia nedokážeme bez cirkulácie zabezpečiť požadované parametre vody. V opačnom prípade by bolo potrebné vypustenie chladnej vody, čo je nekomfortné, ale hlavne neekonomické.[17]

Systém iNELS sa teda stará o spínanie cirkulačného čerpadla a riadenie zásobníka pre dosiahnutie správnej teploty vody v potrebný čas. Vyššie popísaný zásobník IZS umožňuje pripojenie cirkulácie TV, čo zjednodušuje naše riešenie. Obehové (cirkulačné) čerpadlo je spínané pomocou jedného zo spínacích aktorov, napríklad SA3-04M.

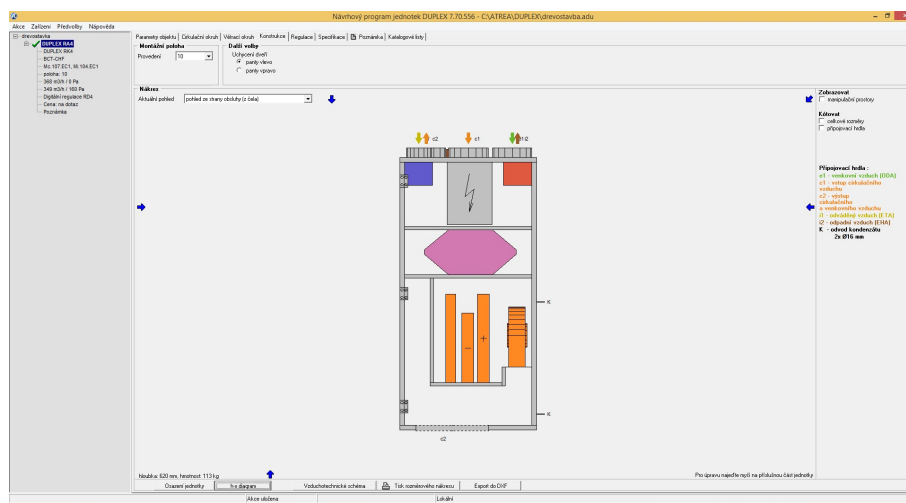
Aby sme dosiahli čo najväčšej úspory, musíme čo najefektívnejšie regulovať čas prevádzky čerpadla. Základom je nastavenie hlavného časového režimu počas dňa a týždňa. Zároveň dôjde k automatickému vypnutiu čerpadla v dobe neprítomnosti osôb (na základe EZS), aj keď by malo byť podľa časového plánu zapnuté. Aby sme zabezpečili teplú vodu aj počas noci, kedy sa nepredpokladá jej spotreba a čerpadlo je vypnuté, vyvoláme jeho automatické zapnutie po príchode do kúpelne. Keďže máme informáciu z pohybového senzoru v kúpeľni, prípadne vypínača svetla. Takýmto, ale aj ďalšími spôsobmi môžeme dosiahnuť vysoké úspory elektrickej energie na prevádzku čerpadla, ale aj vody a energie na jej ohrev. Zároveň tak zabezpečíme komfort obyvateľom bez nutnosti manuálnych zásahov.

■ 5.4.3 Vzduchotechnika

Čoraz vyššie nároky na tepelno-technické parametre budov vedú k enormnej izolácii stavebných konštrukcií a používaniu vysokokvalitných výplní otvorov (okien, dverí). To má však za následok takmer vzduchotesné utesnenie domov. Zapríčiňuje tak nedostatok čerstvého vzduchu, zvyšovanie koncentrácie škodlivých látok, vlhkosti a pod.. Takéto prostredie je nezdravé pre obyvateľov budovy a z dlhodobého hľadiska vedie ku degradácii častí stavebnej konštrukcie a vybavenia budovy. Pre zabezpečenie ideálnych podmienok je teda potrebné zvýšenie vetrania. Prirodzené vetranie je časovo náročné a nepohodlné, v prvom rade energeticky náročné. Keďže studený (teplý) vzduch, pred ktorého infiltráciu sa bránime, izoláciou ho priamo bez úpravy púšťame do objektu. Zároveň sa zbavujeme energeticky náročne pripraveného teplého (chladného) vzduchu bez jeho ďalšieho zúžitkovania. Nevyhnutné je teda využitie núteného vetrania.[18]

Efektívny prívod čerstvého vzduchu je možný pomocou vzduchotechnickej jednotky, ktorá je súčasťou zariadenia KAPPA 4V. Jedná sa o rekuperačnú jednotku určenú pre komfortné vetranie a teplotvzdušné vykurovanie. My však túto jednotku použijeme len na potreby vetrania a chladenia. Jednotka je vybavená protiprúdym rekuperačným výmenníkom s účinnosťou až 93 %. Ten zabezpečuje spätné získavanie tepla. Efektívne sa

tak zúžitkuje odpadový vzduch, ktorý svoje teplo odovzdá bez vzájomnej kontaminácie čerstvého vzduchu. Čerstvý vzduch sa privádza do jednotlivých obytných miestností a súčasne sa odpadový vzduch odvádza z kúpeľní, WC a kuchýň. Pre čo najefektívnejšie využitie energie je systém doplnený o cirkuláciu vnútorného vzduchu. Ten, keďže je do jednotky privádzaný z obytných miestností, nie je úplne kontaminovaný a môže sa primiešať do čerstvého vzduchu. Pre lepšiu reguláciu prívodu vzduchu sú vývody do miestnosti vybavené nastaviteľnými klapkami. Takto je zaručená hygienická výmena vzduchu a vylúčená možnosť vzniku tepelného diskomfortu, prívodom vzduchu s minimálnym tepelným rozdielom. Jednotka zároveň umožňuje chladenie objektu. Vzduch je chladený pomocou tepelného čerpadla, prípadne externého zdroja chladu. Zároveň je vďaka vstavanému by – passu možné chladiť prívodom nočného filtrovaného vzduchu. Spoločnosť Atrea ponúka zdarma návrhový softvér, v ktorom je možné dimenzovať parametre ich vzduchotechnických jednotiek.



Obrazok 5.9. Návrhový softvér Atrea

Jednotka je vybavená konektorom RJ45. Ten umožňuje pripojenie pomocou ether-netu. Spravovanie zariadenia je možné pomocou protokolu Modbus TCP integrovať do systému iNELS. Vetrание a klimatizáciu tak majú obyvatelia pod kontrolou pomocou iMM (prípadne Connection Servera) a aplikácie iHC. Do systému pripojíme cez analógovo–digitálny prevodník ADC3–40M snímače vlhkosti a CO_2 so signálom 0–10 V. Tie využijeme pre zaistenie dostatočného prívodu čerstvého vzduchu. Zabráňime tiež kondenzácii vodných pár a vzniku plesní. Na jednotke môžeme nastaviť časový priebeh vetrania či chladenia alebo automatický režim na základe informácií o koncentrácii CO_2 a vlhkosti. Umožňuje nám nastavenie režimu nočného chladenia pomocou by–pass. Zároveň môžeme kontrolovať a riadiť zdroje chladu – zemný výmenník, tepelné čerpadlo a i.. Keďže je celý systém vzduchotechniky integrovaný v iNELS, môžeme spustiť maximálny odťah vzduchu z kúpeľní či WC ľubovoľným tlačidlom v dome. Prípadne môžeme zvýšiť prívod čerstvého vzduchu.

Ak chceme v letných mesiacoch dosiahnuť rozdielnu teplotu v jednotlivých miestnostiach, potrebujeme do nich umiestniť klimatizačné jednotky. Vzduchotechnická jednotka ochladí vzduch na príslušnú teplotu, a následne ju v miestnosti dochladí klimatizačná jednotka. Riadenie klimatizácie je možné pri niektorých jednotkách pomocou LAN. Ak to však jednotka nepodporuje, je potrebné použiť zariadenie CoolMaster. Ktorý je prevodníkom LAN na RS485. Ak zvolíme základnú klimatizáciu, ktorá nepodporuje ani jednu z vyššie uvedených spôsobov pripojenia, môžeme ju riadiť signálmi z eLAN–IR–

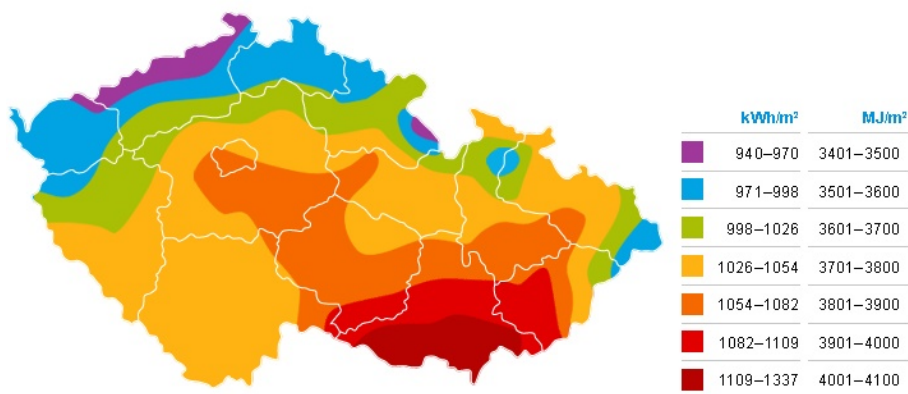
03. Takto môžno integrovať klimatizačné jednotky rôznych dodávateľov, a zvýšiť tak komfort.

5.4.4 Solárne hybridné fotovoltaicko-tepelné kolektory

Aby sme zvýšili podiel obnoviteľných zdrojov na energetickej spotrebe domu, navrhli sme umiestnenie solárneho hybridného fotovoltaicko-tepelného kolektoru FOTOT-HERM AL SERIES. Slnecnú energiu, ktorá dopadá na dom, dokážeme premeniť na elektrickú energiu a teplú vodu. Metóda priamej premeny slnečného žiarenia na jednosmerný prúd sa nazýva fotoelektrický jav. Pri ňom sa v paneli uvoľňujú elektróny v dôsledku absorpcie elektromagnetického žiarenia.

Sú možné dva spôsoby zapojenia, autonómny systém (GRID-OFF), alebo systém pripojený do rozvodnej siete (GRID-ON). Autonómne systémy sú vhodné na zaistenie dodávky elektrickej energie v oblastiach bez možnosti pripojenia do siete. Získaná energia sa uskladňuje v akumulátoroch a následne spotrebúva spotrebičmi v objekte. V našom projekte sme panel pripojili do siete (GRID-ON). Jednosmerný prúd, ktorý získame z panelu je potrebné premeniť na striedavý. To zabezpečuje striedač. V našom prípade bol zvolený KACO blueplanet 5.0–9.0 TL3. Disponuje vysokou efektívnosťou, minimálne 95,5 %. Disponuje dvoma ethernetovými konektormi. Tie umožňujú jeho pripojenie do iNELS. Princíp fungovania systému však nepotrebuje externé riadenia, keďže o všetko sa stará striedač. Prostredníctvom iNELS však môžeme striedač nastavovať, konfigurovať a hlavne monitorovať. Získame tak dôležité dáta o efektívnosti a prínose systému. Striedač sa stará o správnu hodnotu výstupného napätia, pripojenie energie do siete a sleduje bod maximálneho výkonu pripojeného fotovoltaického systému. Všetká vyprodukovaná energia sa dodá do siete, a tak odpadá problém s jej akumuláciou. Množstvo dodanej energie je merané pomocou elektromeru (viac v časti 5.6). Predpokladané množstvo vyprodukovanej energie je znázornené v tabuľke 5.3.

Celkové množstvo elektrickej energie, ktoré sme schopný vyprodukovať pomocou fotovoltaických článkov, závisí od plochy panelov, sklonu panelov, orientácie voči svetovým stranám, účinnosti panelov, zatienenia a ročného úhrnu slnečnej energie v danej lokalite.



Obrázok 5.10. Mapa slnečného svitu ČR

Celkovú produkciu elektrickej energie fotovoltaickými článkami stanovíme ako[19]:

$$Q_{el,PV} = \sum_{j=1}^{12} Q_{el,PV,j} = \sum_{j=1}^{12} \left(\sum_{k=1}^n A_k \cdot I_{sol,j,k} \cdot F_{sh,ob,k} \cdot \eta_{PV,k} \right) \quad (3)$$

kde

n je počet fotovoltaických článkov

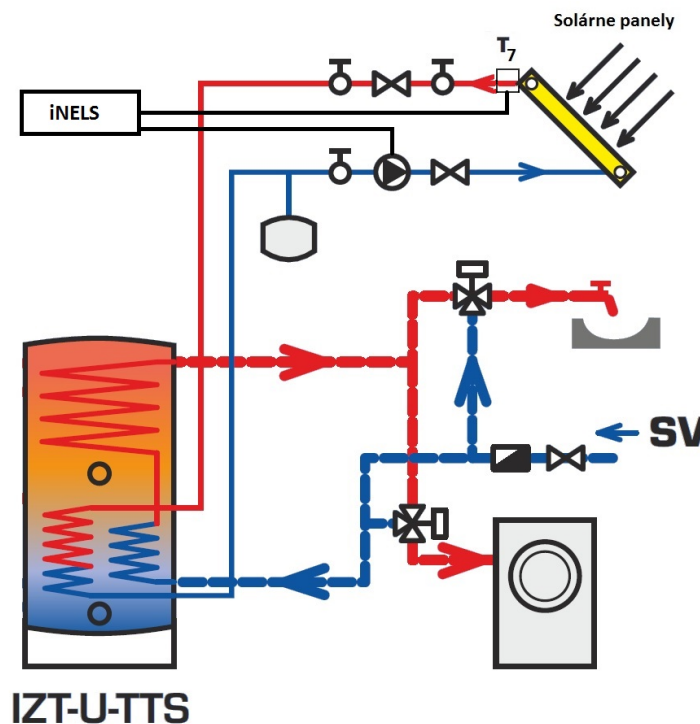
A_k je plocha k-tého fotovoltaického článku [m^2]

$I_{sol,j,k}$ je množstvo dopadanej slnečnej energie na k-tý FV článok v j-tom mesiaci [J/m^2]

$F_{sh,ob,k}$ je korekčný činiteľ tienenia k-tého FV článku pevnými prekážkami [-]

$\eta_{PV,k}$ je priemerná účinnosť získavania elektriny v k-tom FV článku [-].

Druhá časť hybridného systému predstavuje systém solárneho ohrevu vody. Tá je akumulovaná v zásobníku, a slúži k predohrevu teplej vody alebo vody na vykurovanie. Pri dopade slnečného žiarenia na fotovoltaické panely, dochádza okrem jej premeny na elektrickú energiu aj ku nežiaducemu prehrievaniu panelu. Zvyšujúca sa teplota fotovoltaického panelu totiž znižuje jeho účinnosť. Toto prebytočné teplo tak odvedieme do integrovaného zásobníka, tepla IZT spoločnosti Atrea (viď. kapitola vykurovanie). Dosiahneme tak ochladenie panelu na jeho ideálnu prevádzkovú teplotu a získané teplo ďalej zúžitkujeme v systéme. Okruh solárneho panelu je vybavený expanznou nádobou a poistným ventilom. Cirkuláciu zabezpečuje obehové čerpadlo, spínané zo systému iNELS pomocou jedného zo spínacích aktorov (napr. SA3-02M). Teplotné snímače monitorujú teplotu na vstupe a výstupe z panelu, a informáciu podávajú pomocou jednotky TI3-40B. To nám umožňuje sledovať systém a riadiť obehové čerpadlo. Zároveň sa môžeme vyhnúť prehriatiu panelu a včas vykonať potrebné opatrenia.



Obrázok 5.11. Schéma zapojenia solárnych kolektorov

Celkovú produkciu solárnymi kolektormi stanovíme ako[19]:

$$Q_{e,sc} = \sum_{j=1}^{12} Q_{e,sc,j} = \sum_{j=1}^{12} \left(\sum_{k=1}^n A_k \cdot I_{sol,j,k} \cdot F_{sh,ob,k} \cdot \eta_{sc,k} \right) \quad (4)$$

kde

n je počet solárnych kolektorov

A_k je plocha solárneho kolektoru [m^2]

$I_{sol,j,k}$ je množstvo dopadajúcej slnečnej energie na k-tý FV kolektor v j-tom mesiaci [J/m^2]

$F_{sh,ob,k}$ je korekčný činiteľ tienenia k-tého kolektoru článku pevnými prekážkami [-]

$\eta_{sc,k}$ je priemerná účinnosť získavania energie v k-tom solárnom kolektore [-].

Na základe vyššie uvedených vzorcov sme pomocou programu Energia 2010 vypočítali ročnú vyprodukovanú energiu pomocou navrhnutých panelov. Navrhli sme inštalovať 5 panelov juhovýchodnú a 5 panelov na juhozápadnú stranu. Všetky panely súčasne produkujú energiu v podobe teplej vody a elektrickej energie. Produkcia teplej vody v najteplejších dňoch môže prekračovať spotrebu teplej vody v daný deň. Táto nadbytočná energia sa však môže akumulovať v akumulačnej nádobe a prekryť tak prípadne obdobia bez dostatku slnečného svitu. V prípade, ak by dlhodobo dochádzalo k nadprodukcii teplej vody, môžeme ju použiť na ohrev bazéna, prípadne je možné navrhnúť použitie absorbného chladenia.

Typ panelu	Plocha [m ²]	Počet ks	Celková plocha [m ²]	Účinnosť [%]	Orientácia [-]	Sklon [°]	Produkcia [MWh/rok]
Fotovoltaické panely	1,64	5	8,2	15,8	JV	35	2,69
	1,64	5	8,2	15,8	JZ	35	
Solárne panely	1,64	5	8,2	58,0	JV	35	9,87
	1,64	5	8,2	58,0	JZ	35	

Tabuľka 5.3. Parametre inštalovaných panelov a ich ročná produkcia energie

5.5 EPS a EZS

Elektronické zabezpečovacie systémy a elektronické požiarne systémy už dávno nie sú súčasťou len bánk, obchodov a iných komerčných budov. Technické prevedenie a cenová dostupnosť jednotlivých prvkov systému z nich robí prístupné aj pre rezidenčné účely. Zároveň sa jedná o dom vyššieho štandardu so širokým spektrom drahej elektroniky. Konštrukčne sa jedná o drevostavbu, a tak je použité vysoké množstvo horľavých a ľahko horľavých materiálov. Preto musíme venovať zvýšenú pozornosť návrhu protipožiarneho opatrení. Ochranu objektov voči požiaru rieši vyhláška č.23/2008 Sb a vyhláška 268/2011 Sb., ktorou sa mení vyhláška č. 23/2008 Sb. Táto vyhláška stanovuje technické podmienky požiarnej ochrany pre navrhovanie, prevedenie a užívanie stavby. Pre náš návrh sú dôležité § 14 a § 15. Konkrétne § 14 Vybavení stavby požárne bezpečnostným zariadením, § 15 Rodinný dům a stavba pro rodinnou rekreaci.

Aj keď systém iNELS umožňuje pripojenie prvkov EZS a EPS priamo do svojich jednotiek, rozhodli sme sa pre použitie komplexného riešenia Jablotron 100. Pripojenie externých detektorov EZS, PIR čidiel a požiarneho hlásiča je dostupné pomocou jednotky binárnych vstupov IM3-140M. Tá umožňuje pripojiť až 14 zariadení s bezpotenciálovým kontaktom a dokonca 7 kontaktov je možné využiť ako vyvážené. Systém by bolo možné doplniť aj teplotnými senzormi pripojenými napríklad pomocou TI3-60M, ako aj iných jednotiek. Takéto riešenie by však nebolo dostatočné pre účely poistenia objektu, keďže by nemalo potrebné certifikácie.

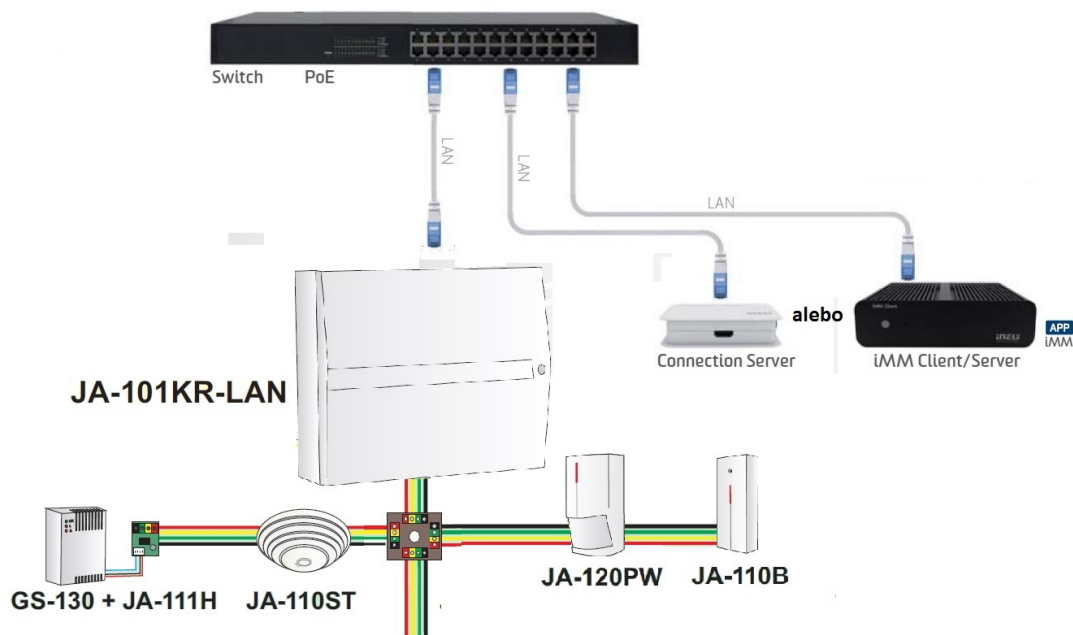
Vybrali sme systém Jablotron 100, ktorý spĺňa všetky naše požiadavky. Centrálnou jednotkou je ústredňa JA-106KR. Tá je vybavená ethernetovým rozhraním, čo nám umožňuje systém EZS a EPS plne integrovať do systému iNELS. Centrála je pripojená do domácej siete a vďaka IMM Serveru (prípadne Connection Severu) dokáže komunikovať so systémom iNELS. Takto odpadá nutnosť ďalších zariadení pre odkódovanie a zakódovanie systému. Pre prístup môžeme využiť už inštalované zariadenia iNELS.

Najvhodnejšie je použitie jednotky EST3 s dotykovým displejom, ktorá poskytuje zobrazenie EZS klávesnice. Alebo s pomocou nástennej čítačky kariet WMR3-11 cey RFID tag. Zároveň máme nad domom kontrolu kedykoľvek a kdekoľvek. A dokonca aj v prípade nefunkčnosti systému iNELS máme zabezpečovací systém pod kontrolou vďaka webovej alebo mobilnej aplikácii MyJABLOTRON. Komunikácia je možná aj bez internetu a moderného telefónu pomocou GSM/GPRS hlasových a sms funkcií.

Požiarina ochrana objektu je riešená najmä v miestach s najväčšou pravdepodobnosťou jeho vzniku. Preto sme navrhli umiestnenie štyroch kombinovaných detektorov dymu a teploty JA-110ST. Umiestnené sú v kuchyniach, technickej miestnosti a v obývačke, neďaleko krbu. Dym je detekovaný pomocou optického rozptylu svetla. Technická miestnosť je dovybavená detektorom horľavých plynov GS-130. Na zbernicu je pripojený pomocou JA-111H. Je napájaná zo siete napätím 230 V a vyznačuje sa vysokou stabilitou a citlivosťou. Umožňuje detekovať zemný plyn, metán, propán, bután a to vo dvoch voliteľných úrovniach koncentrácie. Obsahuje aj vlastnú zvukovú signalizáciu.

Priestory na prvom podlaží sú chránené pohybovými čidlami. Kvôli použitému podlahovému kúreniu je kvôli zníženiu falošných poplachov vhodnejšie využitie duálneho PIR s MW detektoru JA-120PW. Poplach vyvolaný PIR ešte potvrdzuje mikrovlnný detektor. Okná v objekte sú chránené pomocou akustických detektorov rozbitého skla JA-110B. Tie pomocou duálnej technológie detekujú zmenu tlaku vzduchu sprevádzanú charakteristickým zvukom rozbitého skla. Plášťová ochrana je doplnená o magnetické dverné kontakty SA-201-A, pripojená na zbernicu EZS pomocou JA-118M. Ten umožňuje pripojenie ôsmich magnetických kontaktov. Tie je však nutné montovať na rámy okien či dverí, čím môže dôjsť k ich čiastočnému poškodeniu. To môžeme zamedziť využitím kontaktov integrovateľných do okien, priamo od výrobcu.

V prípade vyhlásenia poplachu EZS alebo detekcie požiaru či úniku plynu je spustená vonkajšia siréna JA-111A a vnútorná JA-110A. Obyvatelia môžu byť informovaný aj ďalšími prostriedkami, ktoré ponúka systém Jablotron a iNELS. Možno využiť blikanie osvetlenia či domácu audio sústavu, aplikácie iHC a mnoho ďalších možností.



Obrázok 5.12. Prepojenie EZS a EPS Jablotron 100 so systémom iNELS

Keďže sú všetky prvky zabezpečovacieho systému pripojené do systému iNELS, možno ich využiť aj pre iné potreby ako ochrana objektu. Odkódovanie či zakódovanie objektu môže slúžiť na automatické prepnutie zo stavu útlmu do normálneho a naopak. Magnetické kontakty nám poslúžia na zníženie nákladov na vykurovanie a vetranie. Pri detekcii otvoreného okna dôjde k automatického vypnutiu vykurovania a vetrania v danej miestnosti. Zároveň ochráni miestnosť pred vytopením dažďovou vodou cez otvorené okno. Tento stav bude včas oznámený obyvateľom, a prípadne vyvolá stiahnutie žalúzií, čím značne obmedzí natečeniu vody. Pohybové senzory v miestnostiach môžu slúžiť na automatické spínanie osvetlenia, čo vedie jednak k zvýšeniu pohodlia a bezpečnosti, ale hlavne k zníženiu nákladov na energie. Na prítomnosť osôb v izbe môže dom reagovať aj iným spôsobom, ako napríklad zmenou nastavenia vykurovania, vzduchotechniky, žalúzií či audio sústavy.

Rozmiestnenie jednotlivých prvkov EZS a EPS je zobrazené v prílohe č. 13 až 15.

5.6 Meranie energií

Celkový návrh tohoto domu je zameraný na úsporu a šetrenie energií. Ak chceme v nejakjej oblasti ušetriť, potrebujeme najprv kvantifikovať našu spotrebu. Následne môžeme dáta analyzovať a vyvodiť potrebné informácie. Vďaka získaným dátam vieme lepšie nastaviť preddavky za energie, čím sa vyhneme nedoplatkom a preplatkom.

Hlavné zariadenie v systéme merania energií tvorí jednotka binárnych vstupov IM3–140M. Môžeme k nej pripojiť až 14 zariadení s pulzným výstupom. Takto dostaneme informácie z meračích prístrojov iných firiem do systému iNELS. Pomocou iMM a príslušných aplikácií iHC si tieto dáta vieme zobrazíť v smartphone či smart TV. Umožňuje nám vytvárať prehľad spotrebovanej energie s príslušnou cenou, ako aj zobrazovať dáta v prehľadných grafoch.

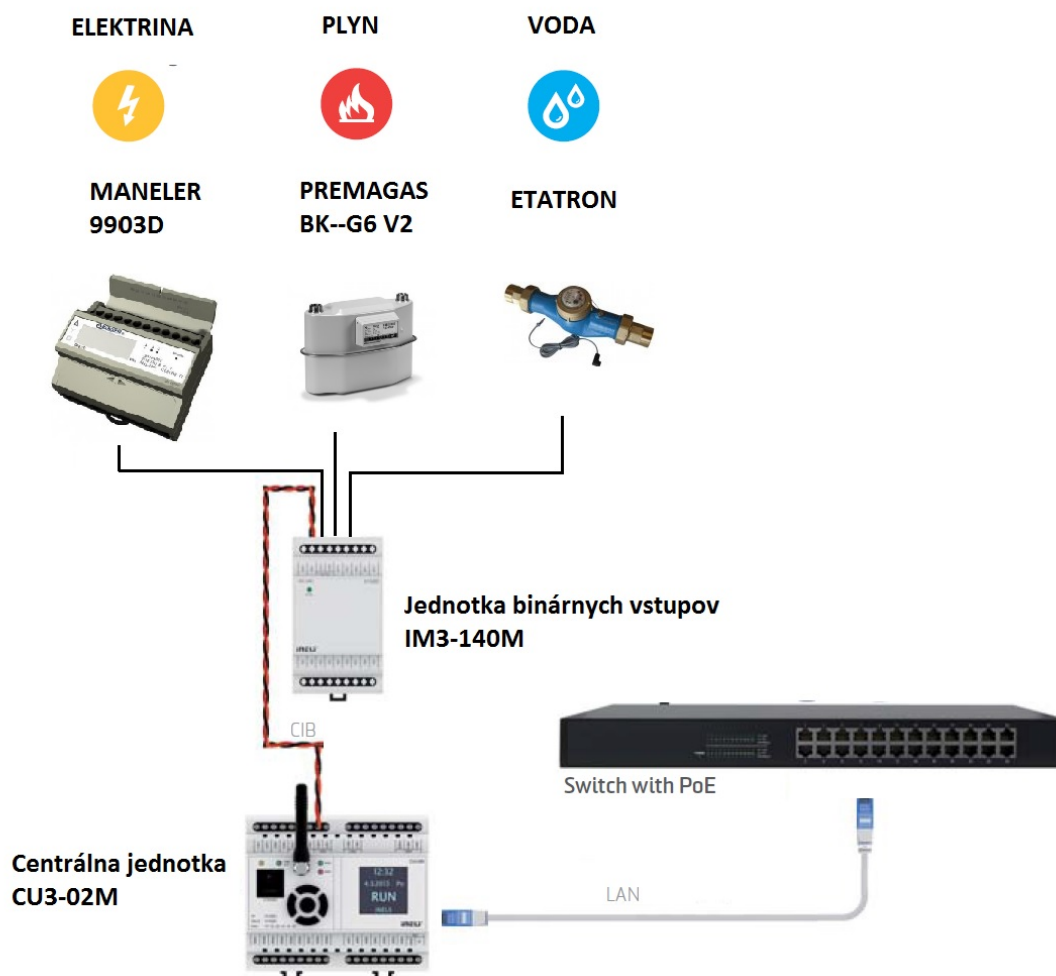
Najväčšiu spotrebu energií v rodinnom dome predstavuje vykurovanie a chladenie, ako aj príprava teplej vody. Pre naše potreby je však jednoduchšie kvantifikovať energiu, ktorú spotrebujeme v zdroji tepla a chladu. V tomto dome teda budeme merať spotrebu elektrickej energie, plynu, studenej vody.

Na meranie celkovej spotreby sme vybrali modulárny dvojsadzbový elektromer MANELER 9907D[20]. S menovitým napätím 3x230V/400V a prúdovým rozsahom 0,05–100 A. Je ním možné samostatne merať spotrebu pre vysoký a nízky tarif. Prístroj patrí do triedy prednosti 1. Po pripojení na príslušne svorky (č. 8 a č. 9) je možné snímať impulzný výstup. Elektromer generuje 800 imp/kWh. Spotreba je zobrazená aj na samostatnom displeji pre každý z tarifov. Obsahuje aj impulzný výstup pre centrálny odpočet. Keďže systém obsahuje GRID–ON fotovoltaické panely, potrebujeme merať aj elektrinu dodávanú do siete. To zabezpečuje podobný jednosadzbový elektromer MANELER 9903D[20]. Údaje o dodanej energii rovnako snímame pomocou pulzného výstupu (svorky č. 8 a č. 9). Ak potrebujeme získať presnejšie informácie o spotrebe jednotlivých zariadení či okruhov, musíme použiť ďalšie zariadenia. Pre meranie spotreby v jednom obvode môžeme použiť jednofázový elektromer MENELER 9901D[20] s pulzným výstupom. Ak však chceme zisťovať spotrebu konkrétneho prístroja, musíme na prívodný kábel pripojiť meracie kliešte alebo merací transformátor. Tie rovnako ako elektromer pripojíme do systému cez binárny vstup. Takto môžeme detekovať zvýšenú spotrebu zariadenia, a včas vykonať servis alebo jeho výmenu. Niektoré moderné prístroje s možnosťou priameho pripojenia do iNELS cez LAN poskytujú informácie o svojej spotrebe elektrickej energie či dokonca vody.

Objekt disponuje nízkotlakovou plynovou prípojkou. Zemný plyn slúži na ohrev vody v kondenzačnom kotle a na varenie. Spotrebu plynu budeme merať membránovým ply-

nomerom PREMAGAS BK–G6 V2[21]. Je určený pre obchodný styk a vyhovuje EN 1359. Je určený na menovitý prietok $6 \text{ m}^3/\text{h}$ a najväčší pracovný pretlak 50 kPa . Údaje o spotrebe je možné zaznamenávať pomocou nízkofrekvenčného snímača IN–Z62, ktorý sa umiestňuje zvonku bez porušenia overovacej plomby. Prevedenie 62 je vybavené svorkami pre pripojenie kábla. NF snímač obsahuje magneticky spínaný jazýčkový kontakt. Ten je ovládaný magnetickým polom magnetu, umiestnenom v poslednom bubienku počítadla. Snímač generuje 100 impulzov na 1 m^3 . V telese snímača je dodatočný druhý jazýčkový kontakt na detekciu možného ovplyvňovania merania externým magnetickým polom.

Veľmi dôležité je sledovať spotrebu vody. Najmä v dnešnej dobe, keď je na mnohých miestach nedostatok kvalitnej nezávadnej vody. S tým je spojené aj zvyšovanie ceny. Spotrebu vody je vhodné merať aj pri jej získavaní z vlastného zdroja – studne. Studňa má určitú výdatnosť, a tak z nej nemožno v krátkom časovom horizonte čerpať veľké objemy vody. Sledovanie spotreby vody nám pomôže odhaliť úniky vody v systéme, napríklad v čase našej neprítomnosti pri odstavení všetkých spotrebičov. V našom projekte sme zvolili impulzný vodoměr ETATRON 3/4" s maximálnym prietokom $2,5 \text{ m}^3/\text{h}$, určený na meranie studenej vody[22]. Štandardne generuje 4 impulzy na liter, no je možné ho zakúpiť aj v inej konfigurácii (1 imp/10 l a i.).



Obrázok 5.13. Pripojenie meracích zariadení pomocou IM3–140M

5.7 Multimédia a zariadenia tretích strán

Úplnou samozrejmosťou moderných domácností je využívanie širokého spektra multimedialného obsahu. Prehrávanie hudby, videa, televízie, fotografie či prístup na internet. Takmer pre každú z týchto funkcií sme donedávna potrebovali samostatné zariadenia. Prístup k multimédiam bol nepohodlný a neprehľadný. Čo je však doležitejšie, je vysoká spotreba a veľký počet rozličných ovládacích prvkov, ktoré vyžaduje množstvo týchto spotrebičov. Systém iNELS dnes ponúka jednoduché a elegantné riešenie tohoto problému. Všetok multimedialny obsah môžeme mať pod kontrolou vďaka jednému zariadeniu iMM. Jediné čo potrebujeme, je prístup ku kvalitnej dátovej sieti. V tejto kapitole sa venujeme návrhu dátových sietí. Popíšeme vybrané zariadenia, tvoriace hlavnú infraštruktúru a ďalšie zariadenia, ktoré sa nám podarilo do systému iNELS integrovať. Sú to napríklad audio, video, kamery, dverný komunikátor alebo domáce elektrosprebiče.

Centrálnu časť tvorí RACK, vybavený záložným napájaním, ktoré zabezpečuje APC smart UPS. RACK je umiestnený v technickej miestnosti. Jeho výbavu tvorí Cisco Catalyst 2960 48 (PoE) Switch. Tento switch spĺňa všetky potrebné technické parametre. Disponuje dostatočným počtom konektorov RJ48 a podporuje technológiu power over ethernet (PoE), ktorú využijeme pre napájanie zariadení LARA. Každá izba je vybavená dvoma ethernetovými prípojkami. V obývacích izbách sme navrhli 4 prípojky, keďže sa tu budú nachádzať videozóny. Celkovo teda 24 ethernetových zásuviek. Ďalšie konektory potrebujeme na pripojenie deviatich IP kamier a napájanie desiatich zariadení LARA. V RACKU je ďalej umiestnený aj NAS. Toto zariadenie slúži na uchovávanie multimedialného obsahu, záznamov z kamier, dát a ich ľahkej distribúcií v dome. Pre náš projekt sme vybrali zariadenia NAS Synology RackStation RS814. Umožňuje rozšíriť úložnú kapacitu až na 48 TB. Do siete je rovnako pripojený pomocou ethernetu. K centrálnemu switchu je potrebné pripojiť aj iMM Server, ktorý tvorí základ domácej multimedialnej siete. Po pripojení týchto zariadení, teda využijeme 45 konektorov RJ48 na switchi. Pre potreby vytvorenia STA rozvodu sme tu umiestnili multiprepínač 13/20ECP-12 firmy EMP-CENTAURI. Ten nám umožní distribúciu signálu v dome z troch rôznych satelitných pozícií.

Infraštruktúra domácej siete je tvorená UTP káblom CAT6 a zásuvkami RJ48 CAT6. Sieť je rozšírená o bezdrôtové pripojenie, ktoré umožňuje WIFI prístupový bod Cisco Aironet. Takto je zabezpečená kvalitná sieť v ktorejkoľvek miestnosti v dome. Umožňuje tak prístup k riadeniu systému iNELS pomocou rôznych zariadení pripojených do siete. Napríklad aj bezdrôtovo pomocou smartphona či tabletu a príslušnej aplikácie iHC. V dome sú tiež umiestnené dva statické tablety Samsung Galaxy Tab s operačným systémom Android. Každý je umiestnený na jednom z poschodí, mieste jednoducho prístupnom všetkým obyvateľom. K stene sú upevnené pomocou dizajnového rámčeka od Vidabox. V tabletoch je nainštalovaná aplikácia iNELS Home control iHC-TA a tak vytvára intuitívny, dotykový ovládací bod celého systému (viď príloha č. 7. až 9.).

V dome je navrhnutý rozvod STA. Ten spôsobí distribúciu televízneho signálu z antény či satelitu do jednotlivých miestností. Umožňuje to multiprepínač, ktorý signál z pripojených satelitov a antén distribuuje pomocou koaxialného kábla RG-6 do jednotlivých miestností. Celkovo je možné pripojiť 19 zariadení pomocou koaxiálnych zásuviek v príslušných miestnostiach (viď príloha č. 7. až 9.).

Na vytvorenie priestoru pre zábavu a prehrávanie multimédií sme využili zariadenie iMM. Celkovo sme tak vytvorili štyri videozóny. Tie nám umožňujú prístup k obsahu uloženému na centrálnom úložisku dát NAS. Zároveň dovoľujú ovládať celý systém iNELS pomocou aplikácie iHC pre smart TV. Dve zóny sa nachádzajú v obývacích

izbách a dve v spálniach. Obývacie izby sú vybavené audiosústavou Bose Lifestyle 535 Series III home entertainment system a menšia CineMate 520 home theater system. Aby sme mohli ovládať aj zosilovač a domáce kino, vybavili sme miestnosti vysielacími IR signálmi pripojených do eLAN IR-003. Takto máme celú audio – video sústavu pripojenú do systému iNELS, a môžeme ju jednoducho ovládať akýmkoľvek smartphonom. Aplikácie podporujú dokonca aj gyroskopické ovládanie, čo prináša ešte lepší zážitok zo sledovania filmu či počúvania hudby. Ďalšie miestnosti sú vybavené reproduktormi BOSE Virtually Invisible 791. Tie sú určené na montáž do stropu alebo steny. Vrchný kryt je možné premalovať na farbu miestnosti, a tak nerušia celkový vizuálny dojem.

Aby sme sprístupnili ďalšie funkcie, ktoré ponúka systém iNELS, rozmiestili sme v dome niekoľko zariadení LARA. Umiestnené sú v kuchyniach, kúpeľniach, toaletách a jedna jednotka je umiestnená pri vstupných dverách. Celkovo sme rozmiestili 10 zariadení. LARA môže slúžiť na prehrávanie internetového rádia, hudby alebo aj ako Intercom. Umožňuje teda prijímať zvonenie z dverového komunikátora, alebo uskutočniť hovor na iné zariadenie. Zariadenie môže byť buď LARA alebo ľubovoľné zariadenie (smartphone, TV) pripojené do systému a obsahujúce aplikáciu iHC. Zariadenie sú napájané pomocou dátovej siete technológiou power over ethernet. Inštalovaný switch disponuje dostatočným výkonom 15,4 W na zabezpečenie napájania (LARA – 1,4 W). Nie je teda nutné ďalšie zariadenie alebo ďalší rozvod káblov.

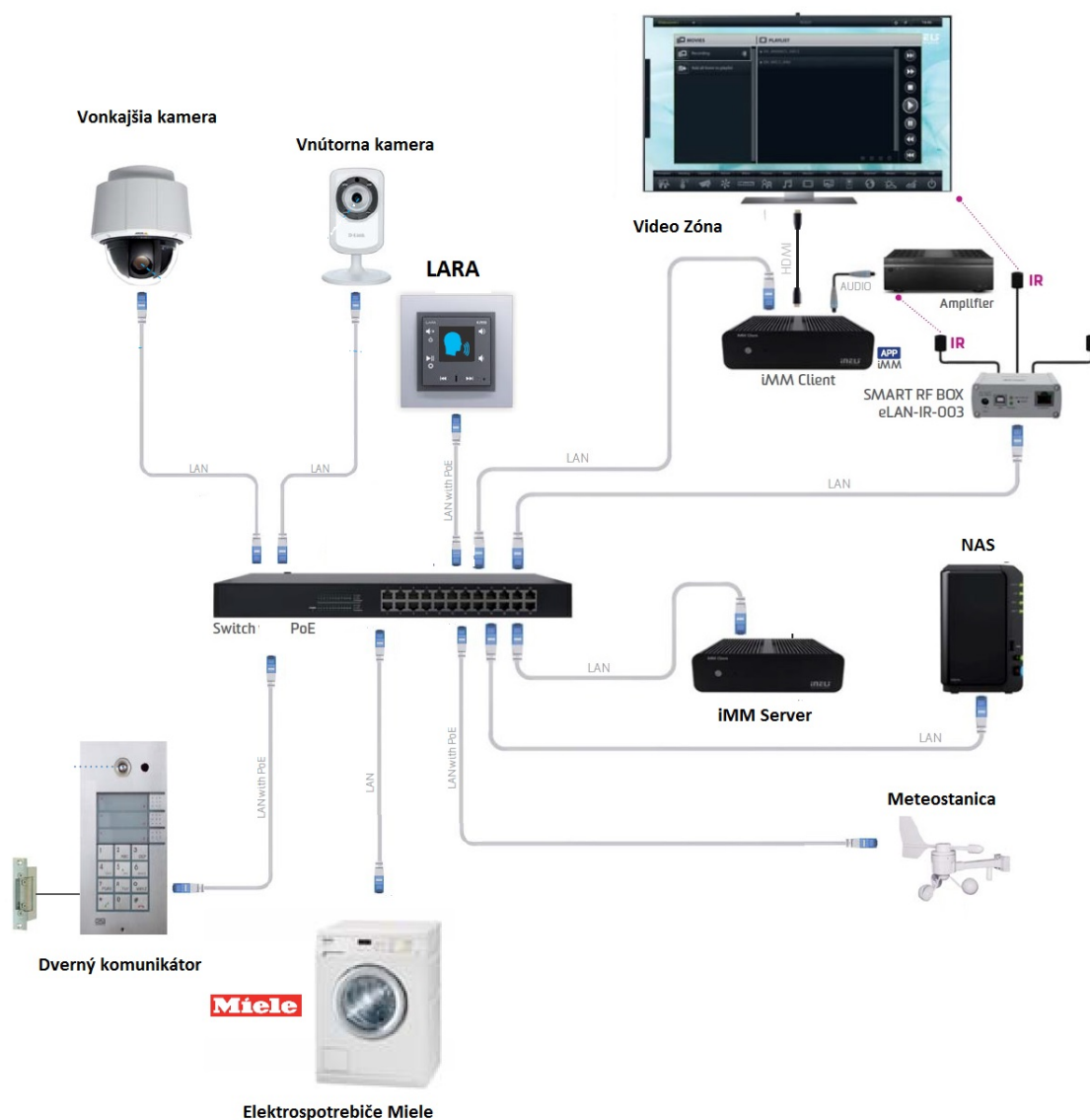
Monitorovanie pozemku zabezpečujú IP kamery spoločnosti BOSCH. Sú umiestnené na dome a garáži, aby umožnili kontrolu nad dôležitými časťami pozemku, ako je prístupová brána či vchodové dvere (rozmiestnenie kamier, viď. príloha č. 7 až 9). Kamery so systémom iNELS komunikujú pomocou ethernetu a technológie ONVIF. To zabezpečí sledovanie kamier na pripojených TV alebo smartphone, ale aj ukladanie a následné prehrávanie záznamu pomocou NAS. V interiéri sú umiestnené dve kamery TINION IP 2000, ktoré sledujú vchodové dvere a vinnú pivnicu. Rovnaká kamera je umiestnená aj v garáži. Okolie domu a pozemok je monitorovaný pomocou štyroch statických kamier DINION IP bullet 4000 HD a jednej polohovateľnej kamery FLEXIDOME IP outdoor 4000 HD.

Prístupový systém pri vstupnej bráne je tvorený dverným komunikátorom 2N Helios IP Vario. Je integrovaný do domácej siete pomocou ethernetu prostredníctvom IP protokolu SIP. Napájanie je zabezpečené pomocou PoE. Navrhnutá je v prevedení s tromi tlačidlami a čítačkou RFID. Disponuje aj kamerou. Je prepojený s elektrickým zámkom s momentovým kolíkom, a tak vyvolá odomknutie brány pomocou RFID tagov alebo aj na diaľku. V takomto zapojení systém ponúka prenos obrazu a hlasu na náš mobilný telefón aj v našej neprítomnosti v dome. Všetko sprostredkúva systém iNELS pomocou IMM Servera.

Veľkým prínosom pre riadenie a správu systémov v dome je meteostanica GIOM 3000. K iNELS je pripojená pomocou ethernetu do switcha a následne IMM Servera. Takto je zároveň aj napájaná cez PoE. Sprostredkuje meranie smeru a rýchlosti vetra, teploty, tlaku a veličín z nich odvodených, ako napríklad rosný bod. Takto získané dáta umožňujú prostredníctvom iNELS efektívnejšie regulovať zariadenia prípravy tepla či chladu. Tatiež poskytuje čas obyvateľom, ako aj domu na vykonanie potrebných opatrení pred blížiacou sa nepriazňou počasia. Jedná sa hlavne o automatické vytiahnutie (zatiahnutie) žaluzií (podľa použitého typu), varovanie na otvorené okná a ďalšie možnosti. V neposlednom rade prináša obyvateľom jednoduchý prístup k predpovedi počasia a aktuálnym vonkajším podmienkam cez mobilný telefón alebo obrazovku televízora.

Systém iNELS vykonáva pomocou servera IMM integráciu elektrospotrebičov tretích strán. Pre náš projekt sme zvolili domáce elektrospotrebiče of firmy Miele. Takto

integrujeme funkcionality systému Miele@home. Umožňuje dohľad nad všetkými zariadeniami a prepája ich navzájom. Na displeji kuchynskej rúry tak môžeme zobrazit informácie o práčke. Zariadenia spolu komunikujú, a tak sa napríklad dokáže odsávač pár riadiť na základe stavu varnej dosky. Čas na všetkých zariadeniach je synchronizovaný a jednoducho nastavitelný. Všetky elektrospotrebiče ako varná doska, rúra, práčka, chladnička, ale aj kávovar či digestor tak môžeme ovládať a kontrolovať pomocou systému iNELS a aplikácie iHC. Najprínosnejšou je funkcia smart start a smart grid, ktorá šetrí spotrebovanú elektrickú energiu. Ak je dom pripojený do siete, v ktorej sa počas dňa mení tarif, môže spotrebiče automaticky spúšťať v najlacnejšom z nich. Takto prispievajú k vytváraniu stabilnejšej elektrickej siete bez nežiaducich odberových špičiek. iNELS ponúka riešenie aj pre zariadenia, ktoré nemožno priamo pripojiť do systému. V našom projekte sme využili robotický vysávač Scout RX1 s diaľkovým ovládaním. Jednotlivé RF príkazy nahrajeme do systému, a zariadením eLAN IR-003 tak môžeme vysávač ovládať zo systému iNELS.



Obrázok 5.14. Multimédia a pripojenie zariadení tretích strán pomocou iMM Servera

5.8 Investičné náklady

Aby sme mohli vypočítať návratnosť systému, museli sme určiť investičné náklady. Keďže základné prvky elektroinštalácie, ako káble, trubky, inštalčné krabice sú viac menej v rovnakom množstve ako pri klasickej elektroinštalácii, preto sme vyčíslili len rozdiel v podobe nákladov na prvky systému iNELS.

Vychádzali sme z nášho návrhu popísaného vyššie a priloženej projektovej dokumentácie. Postupovali sme po jednotlivých miestnostiach a určovali počet spínaných svetelných a stmievateľných okruhov, zásuviek, žalúzií v danej izbe. Taktiež sme určili počet regulovaných okruhov vykurovania. Pre navrhované audiozóny a ďalšie multimediálne funkcie sme vybrali potrebné zariadenia. Následne bolo potrebné určiť ovládacie prvky v miestnostiach, jednalo sa najmä o tlačidlové ovládače WSB3–20 a WSB3–40. Na reguláciu teploty v miestnostiach sme navrhli použiť izbový termoregulátor IDRT3–1 a na ovládanie RGB svetiel EST3, vybavený dotykovým displejom. Na základe týchto požiadaviek sme určili potrebné aktory a ďalšie prvky systému iNELS potrebné pre jeho fungovanie. Následne sme vyčíslili potrebné náklady na systém v danej konfigurácii.

Celá práca sa zaoberá možnými energetickými úsporami spojenými s používaním systému iNELS. Aby však tieto investície boli rentabilné, a dosiahli sme čo najlepšiu návratnosť investície, spracovali sme viacero konfigurácií systému so zameraním na cenu.

Prvá varianta predstavuje systém v celkovom nami navrhnutom rozsahu. Obsahuje aj prvky pre multimediálne funkcie, a tak sa investičné náklady značne zvyšujú. Približná cena predstavuje 580 000 CZK. Multimediálne funkcie však neprispievajú k energetickým úsporám, a tak sme vytvorili ďalšiu variantu bez týchto zariadení. Takto sa nám podarilo náklady výrazne znížiť na 390 000 CZK. Ak by sme v systéme nepopojili IZT so systémom iNELS a prenechali jeho riadenia jednote RG 20, mohli by sme ušetriť ďalších 30 000 CZK. Veľmi nákladnú časť predstavujú LED pásy, ktoré zároveň prispievajú k neprimeranej veľkej spotrebe elektrickej energie. Ak by sme ich v projekte nepoužili, náklady by sa pohybovali okolo 320 000 CZK. Individuálna regulácia miestnosti pomocou termoregulátorov IDRT3–1 v každej miestnosti je pohodlná, no investične nákladná. Túto reguláciu totiž môžeme vykonávať aj pomocou aplikácie iHC cez smartphone alebo smart TV. Ak by sme v dome nepoužili termoregulátory IDRT3–3 a jednotky EST3 s dotykovým displejom, investícia by bola len okolo 260 000 CZK. To je viac ako polovičné zníženie nákladov oproti návrhu systému v maximálnom rozsahu. Systém v takejto konfigurácii však postačuje našim požiadavkám na dosiahnutie maximálnej energetickej úspory pri malých investičných nákladoch.

Presný rozpis prvkov a investičných nákladov jednotlivých variant je znázornený v prílohe č. 17.

Kapitola 6

Energetická úspora systému

Zvyšovanie cien energií, potrebných na chod domácnosti spojené so zvýšeným dopytom a nedostatkom fosílnych palív, vedie v posledných rokoch k snahám o zníženie spotreby v domácnosti. Nie je to len cieľom majiteľov a prevádzkovateľov budov, ale aj snaha Európskej únie či vlád jednotlivých krajín o vytváranie novej výstavby, ktorá by nezvyšovala spotrebu energií. Za týmto účelom je zavedené takzvané Energetické štičkovanie domov.

V nasledujúcej kapitole si zhrnieme spôsoby vedúce k energetickej úspore, ktoré nám ponúka navrhnutý systém iNELS. Priblížime si oblasti úspory elektrickej energie, energií na vykurovanie a prípravu teplej vody. Teoreticky popíšeme jednotlivé prostriedky, a pokúsime sa pomocou vytvoreného modelu vyžívania budovy vyčíslit možnú úsporu. Na základe investičných nákladov vypočítaných v predchádzajúcej kapitole vyhodnotíme návratnosť systému.

6.1 Stručný popis objektu

Návrh elektroinštalácie v tejto práci bol realizovaný v objekte novostavby rodinného domu v meste Benešov, južne od Prahy. Jedná sa o dvojpodlažný, čiastočne podpivničený objekt drevostavby vyššieho štandardu. Objekt je určený pre viacpočetnú rodinu, prípadne viac rodín na celoročné používanie.

Prvé nadzemné poschodie je vo výške 1,4 m nad okolitým terénom. Disponuje samostatnou plne vybavenou časťou s kúpeľňou, obývacou izbou s kuchynským kútom a spálňou. Tieto priestory je možné využívať samostatnou rodinou, prípadne návštevou. Ďalej sa tu nachádza veľká kuchyňa s jedálňou, pracovňa a obývacia izba s krbom a verandou. V severovýchodnej časti sa nachádza zadný vchod a vstup do technickej miestnosti, kde je navrhnuté umiestnenie všetkej potrebnej techniky na prípravu teplej vody a vykurovanie. Umiestnená je tu hlavná elektrická rozvodná skriňa a rack. Taktiež je tu ďalšia kúpeľňa a samostatná toaleta.

Na druhom poschodí sa nachádzajú štyri veľké spálne, z toho tri disponujú balkónom. Doplnené sú dvoma šatníkmi a kúpeľňou. Odtiaľ je aj prístup na rozsiahlu terasu, orientovanú na juhovýchod.

Objekt je čiastočne podpivničený. Prístup do pivničných priestorov je zo vstupnej haly prvého podlažia, ako aj priamo z dvora. Nachádza sa tu kuchynský kút a prilaľlá vinná pivnica. Ďalej miestnosť s krbom, sklad vína a toaleta.

Objekt drevostavby:

- Počet podlaží: 2 nadzemné, pivnica
- Zastavaná plocha: 110 m²
- Celková podlahová plocha: 305 m²
- Objem budovy: 734 m³

Na pozemku je prípojka zemného plynu a elektrickej energie, ktoré sú privedené do objektu. Zemný plyn je využívaný na varenie a ako doplnkový zdroj pre vykurovanie

a prípravu teplej vody. Elektrická prípojka slúži na napájanie elektrických zariadení v objekte a prenos elektrickej energie, vyprodukovanej fotovoltaickými panelmi do siete. Potreba pitnej vody je pokrytá z prípojky obecného vodovodu a odpadová voda je zvedená do obecnej kanalizácie.

V dome bude nepretržitý prevádzkový režim. Hlavný vchod do objektu je z juhozápadnej strany. Väčšina okien je orientovaná na juhozápadnú a juhovýchodnú stranu, kvôli zníženiu tepelných strát a zvýšeniu tepelných ziskov v zimných mesiacoch. Tomuto režimu a klimatickým podmienkam danej lokality je prispôbená vykurovacia sústava a vzduchotechnika.

- Priemerná výpočtová teplota v interiéri: $t_i = 22 \text{ }^\circ\text{C}$
- Vonkajšia výpočtová teplota vzduchu: $t_e = -15 \text{ }^\circ\text{C}$
- Stredná vonkajšia teplota počas vykurovacieho obdobia: $t_{es} = 3,9 \text{ }^\circ\text{C}$
- Dĺžka vykurovacieho obdobia: 245 dní
- Nadmorská výška: 327 m n. m.

6.2 Skladba konštrukcie

Rodinný dom je konštrukčne riešený formou ľahkej difúzne uzavretej konštrukcie. Pri drevostavbe sa minimalizuje mokrý proces, čím odpadá nutnosť technologických prestávok, a tým sa zvyšuje rýchlosť výstavby. Zároveň je možné ju realizovať mimo hlavnej sezóny, čo prispieva k zníženiu nákladov. Možnosť prefabrikácie jednotlivých častí umožňuje dosiahnuť vysokú kvalitu prevedenia stavebných detailov. Kvalitné zaizolovanie objektu je pritom možné dosiahnuť pri relatívne malej hrúbke konštrukcie, čo prispieva k zlepšeniu pomeru obytnej ku zastavanej ploche. Drevo, ktoré je hlavným stavebným prvkom, je náchylné na vlhkosť, a tak treba dbať na kvalitu prevedenia jednotlivých detailov parozábrany. Taktiež je pre zabezpečenie správnej vlhkosti v miestnostiach nevyhnutné využiť nútené vetranie. Nútené vetranie však už v dnešnej dobe nie je ničím výnimočným, a to hlavne pri potrebe dosiahnuť nízku energetickú náročnosť pasívnych domov. Aj keď v dnešnej dobe existuje mnoho spôsobov a postupov na zníženie rizika vzniku a šírenia požiaru v drevostavbe, treba dbať na zvýšenú protipožiarnú ochranu. Taktiež je tomu potrebné prispôbiť aj napríklad elektroinštaláciu, najmä použité materiály a spôsob vedenia kabeláže. Možnou nevýhodou je nízka účinná vnútorná tepelná kapacita budovy C , ktorú podľa ČSN EN ISO 13790 stanovíme ako súčet hodnôt tepelnej kapacity všetkých prvkov budovy, ktoré sú v bezprostrednom kontakte so vzduchom posudzovanej zóny (1) [19]:

$$C = \sum_j \chi_j \cdot A_j = \sum_j \sum_i \rho_{ij} \cdot c_{ij} \cdot d_{ij} \cdot A_{ij} [\text{Wh/K}] \quad (1)$$

kde

χ_j je plošná vnútorná tepelná kapacita j-tého stavebného prvku [$\text{J/m}^2\text{K}$]

A_j plocha j-tého stavebného prvku [m^2]

ρ_{ij} hustota stavebnej hmoty vrstvy i v stavebnom prvku j [kg/m^3]

c_{ij} merná tepelná kapacita stavebnej hmoty vrstvy i v stavebnom prvku j [J/kgK]

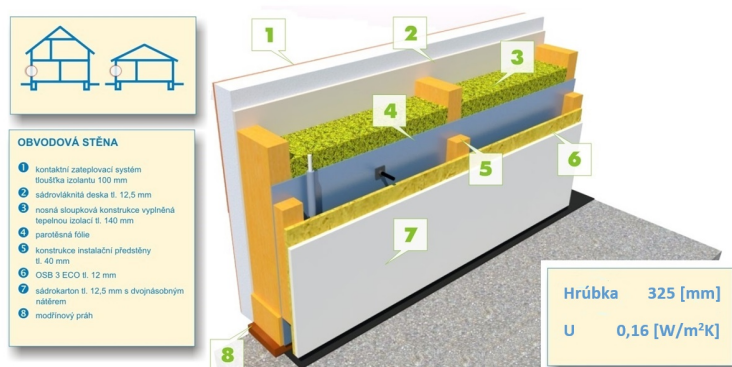
d_{ij} hrúbka vrstvy i stavebného prvku j [m]

V našom prípade je v priamom kontakte s miestnosťami sadrokartón, ktorý má síce veľkú objemovú hustotu ρ_{ij} a priaznivú mernú kapacitu c_{ij} , ale pritom malú hrúbku d_{ij} .

Táto nízka účinná vnútorná tepelná kapacita budovy je však priaznivá pri režime, ak nie sú obyvatelia väčšinu dňa doma, a ak chceme meniť teplotu v miestnostiach počas dňa. Budova nám pri použití kvalitného zdroja s dobrou reguláciou dovoľuje za krátky čas vyhriať steny na potrebnú teplotu. Vyššia teplota stien tak prispieva k lepšej pocitovej teplote, a tak môžeme vykurovať na nižšiu teplotu. To vedie k zníženiu nákladov. Na rozdiel od ťažkých stavieb, kde prebieha dlhšia akumulácia, teda pomalšie zvyšovanie teploty stien a následné dlhé sálanie do priestoru pri vypnutí zdroja tepla. V našom prípade by teda steny sálali v čase neprítomnosti obyvateľov, a teda zbytočne.

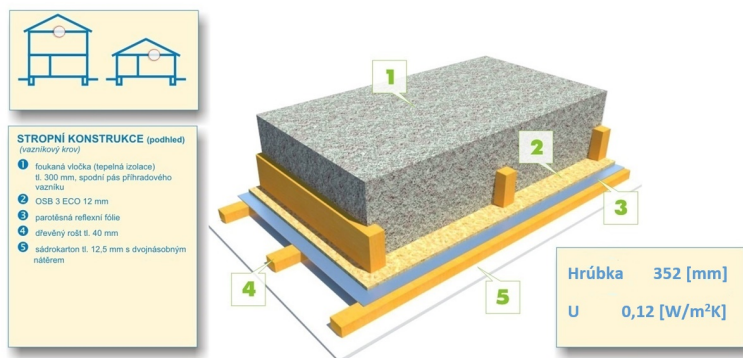
Zvolili sme montovaný typ drevostavby s veľmi dobrými tepelnotechnickými vlastnosťami. Vďaka tomu (viď. tabuľky a obrázky nižšie) jednotlivé konštrukcie spĺňajú požiadavky na súčiniteľ prestupu tepla pre pasívne budovy U_{pas} podľa ČSN 73 0540-2.[23]

Skladba obvodovej steny, znázornená na obrázku 6.1, dosahuje hodnotu súčiniteľa prestupu tepla $U = 0,16 W/m^2 K$, a spĺňa tak požiadavku $U_{pas} < 0,18 W/m^2 K$.



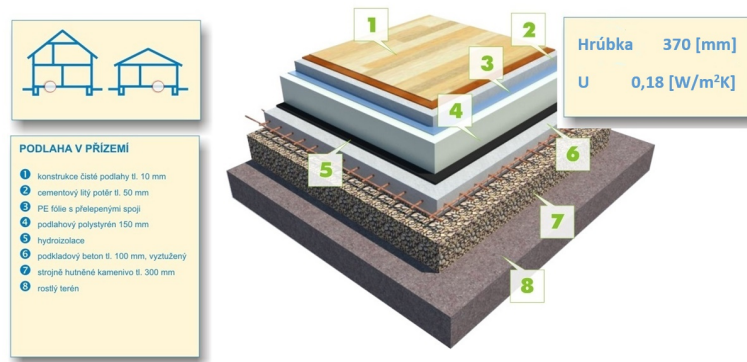
Obrázok 6.1. Skladba obvodovej steny [24]

Na obrázku 6.2 je znázornená skladba stropu medzi miestnosťou a nevykurovanou povalou s hodnotou súčiniteľa prestupu tepla $U = 0,13 W/m^2 K$, a spĺňa požiadavku $U_{pas} < 0,15 W/m^2 K$.



Obrázok 6.2. Skladba stropu [24]

Nasledujúci obrázok 6.3 popisuje skladbu podlahy v styku so zeminou. Je pritom dodržaná potrebná hodnota súčiniteľa prestupu tepla $U_{pas} < 0,22 W/m^2 K$, keďže $U = 0,18 W/m^2 K$.



Obrázok 6.3. Skladba podlahy [24]

Keďže má drevo dobré akustické vlastnosti, treba podlahy medzi dvoma miestnosťami vybaviť dostatočnou krokovou izoláciou.

Na základe týchto tepelnotechnických parametrov konštrukcie, sme pomocou programu TechCON vypočítali celkovú tepelnú stratu prestupom. Program pracuje na základe ST EN 12831. Celková strata objektu predstavuje približne 6,5 kW.

Tepelnú stratu prestupom určíme[19]:

$$Q_T = H_T \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t [W] \quad (2)$$

kde

H_T je merná strata prestupom v $[W/K]$

t je dĺžka časového úseku v [s], behom tohto časového úseku sa vonkajšia teplota θ_e považuje za konštantnú

Merná tepelná strata prestupom $H_T [W/K]$ sa vypočíta ako súčet tepelnej priepustnosti obvodového plášťa v kontakte s vonkajším prostredím (vzduchom) $L_D [W/K]$, mernej straty prestupom tepla nevykurovanými priestormi $H_U [W/K]$ a tepelnej priepustnosti zeminou $L_S [W/K]$ [19]:

$$H = L_D + H_U + L_S \quad (3)$$

Tepelná priepustnosť steny, strechy alebo akejkoľvek inej plošnej konštrukcie sa vypočíta ako[19]:

$$L = U \cdot A [W/K] \quad (4)$$

U je súčiniteľ prestupu tepla konštrukcie $[W/m^2K]$

A je plocha konštrukcie $[m^2]$

6.3 Energetická náročnosť budovy

Celkovú spotrebu energií v budove môžeme vyjadriť pomocou energetickej náročnosti budovy. Informuje o tom takzvaný preukaz energetickej náročnosti budov, ktorý zaraďuje budovy do jednotlivých energetickej tried.

Aby sme mohli určiť energetickú úsporu, potrebovali sme stanoviť spotrebu energie. Využili sme na to modul Energie 2010, ktorý je súčasťou softvéru Stavební fyzika. Ten vykonáva výpočet energetickej náročnosti budovy, t. j. výpočet ročnej dodanej energie na vykurovanie, chladenie, prípravu teplej vody, nútené vetranie, úpravu vlhkosti

vnútorného vzduchu a osvetlenia v súlade s EN ISO 13790 a podľa princípov vyhlášky MPO ČR č. 78/2013 Sb. Jednotlivé varianty prevádzky budovy sme postupne zadávali do softvéru, a tak zisťovali možné úpory, ktoré sú presne vyčíslené v nasledujúcich častiach práce.

Celková ročná dodaná energia (t. j. energetická náročnosť zóny či budovy EP) sa stanovuje zo všeobecného vzťahu[19]:

$$EP = Q_{fuel} = EP_H + EP_C + EP_F + EP_{RH} + EP_W + EP_L \quad (5)$$

kde

EP_H je ročná dodaná energia na vykurovanie [GJ]

EP_C je ročná dodaná energie na chladenie [GJ]

EP_F je ročná dodaná energie na nutené vetranie [GJ]

EP_{RH} je ročná dodaná energia na úpravu relatívnej vlhkosti vnútorného vzduchu [GJ]

EP_W je ročná dodaná energia na prípravu teplej vody [GJ]

EP_L je ročná dodaná energia na osvetlenie [GJ]

6.4 Prevádzkový režim

Aby sme simulovali individuálne nastavenie teplôt v izbách a meniaci sa priebeh teplôt počas dňa, zadávali sme rôznu návrhovú vnútornú teplotu. Zmena tejto hodnoty nám pomohla určiť úspory spojené s vykurovaním.

Následne sme posudzovali úspory spojené s osvetlením. Spôsob prevádzky osvetlenia v dome charakterizuje viacero parametrov. Hlavný z nich je celkový inštalovaný príkon osvetlenia v posudzovanom objekte v [W]. Taktiež bolo potrebné zadať spôsob regulácie osvetlenia. Regulácia osvetlenia je charakterizovaná štyrmi ďalšími parametrami, a to dĺžka využitia zóny počas dňa (za denného svetla), dĺžka využitia zóny počas noci (bez denného svetla), činiteľ závislosti na dennom svetle a činiteľ obsadenosti. Využívanie počas dňa/noci udáva, aká dlhá je priemerná doba využívania domu počas dňa/noci za rok [h/rok]. Hodnota činiteľa závislosti osvetlenia na dennom svetle vyjadruje, aká veľká časť požadovanej miery osvetlenia je zaistená len umelým osvetlením [$-$]. Činiteľ obsadenosti vyjadruje pomer času, kedy sú v danej zóne obyvatelia ku celkovému času využívania osvetlenia.

Pre posúdenie úspor spojených s prevádzkou automaticky riadených prvkov protislnečnej ochrany sme menili parametre korekčného činiteľa tienenia a časový podiel tienenia. Korekčný činiteľ tienenia vyjadruje vplyv aktívnych prvkov protislnečnej ochrany (žalúzií) na priepustnosť slnečného žiarenia v chladiacom režime. Časový podiel, počas ktorého sú v letných mesiacoch zatiahnuté žalúzie, vyjadruje časový podiel tienenia v %.

Celkovo sme simulovali šesť prevádzkových režimov, ako je uvedené v tabuľke 6.1. Boli zvolené režimy s LED pásmi, teda z vyšším inštalovaným výkonom osvetlenia a bez LED pásov. Pre oba prípady bol vytvorený referenčný model, ktorý predstavoval využívanie domu bez systému iNELS. Teda s ručným ovládaním osvetlenia, bez individuálnej regulácie vykurovania a tieniacej techniky.

Režim domácnosti		Parametre							
		bez iNELS	iNELS			bez iNELS	iNELS		
			1	2	3		4	5	6
Návrhová teplota	[°C]	22	19	19	19	22	19	19	19
Prikon osvetlenia	[W]	2434	2434	2434	2434	1318	1318	1318	1318
Spôsob ovládania	[-]	ručne	fotos.	fotos.	fotos.	fotos.	fotos.	fotos.	fotos.
Využívanie počas dňa	[h]	3000	3000	3000	2750	3000	3000	3000	2750
Činiteľ závislosti na dennom svetle	[-]	1	0,8	0,7	0,7	1	0,8	0,7	0,7
Využívanie počas noci	[h]	2000	2000	2000	1750	2000	2000	2000	1750
Činiteľ obsadenosti	[-]	1	0,9	0,8	0,8	1	0,9	0,8	0,8
Korekčný činiteľ tienenia	[-]	1	0,15	0,15	0,15	1	0,15	0,15	0,15
Časový podiel tienenia	[%]	0	50	75	75	0	50	75	75

Tabuľka 6.1. Prevádzkový režim domácnosti

6.5 Celkové úspory

Ak chceme určiť energetickú úsporu domácnosti, musíme najprv poznať jej spotreby. Spotrebu jednotlivých energií pre zvolené režimy domácnosti sme stanovili pomocou programu Energia 2010. Tabuľka 6.2 znázorňuje spotrebu elektrickej energie, plynu a celkovú spotrebu za rok v MWh. Väčšiu časť spotreby predstavuje elektrická energia, keďže primárnym zdrojom vykurovania je teplotné čerpadlo, ktoré na svoju prevádzku potrebuje elektrickú energiu.

Režim domácnosti		Ročná spotreba							
		bez iNELS	iNELS			bez iNELS	iNELS		
			1	2	3		4	5	6
Spotreba el.energie	[MWh]	21,61	17,61	15,31	14,42	15,28	12,75	11,36	10,89
Spotreba zemného plynu	[MWh]	6,06	5,53	5,75	5,86	6,94	6,17	6,31	6,39
Celková spotreba	[MWh]	28	23	21	20	22	19	18	17

Tabuľka 6.2. Ročná spotreba zemného plynu a elektrickej energie

Na základe týchto údajov sme mohli vypočítať ročnú úsporu v %, ktorá je znázornená v tabuľke 6.3. Úsporu sme počítali voči referenčnému režimu bez systému iNELS.

Režim domácnosti		Úspora v %							
		bez iNELS	iNELS			bez iNELS	iNELS		
			1	2	3		4	5	6
Úspora el.energie	[%]	-	18,5	29,2	33,3	-	16,6	25,7	28,7
Úspora zemného plynu	[%]	-	8,7	5,1	3,3	-	11,1	9,1	7,9
Celková úspora	[%]	-	16	24	27	-	15	20	22

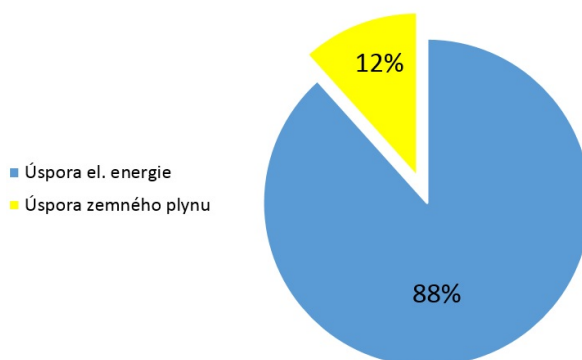
Tabuľka 6.3. Úspora vyjadrená v %

Následne sme túto úsporu potrebovali vyjadriť v korunách, aby sme mohli na záver stanoviť návratnosť. Úspora jednotlivých variant je znázornená v tabuľke 6.4. Počítali sme pritom s jednotkovými cenami elektrickej energie 4500 CZK/MWh a zemného plynu 1500 CZK/MWh. Je to priemerná cena na rok 2015 pre danú lokalitu a spotrebu.

Úspora v CZK									
Režim v domácnosti		bez iNELS	iNELS			bez iNELS	iNELS		
			1	2	3		4	5	6
Úspora el. energie	[CZK]	0	18000	28375	32375	0	11375	17625	19750
Úspora zemného plynu	[CZK]	0	792	458	292	0	1167	958	833
Celková úspora	[CZK]	0	18792	28833	32667	0	12542	18583	20583

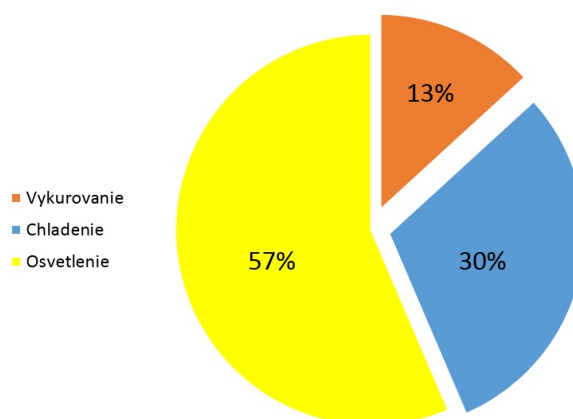
Tabuľka 6.4. Úspora prepočítaná na CZK

Podiel jednotlivých energetických zdrojov na celkovej úspore je vyjadrený graficky na obrázku 6.4. Prevažnú časť úspor vytvára elektrická energia, keďže sa jej v dome spotrebuje výrazne viac ako zemného plynu. Na grafe 6.4 je znázornená úspora prvého variantu.



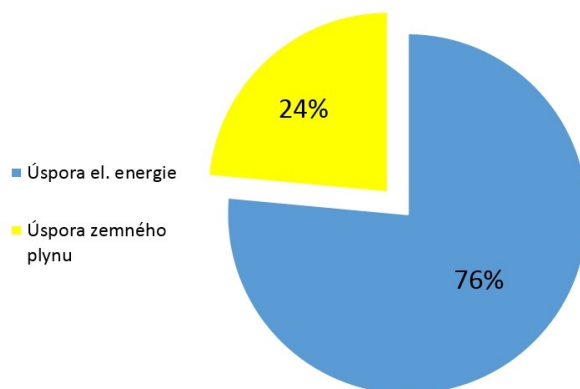
Obrázok 6.4. Podiel energetických zdrojov na celkovej úspore v % (pre režim 1.)

Úspory sme rozdelili aj podľa toho, v akej oblasti boli dosiahnuté, čo je na zobrazené na obrázku 6.5. Najväčšiu úsporu sme teda schopný dosiahnuť reguláciou osvetlenia. Je to spôsobené vysokým navrhovaným inštalovaným výkonom.

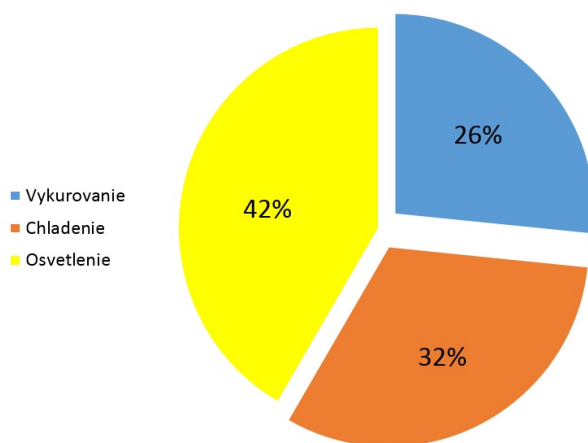


Obrázok 6.5. Podiel jednotlivých oblastí na celkovej úspore v % (pre režim 1.)

Podobne ako predchádzajúce obrázky, aj obrázok 6.6 znázorňuje podiel energií na celkovej úspore a obrázok 6.7 podiel jednotlivých oblastí na celkovej úspore pri štvrtom režime domácnosti.



Obrázok 6.6. Podiel enrgetických zdrojov na celkovej úspore v % (pre režim 4.)



Obrázok 6.7. Podiel jednotlivých oblastí na celkovej úspore v % (pre režim 4.)

6.6 Úspora elektrickej energie na osvetlenie

V tejto časti si popíšeme možné úspory elektrickej energie spojené s používaním navrhovanej inteligentnej elektroinštalácie iNELS.

Najväčšiu spotrebu elektrickej energie predstavuje pomocná energia na pohon tepelného čerpadla a obehových čerpadiel pre vykurovanie a teplú vodu. Možné úspory v tejto oblasti si popíšeme v ďalších kapitolách. V tejto časti sa zameriame na úsporu, spojenú s elektrickým osvetlením a prevádzkou domácich elektrospotrebičov. Ako sme spomenuli v predchádzajúcich kapitolách, navrhli sme využitie moderných elektrospotrebičov Miele, podporujúcich funkcionality Miele@home. To nám uľahčuje mať všetky elektrospotrebiče veľmi jednoducho pod kontrolou prostredníctvom systému iNELS a jeho ovládacích prvkov. Takto vieme zapínať elektrospotrebiče, ale čo je dôležitejšie, vypínať automaticky v našej neprítomnosti. Ďalším veľkým energetickým prínosom sú pre nás funkcie smart start a smart grid, ktoré po nastavení spustia automaticky vybrané spotrebiče v najlacnejšom tarife.

Výraznú úsporu elektrickej energie môžeme dosiahnuť zefektívnením osvetlenia. V prvom rade kvalitným návrhom, vhodným výberom a rozmiestnením svietidiel, ako aj použitím svetelných zdrojov s vysokou účinnosťou w/lm . Pri samotnej prevádzke môžeme

úspory dosiahnuť znížením času, kedy je osvetlenie v prevádzke a jeho stmievaním, teda znižovaním výkonu. To nám umožňuje systém iNELS.

Aby sme mohli znížiť čas svietenia a využívať osvetlenie len na miestach, kde je to naozaj nutné, bolo potrebné inštalovať pohybové senzory a fotosenzory. Osvetlenie sa tak automaticky zapne po príchode do miestnosti, a následne sa samo vypne pri neprítomnosti osôb. Výkon osvetlenia je regulovaný pomocou fotosenzoru, ktorý nastaví intenzitu osvetlenia na nevyhnutne potrebnú hodnotu, aby bola dosiahnutá potrebná osvetlenosť miestnosti. Ďalším prínosom môže byť odchodové tlačidlo, ktoré automaticky vypne všetky zabudnuté svietidlá, prípadne aj zariadenia. Funkciu automatického tlačidla môžeme nahradiť signálom z EZS, ktorý vyšle po zablokovaní domu systémom iNELS informáciu o neprítomnosti obyvateľov v dome.

Nami navrhovaný vysoký inštalovaný výkon je spojený s využitím veľkého množstva LED pásov. Tie sú v dnešnej dobe síce moderné a veľmi elegantne vedia meniť atmosféru interiérov, ako aj exteriérov, no výrazne prispievajú k spotrebe elektrickej energie. Znížením dĺžky LED pásov alebo ich úplným odstránením z návrhu, by sme tak mohli znížiť náklady na osvetlenie, ako aj náklady na potrebné riadiace komponenty pre ovládanie LED pásov.

Ročnú spotrebu elektrickej energie na osvetlenie vypočítame[19]:

$$W_{lt} = W_p \cdot A_{lf,int} + P_{lt} \cdot F_o \cdot (t_D \cdot F_D + t_N) \quad (6)$$

kde

W_p je ročná merná potreba elektriny pre núdzové osvetlenie, vrátane jeho riadiaceho systému [Wh/m^2]

P_{lt} je celkový známy inštalovaný príkon osvetlenia v zóne [W]

F_o je činiteľ obsadenosti zóny [–]

F_D je činiteľ závislosti na dennom svetle [–]

t_D je doba využitia osvetlenia behom denného svetla za rok [h]

t_N je doba využitia osvetlenia behom noci za rok [h]

Využitím svetelných zdrojov s vyššou účinnosťou a ich reguláciou na základe prítomnosti osôb a osvetlenosti miestnosti prispievame k zníženiu potreby elektrickej energie. Zároveň však znižujeme tepelné zisky od osvetlenia, čo vyplýva z (7) a čiastočne tak zvyšujeme potrebu energie na vykurovanie.[19] Nie je to však úplne nepriaznivý jav, keďže jednotlivé zdroje (svetelné alebo vykurovacie) potrebujeme regulovať podľa ich primárneho určenia. Táto premena elektrickej energie na tepelnú totiž neprebíha s takou účinnosťou ako premena pomocou iných zdrojov tepla, ktoré sú na to primárne určené.

$$Q_{int,lt,j} = (1 - \eta_{lt}) \cdot (1 - f_{lt,f}) \cdot \Phi_{lt,j} \cdot t [W] \quad (7)$$

kde

η_{lt} je priemerná účinnosť osvetľovacej sústavy (žiarovky, žiarivky a pod.) [–]

$f_{lt,f}$ je časový podiel prevádzky odsávacích ventilátorov pri osvetľovacej sústave [–]

$\Phi_{lt,j}$ je priemerný príkon elektriny na osvetlenie v j-tom mesiaci [W]

$$\Phi_{lt,j} = \frac{f_{lt,j} \cdot W_{lt,j}}{8760} \quad (8)$$

kde

$f_{lt,j}$ je činiteľ podielu spotreby elektriny na osvetlenie v j-tom mesiaci [–]

$W_{lt,j}$ je ročná potreba elektriny na osvetlenie [Wh]

Ako sme uviedli vyššie, pre dosiahnutie vysokého komfortu sme navrhli použitie väčšieho množstva LED pásov. S tým je spojený vysoko inštalovaný výkon osvetlenia. To nám však dáva priestor na riadenie a zefektívnenie používania osvetlenia za pomoci systému iNELS. Nasledujúca tabuľka 6.5 popisuje možné úspory za rok vyjadrené v % pre jednotlivé režimy v porovnaní s referenčným režimom. V referenčnom režime je pritom navrhnuté ručné ovládanie osvetlenia. Ak budeme svetlo ovládať pomocou fotosenzoru v závislosti na osvetlení, dokážeme ušetriť 18 %. Znížením doby využívania miestnosti počas dňa a noci, čo simuluje stav, kedy svietime len v miestnostiach, kde je to nutné, dokážeme ušetriť dokonca až 36 % energie potrebnej na osvetlenie. Keďže zdrojom energie pre osvetlenie je elektrická energia, ktorá je oveľa drahšia ako iné energie, výrazne prispieva ku zlepšeniu návratnosti systému. Elektrická energia má vysoký faktor energetickej premeny, a tak znížením jej spotreby prispievame ku znižovaniu spotreby primárnych energií.

Úspora v %									
Režim v domácnosti		bez iNELS	iNELS			bez iNELS	iNELS		
			1	2	3		4	5	6
Osvetlenie	[%]	-	18	30	36	-	16	27	32

Tabuľka 6.5. Ročná úspora energií na osvetlenie v %

6.7 Úspora energií na vykurovanie a chladenie

Najväčší podiel na spotrebe domácnosti a všeobecnosti budov predstavuje vykurovanie a chladenie, poprípade ďalšia úprava kvality vzduchu. Preto táto oblasť ponúka najväčšie možnosti úspory. Vďaka riadeniu vykurovania pomocou časových režimov a individuálneho nastavenia teploty v jednotlivých izbách, môžeme v najlepšom prípade dosiahnuť úspory až 30 %. Takejto úspory je však možné dosiahnuť v budove s horšími tepelnotechnickými vlastnosťami pri využívaní zdrojov s nižšou účinnosťou. Keďže náš systém je navrhnutý pre budovu s veľmi kvalitnou obálkou a nízkou potrebou tepla na vykurovanie, tak aj percentuálne priaznivá úspora energií neprinesie veľkú ekonomickú úsporu. Aj napriek tomu má aj v priestoroch takýchto domov systém iNELS nepochybniteľný energetický prínos. Preto sa pokúsime o priblíženie možnosti energetickej úspory a jej vyčíslenie.

Hlavný prínos predstavuje zníženie priemernej teploty v dome. Každé zvýšenie o 1 °C vedie k nezanedbateľnému navýšeniu nákladov. Navrhovaný systém nám ponúka jednoduchý a pohodlný spôsob regulácie teploty v miestnostiach. Takto môžeme vykurovať len miestnosti, ktoré potrebujeme a presne tak, ako je práve nevyhnutné. Časový priebeh teplôt v jednotlivých miestnostiach či zónach si môžeme nastaviť pomocou automatických časových režimov. Časové režimy, ako aj aktuálnu teplotu je možné regulovať pomocou termoregulátora IDRT3–1 alebo jednotky s dotykovým displejom EST3. Aby sme však znížili investičné náklady na elektroinštaláciu, môžeme inštaláciu týchto jednotiek úplne vypustiť. Nastavenie teploty totiž môžeme vykonávať aplikáciou iHC v smartphone, ktorý má v dnešnej dobe takmer každý. Taktiež je to možné pomocou počítača či prehľadne na veľkej obrazovke smart TV.

Na základe nami zvoleného priebehu teplôt v jednotlivých miestnostiach sme následne vypočítali priemernú vnútornú teplotu.

Vo výpočte mernej potreby tepla na vykurovanie podľa STN 730540 sa vplyv prerušovania vykurovania nesmie uvažovať — výpočet sa totiž vykonáva pre neprerušované

vykurovanie. Je však možné, zahrnúť do výpočtu vplyv prerušenia vykurovania znížením vnútornej teploty, pre prerušované vykurovanie s maximálnym rozdielom medzi najvyššou a najnižšou vnútornou teplotou do 3 °C podľa čl. 13.2.1.2 v EN ISO 13790. Ako vnútorná teplota sa potom uvádza vážený priemer cez príslušné časové úseky s plným a tlmeným vykurovaním[19]:

$$\theta_i = \frac{\sum t_i \cdot \theta_i}{\sum t_i} \quad (9)$$

kde

t_i sú jednotlivé časové úseky s rôznou intenzitou vykurovania

θ_i sú príslušné návrhové vnútorné teploty behom týchto časových úsekov

Pokiaľ sa hodnotená zóna skladá z viacerých miestností s odlišnou návrhovou teplotou, je nutné výslednú návrhovú vnútornú teplotu zóny stanoviť ako vážený priemer podľa podlahovej plochy podľa čl. 6.3.3.1.1 v EN ISO 13790[19]:

$$\theta_i = \frac{\sum A_i \cdot \theta_i}{\sum A_i} \quad (10)$$

kde

A_i je pôdorysná plocha časti zóny

θ_i je príslušná návrhová vnútorná teplota

Vďaka individuálnemu nastaveniu teploty a časových režimov sa nám podarilo znížiť vnútornú návrhovú teplotu.

Ďalšie úspory prináša automatická regulácia tieniacej techniky. V projekte sme navrhli použitie vonkajších žalúzií, ktoré výrazne zabraňujú prenikaniu slnečného žiarenia do miestností, a tak pomáhajú znižovať nepriaznivé tepelné zisky v letných mesiacoch. Nastavenie žalúzií môže byť regulované automaticky pomocou časových režimov, kedy v čase neprítomnosti môžu byť žalúzie úplne stiahnuté a v noci vytiahnuté, aby napomáhali k ochladzovaniu budovy. Regulovať natočenie a vytiahnutie je možné aj pomocou fotosenzorov, ktoré dávajú systému informácie o aktuálnej osvetlenosti miestnosti. Rovnako prínosná je regulácia žalúzií aj v zimných mesiacoch. Vtedy sú tepelné zisky od slnečného žiarenia žiadúce, a tak sa bude systém snažiť maximalizovať čas, kedy sú žalúzie vytiahnuté. Zároveň počas noci zvyšujú tepelný odpor stavebných otvorov, ale najmä znižujú vplyv sálania chladnej oblohy.

Pre stanovenie tepelných ziskov prostredníctvom priesvitných konštrukcií (okien, svetlíkov atď.), umiestnených v miestnosti sa používa vzťah[19]:

$$Q_{H,sol,gl,j} = \sum_k (F_{sh,ob,k} \cdot F_{sh,gl,k} \cdot F_{gl,k} \cdot A_k \cdot F_{w,k} \cdot g_k \cdot I_{sol,k,j} - Q_{r,k,j}) \quad (11)$$

kde

$F_{sh,ob,k}$ je korekčný činiteľ tienenia k-tého okna pevnými prekážkami [–]

$F_{sh,gl,k}$ je priemerný korekčný činiteľ tienenia k-tého okna pohyblivými tieniacimi prostriedkami [–]

$F_{gl,k}$ je korekčný činiteľ zasklenia k-tého okna (podiel plochy presklenia k celkovej ploche okna) [–]

A_k je celková plocha k-tého okna [m^2]

$F_{w,k}$ je korekčný faktor pre rozdielny smer dopadu žiarenia [–]

g_k je priepustnosť slnečného žiarenia k-tého okna pre kolmý dopad žiarenia [–]

$I_{sol,k,j}$ je množstvo dopadajúcej slnečnej energie na k-té okno v j-tom mesiaci [J/m^2]
 $Q_{r,k,j}$ je výmena tepla sálaním medzi povrchom k-tého okna a oblohou v j-tom mesiaci [J]

Pre nás je najdôležitejší korekčný činiteľ clonenia pohyblivými clonami (žalúzie, rolety a pod.) $F_{sh,gl,k}$, ktorý je možné upresniť o podiel času so spustenými žalúziami.

Tieto úspory je teoreticky možné dosiahnuť aj bez použitia automatizácie a inteligentnej elektroinštalácie. Teplotu je možné manuálne meniť pomocou termoregulačných hlavíc, a žalúzie nastavovať ručne v priebehu dňa. To je však časovo náročne a nepohodlné, a preto tak v reále obyvatelia vo väčšine prípadov nerobia.

Spotreba energie závisí aj na zdroji tepla, jeho účinnosti a spôsobe regulácie. V našom projekte sme zvolili až štyri zdroje, ktoré čiastočne prispievajú k nahrievaniu akumuláčnej nádrže. Hlavným zdrojom je tepelné čerpadlo, ktoré na svoj pohon potrebuje elektrickú energiu. Znížením potreby na vykurovanie tak dosiahneme úsporu elektrickej energie. Ďalší doplnkový zdroj predstavuje plynový kondenzačný kotol. Na zníženie spotreby zemného plynu, musíme vhodnou reguláciou zdrojov preferovať zdroje s nižšou energetickou náročnosťou. Doplnkový zdroj tvoria solárne panely, ktoré znižujú náklady hlavne na prípravu teplej vody v letných mesiacoch. Ich energetický výdaj je v podobe elektrickej energie potrebnej na pohon čerpadiel.

Ďalšiu energiu môžeme ušetriť vo forme pomocnej energie, potrebnej na pohon čerpadiel či iných motorov, ktoré sú nevyhnutné pre správnu funkciu jednotlivých zariadení. Je preto veľmi vhodné používať motory s plynule regulovateľnými otáčkami.

Nasledujúca tabuľka 6.6 znázorňuje možné úspory energie na vykurovanie a chladenie, ktoré prináša používanie inteligentnej elektroinštalácie iNELS. Ročná úspora je vyjadrená v % a vzťahuje sa k referenčnému režimu, teda režimu bez iNELS. Režimy 1, 2 a 3 uvádzajú návrh s použitím LED pásov, prípadne odpovedajúcim príkonom a ich úspora sa vzťahuje k referenčnému režimu s rovnakým inštalovaným výkonom. Režimy 4, 5 a 6 sú s nižším inštalovaným výkonom osvetlenia, a majú samostatný referenčný režim.

Úspora spojená s vykurovaním súvisí s individuálnym regulovaním teploty v jednotlivých miestnostiach. Keďže sa nám takto podarí znížiť priemernú vnútornú návrhovú teplotu, dokážeme ročne ušetriť až 24 % nákladov oproti systému iNELS. Ak sa však zameriame na reguláciu osvetlenia, tepelné zisky sa znížia, a tak môžeme ušetriť len okolo 8 %.

Oveľa väčšej úspory dokážeme dosiahnuť reguláciou žalúzií. To sa výrazne prejaví v nákladoch na chladenie. Ak použijeme kvalitné vonkajšie žalúzie, a budeme sa snažiť mať ich zatiahnuté počas čo najdlhšej doby, výrazne znížime tepelné zisky od slnečného žiarenia. Vieme tak ušetriť 37 % energií. Ak k tomu pridáme efektívnu reguláciu vysoko inštalovaného výkonu osvetlenia, výrazne znížime vnútorné zisky od osvetlenia, a ušetríme tak až 58 % energií.

Úspora v %									
Režim v domácnosti		bez iNELS	iNELS			bez iNELS	iNELS		
			1	2	3		4	5	6
Vykurovanie	[%]	-	22	13	8	-	24	19	17
Chladenie	[%]	-	37	56	58	-	38	55	57

Tabuľka 6.6. Ročná úspora energií na chladenie a vykurovanie v %

6.8 Úspora energií spojená s přípravou teplej vody

Spotreba energie na prípravu teplej vody závisí od jej spotreby a spôsobu prípravy, ale aj efektívnosti pri jej distribúcii či akumulácii. Na príprave teplej vody sa podieľajú rovnaké zdroje ako na vykurovaní, a tak zníženie spotreby teplej vody vedie k rovnakým úsporám ako pri vykurovaní, čo podrobnejšie popisujeme v predošlej časti. Pre náš projekt sme vybrali prietokový spôsob prípravy teplej vody, čím odpadajú do istej miery náklady spojené s akumuláciou. Voda je ohrievaná v akumulačnej nádobe, no jej obsah je využívaný aj na vykurovanie, a tak vhodnou reguláciou teploty v nádobe môžeme prispieť k zníženiu tepelných strát nádoby, no zároveň zabezpečiť potrebný výkon pre ohrev teplej vody a vykurovanie.

Výpočet dodanej energie na prípravu teplej vody[19]:

$$EP_W = \sum_{j=1}^{12} (Q_{W,fuel,j} + Q_{W,sc,j} + Q_{W,aux,j}) = \sum_{j=1}^{12} \left(\sum_{t=1}^m \left(\frac{Q_{W,dis,j} \cdot f_{W,t}}{COP_{H,gen,t}} + Q_{W,hp,t,j} \right) + \sum_{z=1}^n \frac{Q_{W,dis,j} \cdot f_{W,z}}{\eta_{W,gen,z}} + Q_{W,sc,j} + Q_{W,aux,h} \right) \quad (12)$$

kde

m je počet tepelných čerpadiel

n je počet ostatných zdrojov tepla

$Q_{W,dis,j}$ je vypočítaná spotreba energie v distribučnom systéme prípravy teplej vody v j -tom mesiaci [J]

f_W je podiel z $Q_{W,dis,j}$ pripadajúci na príslušný zdroj tepla [-]

$COP_{H,gen,t}$ je ročný prevádzkový vykurovací faktor t -tého tepelného čerpadla [-]

$\eta_{W,gen,z}$ je celková priemerná účinnosť výroby tepla z -tým zdrojom tepla [-]

$Q_{W,sc,j}$ je energia zo solárnych kolektorov, použitá na prípravu teplej vody v j -tom mesiaci [J]

$Q_{W,aux,h}$ je pomocná energia na prípravu teplej vody v j -tom mesiaci [J]

$Q_{W,hp,t,j}$ je energia získaná z okolitého prostredia v j -tom mesiaci t -tým tepelným čerpadlom [J]

Pomocnú energiu predstavuje elektrická energie spotrebovaná na pohon cirkulačného čerpadla. Vďaka jeho integrácii do systému iNELS, vieme jeho prevádzku riadiť a zefektívniť. Zároveň môžeme plynule riadiť jeho otáčky podľa potreby. Na základe režimu obyvateľov domu môžeme v systéme nastaviť časový priebeh prevádzky čerpadla, čím znížime jeho spotrebu. Bude v prevádzke iba vtedy, ak to bude ozať nutné. Čerpadlo bude teda vypnuté v noci a počas dňa, keď sú obyvatelia mimo domu a nepredpokladá sa tak spotreba teplej vody. Keďže je čerpadlo spínané pomocou systému iNELS, môžeme ho včas zapnúť na základe iných ukazovateľov, ktoré nám systém ponúka a môžu signalizovať potrebu teplej vody. Je to napríklad zapnutie osvetlenia v kúpeľni či už na chodbe, po ceste do kúpeľne. Takto môžeme čerpadlo zapnúť skôr, ako otočíme kohútikom batérie. Zabezpečíme tak teplú vodu aj v čase, ak je čerpadlo na základe časového režimu vypnuté. Prispejeme tak zároveň k úspore vody ako takej. Pri vypnutí čerpadla alebo pri použití systému bez cirkulácie, je potrebné takmer celý objem potrubia, od zdroja po spotrebné miesto vypustiť. Závisí to od časovej následnosti odberu na jednotlivých odborných miestach. Energetická strata tak závisí na objeme vody, ktorá v potrubí vychladla, a následne sa bez využitia vypustila do odpadu.

Mesačnú spotrebu energie v distribučnom systéme prípravy teplej vody stanovíme podľa vzťahu[19]:

$$Q_{W,dis,j} = Q_{W,nd,j} + Q_{W,tn,j} + Q_{W,net,j} + Q_{W,cir,j} - Q_{W,sc,j}$$

kde

$Q_{W,nd,j}$ je potreba tepla na prípravu teplej vody v j-tom mesiaci [J]

$Q_{W,tn,j}$ je potreba tepla na pokrytie straty zásobníku teplej vody v j-tom mesiaci [J]

$Q_{W,net,j}$ je potreba tepla na pokrytie straty rozvodov teplej vody v j-tom mesiaci [J]

$Q_{W,cir,j}$ je potreba tepla na pokrytie tepelných strát systému cirkulácie teplej vody v j-tom mesiaci [J]

$Q_{W,sc,j}$ je energia zo solárnych kolektorov použitá na prípravu teplej vody v j-tom mesiaci [J]

Potrebu tepla na prípravu teplej vody v j-tom mesiaci stanovíme zo vzťahu[19]:

$$Q_{W,nd,j} = \frac{V_W \cdot \rho_W \cdot c_w \cdot (\theta_{W,h} - \theta_{W,e})}{12} \quad (13)$$

kde

V_W je ročná potreba teplej vody [m^3]

ρ_W je hustota vody [kg/m^3]

c_w je merná tepelná kapacita vody [$J/(kg.K)$]

$\theta_{W,h}$ je priemerná ročná teplota teplej vody v mieste prípravy [$^{\circ}C$]

$\theta_{W,e}$ je priemerná ročná teplota privedenej studenej vody [$^{\circ}C$]

Tabuľka 6.7 znázorňuje možné úspory spojené s riadením cirkulačného čerpadla teplej vody systémom iNELS. Moderné obehové čerpadlá s plynule regulovateľnými otáčkami majú veľmi nízku spotrebu elektrickej energie pri dostatočnom výkone. Ak by sme uvažovali príkon čerpadla 50 W a snažili sa minimalizovať čas prevádzky čerpadla aj v najextrémnejšom prípade, ak by bolo čerpadlo v prevádzke iba 6 hodín počas pracovného dňa a 8 hodín počas voľných dní, dokážeme ročne ušetriť iba niečo menej ako 1 500 CZK.

V prevádzke počas dňa		V prevádzke za rok	Príkon	Spotreba	Úspora	Úspora
pracovný deň	voľný deň					
[h]	[h]	[h]	[W]	[kWh]	[kWh]	[CZK]
24,0	24,0	8736	50	436,80	0	0,00
10,0	14,0	4056	50	202,80	234	1053,00
6,0	8,0	2392	50	119,60	317	1427,40

Tabuľka 6.7. Úspora spojená s riadením cirkulačného čerpadla

6.9 Návravnosť investícií

Veľmi dôležitou informáciou pri výbere elektroinštalácie či iného zariadenia prinášajúceho úsporu je návratnosť investície. Každý systém, ktorý nám ponúka úsporu či prináša zisk, je však spojený so zvýšenou investíciou. Preto je dôležité určiť, akú ročnú úsporu nám tento systém prinesie voči klasickým riešeniam. Rovnako je to aj pri výbere inteligentnej elektroinštalácie.

Tá prináša užívateľom nespochybniteľný komfort, no aj úsporu energií. Túto úsporu však na začiatku nie je jednoduché kvantifikovať. Inteligentná inštalácia si vyžaduje vyššie investičné náklady spojené s riadiacimi a ovládacími prvkami, ktoré klasická elektroinštalácia neobsahuje. Ak sa pokúsime vyčíslit približné ročné úspory spojené s využívaním systému, môžeme stanoviť jeho návratnosť. Tá je podielom investičných nákladov a ročnej úspory. Predstavuje teda počet rokov, za ktorý sa nám počiatočná investícia vráti.

Na základe investičných nákladov a ročných úspor v nami navrhnutom systéme, ktoré uvádzame vyššie, sme vypočítali návratnosť, ktorú znázorňuje tabuľka 6.8. Ak sa rozhodneme pre najlacnejší variant, tak pri najefektívnejšom využívaní systému sa nám prvotné investície môžu vrátiť za približne osem rokov. Táto hodnota je veľmi prijateľná, keďže pri stavbe rodinného domu počítame s tým, že ho budeme využívať oveľa viac rokov.

Investícia	Návrh 2.	[CZK]	390456					
	Návrh 4.	[CZK]	319318					
	Návrh 5.	[CZK]	262368					
Režim v domácnosti		[-]	1	2	3	4	5	6
Úspora		[CZK/rok]	18792	28833	32667	12542	18583	20583
Návratnosť	Návrh 2.	[rok]	21	14	12	31	21	19
	Návrh 4.	[rok]	17	11	10	25	17	16
	Návrh 5.	[rok]	14	9	8	21	14	13

Tabuľka 6.8. Návratnosť investícií

Kapitola 7

Záver

S rozvojom spoločnosti sa moderné technológie stávajú čoraz dostupnejšie, a to zvyšuje nároky na komfort a hygienu. S tým je však spojená zvýšená energetická náročnosť budov a procesov v nich. To vedie k rýchlemu znižovaniu zásob fosílnych palív.

Vývoj informačných technológií v posledných rokoch nám však poskytuje prostriedky, pomocou ktorých vieme spotrebu v budovách znížiť a zefektívniť. To prináša prostriedky aj pre rozvoj automatizácie domácností. Častejšie sa dostáva do povedomia širšej verejnosti aj pojem inteligentné budovy. Je to však spojené s istými obavami a nedôverou ľudí voči týmto technológiám, s ktorými tak majú byť v kontakte, a na ktorých sa tak povediac stávajú závislými. Riadenie domácností je spojené aj s otázkami bezpečnosti a vplyvov rozsiahlej elektrizácie domácnosti na fyzické a psychické zdravie obyvateľov.

V našej práci sa zameriavame najmä na energetické úspory, ktoré nám prináša riadenie technológií v domácnosti pomocou inteligentnej elektroinštalácie iNELS BUS System. Predstavujeme jej možnosti a prínos v podobe komfortu, zjednodušenia spávy budovy a zvýšenia informovanosti obyvateľov o tom, čo sa s ich domom deje. Táto práca tak prináša základný prehľad o zariadeniach a ich funkcionalite, ktoré ponúka systém iNELS tretej generácie v súčasnosti. Jedná sa o zariadenia pre modernú elektroinštaláciu budov, umožňujúce ovládanie a reguláciu širokého spektra zariadení dnešných domácností.

Funkcionalita a výhody, ktoré iNELS BUS System ponúka, sme následne integrovali do nášho projektu drevostavby. Jednalo sa o rozsiahly rodinný dom vyššieho štandardu, čo nám poskytlo priestor na uplatnenie širokej škály technológií. Navrhli sme ovládanie osvetlenia pomocou spínačov a stmievacích aktorov, vďaka čomu je možné meniť spôsob ovládania jednotlivých svietidiel. Zvolili sme alternatívne zdroje energie v podobe tepelného čerpadla a solárnych panelov. Tie sa nám vhodným výberom podarilo integrovať do systému iNELS, a tak zefektívniť ich prevádzku. Pre reguláciu vykurovania sme použili motorické termopohony, automaticky ovládané na základe nastavenej teploty. Veľmi dôležitým a prínosným bol návrh ovládania tieniacej techniky. S využitím jednotiek s binárnymi vstupmi môžeme systémom monitorovať spotrebu jednotlivých energií. Aby sme využili prostriedky, ktoré nám iNELS ponúka, vykonali sme aj návrh multimediálnych zón a integráciu domácich elektrospotrebičov tretích strán.

Objekt drevostavby sme následne posúdili z hľadiska jeho energetickej náročnosti. Vďaka vytvoreniu referenčného režimu využívania budovy bez systému iNELS sa nám podarilo zhodnotiť energetickú úsporu, ktorú prináša inteligentná elektroinštalácia. Vytvorili sme viacero prevádzkových režimov, a vyčíslili úspory v jednotlivých oblastiach spojené s individuálnou reguláciou kúrenia v miestnostiach, reguláciou osvetlenia, na základe osvetlenosti miestnosti a reguláciou tieniacej techniky. Túto úsporu sme vyčíslili v podobe ročnej úspory finančných prostriedkov. Keďže sme systém navrhovali, boli nám známe investičné náklady, a mohli sme určiť investičnú návratnosť systému.

Práca ponúka rozsiahle spektrum možností pre ďalšie skúmanie. Jednak hodnotenie energetického prínosu v iných typov budov, ale aj podrobnejší rozbor úspor v drevostavbách, respektíve rodinných domoch. Energetická náročnosť budovy významne závisí na prevádzkovom režime budovy. Preto je možné sa zamerať na detailnejší popis a špecifikáciu spôsobu, akým obyvatelia dom využívajú. Je možné spracovať rôzne varianty návrhu technológií, ako aj samotnej elektroinštalácie. Následnú analýzu je možné realizovať aj pomocou iných simulačných nástrojov. Vhodné sú softvérové prostriedky, ktoré ponúka Design Builder alebo pre posúdenie osvetlenia programy, ako DIALux či Wills lighting.

Literatura

- [1] VALEŠ, Miroslav. *Inteligentní dům*. 2. vyd. Brno: ERA, 2008, viii, 123 s. 21. století. ISBN 9788073661373.
- [2] BURDKOVÁ, Ing. Michaela a Ing. Petr VESELÝ. *INTELIGENTNÍ BUDOVOVY* [online]. 2011 [cit. 2015-04-09]. Dostupné z: <http://www.jilova.cz/Projekty/projekty-rozvoj-inteligentniBudovyStudium1.pdf>
- [3] ELKO EP, s.r.o. *Sběrníková inteligentní elektroinstalace: technický katalog*. Holešov, 02/2014.
- [4] ČTÚ. *Využívání vymezených rádiových kmitočtů* [online]. 2014 [cit. 2015-04-09]. Dostupné z: <https://www.ctu.cz/ctu-informuje/jak-postupovat/radiove-kmitocty/vyuzivani-vymezenych-radiovych-kmitoctu.html>
- [5] JOHNSON CONTROLS INTERNATIONAL, spol. s r.o. *Inteligentní budova (I)* [online]. 4.10.2002 [cit. 2015-04-09]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/1143-inteligentni-budova-i>
- [6] PILICH, Boguslaw. TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK. *Engineering Smart Houses* [online]. LYNGBY, 2004 [cit. 2015-04-09]. Dostupné z: <http://etd.dtu.dk/thesis/154792/imm3256.pdf>
- [7] EHRENWALD, Pavel. *Realistický pohled na problematiku inteligentních budov* [online]. Bratislava: iDBjournal, 17.10.2011 [cit. 2015-04-09]. Dostupné z: http://www.idbjournal.sk/rubriky/prehladove-clanky/realisticky-pohlad-na-problematiku-inteligentnych-budov.html?page_id=13533
- [8] ELKO EP, s.r.o. *A/V Distribution & Multimedia: technical catalogue*. Holešov, 2014.
- [9] ELKO EP, s.r.o. *Produkty* [online]. 2015 [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: <http://www.elkoep.cz/produkty/>
- [10] ČSN 33 2130. *Elektrické instalace nízkého napětí: Vnitřní elektrické rozvody*. Praha: Český normalizační institut, 2009.
- [11] ČSN EN 12464-1. *Světlo a osvětlení: Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory*. Praha: Český normalizační institut, 2012.
- [12] ELKO LIGHTING, s.r.o. *LED žárovky* [online]. 2012 [cit. 2015-05-01]. Dostupné z: <http://eshop.elkolighting.cz/>
- [13] ČSN 33 2312 ed. 2. *Elektrické instalace nízkého napětí: Elektrická zařízení v hořlavých látkách a na nich*. Praha: Český normalizační institut, 2014.
- [14] KUNC, Josef. *Elektroinstalace krok za krokem. 2., zcela přeprac. vyd.* Praha: Grada, 2010, 120 s. Profi & hobby. ISBN 9788024732497.

- [15] BAŠTA, Jiří. *Velkoplošné sálavé vytápění: podlahové, stěnové a stropní vytápění a chlazení*. 1. vyd. Praha: Grada, 2010, 128 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-3524-5.
- [16] KABELE, Karel. *ENERGETICKÉ A EKOLOGICKÉ SYSTÉMY 1. ZDRAVOTNÍ TECHNIKA. Energetické a ekologické systémy 1: zdravotní technika, vytápění*. Vyd. 1. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2005, 281 s. ISBN 80-010-3327-9.
- [17] *ANALÝZA POKLESU TEPLoty TEPLEJ VODY V MEDENOM POTRUBÍ Z HEADISKA VYBRANÝCH PARAMETROV* [online]. 2013 [cit. 2015-05-02]. Dostupné z:
<http://www.tzbportal.sk/kurenie-voda-plyn/analyza-poklesu-teploty-teplej-vody-v-medenom-potrubi-z-hladiska-vybranych>
- [18] DRKAL, Prof. Ing. František. *Klimatizace a průmyslová vzduchotechnika*. Praha: ČVUT, 2009.
- [19] K-CAD S.R.O. *Energie 2015: manuál*. Praha, 2014.
- [20] MAN - ELEKTRO S.R.O. *Elektroměry s digitálním číselníkem*. 2009. Dostupné z:
<http://manelektro.cz/index.php?stranka=prod&druh=C0101&jaz=cz>
- [21] PREMAGAS S.R.O. *Membránový plynomer BK - G6 V2*. 02/06. Dostupné z:
<http://www.gas-as.cz/www/prilohy/plynom%C4%9Bry/bk-g6.pdf>
- [22] ETATRON D.S. *Water meters - THREADED - Cold Water*. 2012. Dostupné z:
http://www.etatronds.it/dettaglio_prodotto.php?id=120&super=27&cat=THREADED
- [23] ČSN 73 0540-2. *Tepelná ochrana budov: Část 2: Požadavky*. Praha: Český normalizační institut, 2011.
- [24] *Skladby konstrukcí dřevostaveb* [online]. 2012 [cit. 2015-05-02]. Dostupné z:
<http://www.bajulus.cz/technologie-drevostaveb/skladby-konstrukci>



Príloha **A**

Projekt

1. Osvetlenie 1.PP
2. Osvetlenie 1.NP
3. Osvetlenie 2.NP
4. Zásuvkové okruhy 1.PP
5. Zásuvkové okruhy 1.NP
6. Zásuvkové okruhy 2.NP
7. Dátové rozvody 1.PP
8. Dátové rozvody 1.NP
9. Dátové rozvody 2.NP
10. Zbernica CIB 1.PP
11. Zbernica CIB 1.NP
12. Zbernica CIB 2.NP
13. EPS a EZS 1.PP
14. EPS a EZS 1.NP
15. EPS a EZS 2.NP
16. Schéma zapojenia systému IZT
17. Investičné náklady

Príloha B

Skratky a symboly

B.1 Skratky

IB	Inteligentné budovy
EPS	Elektrické hlásenie požiaru
EZS	Elektrický zabezpečovací systém
iHC	Aplikácia iNELS Home Control
HVAC	Heating, Ventilating and Air Conditioning
IZS	Integrovaný zásobník tepla
PLC	Programmable Logic Controller
IR	Infrared, infračervené žiarenie
RF	Radio frequency
STP	Server Time Protocol
DIN	Nosná lišta
LED	Light-Emitting Diode
ESL	Electron-stimulated luminescence
PIR	Passive infrared sensor
SIP	Session Initiation Protocol
NN	Nízke napätie
PWM	Pulse-width modulation
UPS	Uninterruptible power supply
IP	Internet Protocol
NAS	Network Attached Storage
STA	Spoločná televízna anténa
UTP	Unshielded Twisted Pair
PoE	Power over Ethernet

B.2 Symboly

E_m	Udržiavaná osvetlenosť
U	Súčiniteľ prestupu tepla konštrukcie
U_{pas}	Doporučená hodnota súčiniteľa prestupu tepla pre pasívne budovy
t_i	Priemerná výpočtová teplota v interiéri
t_e	Vonkajšia výpočtová teplota
Q_T	Tepelná strata prestupom
EP	Celková ročná dodaná energia
w/lm	Svetelná účinnosť