

České vysoké učení technické v
Praze
Fakulta elektrotechnická



Diplomová práce
Asistivní systém řízený iNELS



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student: **Bc. Jan Knapp**

Studijní program: **Inteligentní budovy**

Název tématu česky: **Asistivní systém řízený iNELS**

Název tématu anglicky: **Assistive System Controlled by iNELS**

Pokyny pro vypracování:

Proveďte řešerši inteligentní elektroinstalace iNELS a její možnosti při integraci zařízení třetích stran. Zpracujte návrh sběrnice elektroinstalace iNELS pro dům s pečovatelskou službou pro seniory se zaměřením na jednoduché ovládání, asistivní funkce, bezpečí, sledování pohybu, vzdálený dohled a komunikaci mezi jednotlivými apartmány a recepcí. Proveďte návrh rozmístění ovládacích prvků do půdorysu dané budovy a konkrétně navrhnete ovládání jednoho apartmánu. Při návrhu systému uvažujte ovládání vytápění, osvětlení, stínící techniky, zabezpečení a dorozumivacího systému. Zpracujte cenovou kalkulaci navrhnutého systému. Na základě kalkulace spočítejte návratnost a očekávané přínosy s ohledem na energetickou úspornost.

Seznam odborné literatury:

- [1] Hermann M. a kol.: Automatizované systémy budov, Grada Publishing a.s., Praha 2009
- [2] Toman K.: Systémová technika budov – elektroinstalace podle standardu EIB, FCC Public, Praha 1998
- [3] Katalogové listy ELKO EP s.r.o.

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

Datum zadání diplomové práce: **18. září 2014**

Platnost zadání do¹: **29. ledna 2016**



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

Prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.
děkan

V Praze dne 18. 9. 2014

¹ Platnost zadání je omezena na dobu tří následujících semestrů.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracoval samostatně a použil pouze podklady uvedené v literatuře. Nemám závažný důvod proti užití tohoto díla ve smyslu § 60 Zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne

Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat ing. Jiřímu Tobolíkovi za veškerou podporu během vedení této práce a za jeho cenné rady a společnosti BOMART s.r.o. za poskytnutí výkresů domova pro seniory. Zároveň děkuji rodičům a přítelkyni za podporu v průběhu mého studia.

ABSTRAKT

Cílem této práce bylo vytvořit ucelený popis systému iNELS BUS System, jeho možností a případných úskalí. Dále podle těchto informací vytvořit projekt pro implementaci inteligentní elektroinstalace konkrétně pro domov důchodců.

Výsledkem této práce je demonstrovat, že inteligentní elektroinstalace je použitelná i pro specifickou skupinu residentů jako je domov pro seniory a zároveň že je její instalace přínosná i z ekonomického hlediska.

ABSTRACT

The aim of this thesis was to create comprehensive description of iNELS BUS System, its possibilities and potencial difficulties. According to this information I had to create project for implementing intelligent electrical installation specifically made for elderly house. The result of this thesis is to demonstrate that intelligent building is also applicable to such a specific group of residents as elderly people are and at the same time whole intelligent instalation can have economic benefits.

Obsah

1. Úvod.....	- 2 -
Inteligentní elektroinstalace	- 3 -
2. iNELS BUS System	- 4 -
Sběrnice EBM.....	- 4 -
Sběrnice CIB.....	- 5 -
3. Jednotky iNELS BUS Systém	- 7 -
Systémové jednotky.....	- 7 -
Převodník iNELS – DALI/DMX EMDC-64M.....	- 10 -
Ovládací jednotky	- 11 -
Multimediální jednotky	- 14 -
Vstupní jednotky.....	- 19 -
Aktory	- 21 -
Univerzální stmívací aktor DA3-22M.....	- 24 -
Stmívací dvoukanálový aktor pro zářivky LBC3-02M.....	- 25 -
Jednotky třetích stran	- 25 -
4. iNELS BUS System aplikovaný na konkrétní budovu	- 28 -
Popis budovy	- 28 -
Elektroinstalace.....	- 29 -
Vytápění.....	- 36 -
Vzduchotechnika.....	- 38 -
Návrh datové sítě.....	- 39 -
Bezdrátová síť	- 40 -
Návrh interní komunikace	- 40 -
Návrh multimédií pro společenské a veřejné prostory	- 42 -
Kamerový systém	- 45 -
iNELS v nebytových prostorách.....	- 46 -
iNELS v jednotlivých bytových jednotkách.....	- 48 -
5. Výměr prvků iNELS.....	- 57 -
6. Ekonomické zhodnocení.....	- 58 -
Úspory na osvětlení	- 58 -
Úspora energie řízením topení.....	- 62 -
Doba návratnosti investice	- 63 -
7. Závěr.....	- 65 -
8. Seznam obrázků	- 67 -
9. Zdroje:.....	- 69 -
10. Přílohy	- 70 -

1. Úvod

V dnešní době moderních technologií je stále více oblíbené využívat inteligentní elektroinstalaci v rodinných a administrativních budovách, nicméně v budovách sociálního charakteru jako jsou domovy důchodců nebo asistenční domy nejsou zcela běžné. Touto prací bych chtěl ukázat, že je možné použít tento typ elektroinstalace právě pro bytový dům určený pro seniory, kde inteligentní elektroinstalace bude přínosem nejen z uživatelského hlediska, tak i jako investice, která se zhodnotí v podobě úspor na potřebných energiích, které systém může přímo ovlivnit.

V rámci této diplomové práce se v první části věnuji teoretickému rozboru sběrnicevého systému iNELS BUS System, kde popisuji jeho základní funkce a na jakém principu systém funguje. V dalších částech se již věnuji praktickému použití sběrnicevého systému na konkrétní budově, kde jsem zakreslil prvky sběrnicevého systému do půdorysu jednotlivých pater konkrétní budovy, detailně znázornil připojení jednotlivých sběrnicevých prvků a popisuji jejich funkčnost. V rámci praktické části se dále věnuji propojení iNELS BUS Systém s vytápěním budovy a případným možnostem řízení vzduchotechniky tímto systémem. Při návrhu sběrnicevého systému jsem dbal zejména na jednoduché a intuitivní ovládání, které se na první pohled neliší od konvekčního ovládání elektroinstalace, ale nabízí i funkce, které si lze snadno osvojit i v pokročilejším věku. Další kritérium, jež bylo zapotřebí dodržet je důraz na bezpečnost a ochranu residentů, vzdálený dohled, interní komunikaci mezi obyvateli a asistenční službou objektu.

V neposlední řadě součástí této práce je kompletní výčet prvků iNELS potřebných k řízení elektroinstalace, náklady na pořízení všech řídicích jednotek a následné ekonomické zhodnocení úspor a návratnosti investice do inteligentního systému. V rámci domova určeného pro seniory se zde nachází i prostor pro využití multimédií zejména ve společenských prostorech, kde ovládání může být obsluhováno asistenční službou a není tedy výraznou překážkou relativně (pro mnohé seniory) složité ovládání multimédií. Vzhledem k tomu, že iNELS BUS System umožňuje integraci multimediálních systémů, rozhodl jsem se věnovat i tomuto tématu a navrhnout tak i multimédia pro tuto vzorovou budovu.

Inteligentní elektroinstalace

Pojmem inteligentní dům rozumíme automatizovanou a centrálně řízenou elektroinstalaci, která je navržena modulárně a jednotlivé „inteligentní“ prvky jsou propojeny mezi sebou propojeny sběrníkovým kabelem. Inteligentní elektroinstalace se vyznačuje komplexním řízením technologií technického zařízení budovy, domu nebo jen samotného bytu a je reprezentována jako jeden funkční celek. Součástí všech těchto elektroinstalací musí být centrální jednotka, která zastává funkci „mozku“ celého systému a na ni jsou připojeny jednotlivé ovládané prvky. Tato centrální jednotka pak může ovládat osvětlení (spínacím nebo stmívacím aktorem), vytápění a vzduchotechniky (řízení spínacím aktorem nebo jednotkou s výstupním signálem například 0-10 V), řízení pohonů stínící techniky jako jsou rolety, markýzi nebo žaluzie. Dále je možné na centrální jednotku napojit elektronický zabezpečovací systém, požární systém anebo jakékoliv zařízení, které umí vyslat určitý signál přeložitelný vstupní jednotkou připojené ke sběrníkové síti celé instalace. Tedy je možné měřit požadované veličiny v budově jako je teplota, vlhkost nebo koncentrace CO₂. Obecně je možné připojit libovolný senzor a tedy i měřit libovolnou veličinu, který ji dokáže převést na analogový (odpor, napětí, ...) nebo digitální signál (zapnuto/vypnuto). Inteligentní elektroinstalace se zavádí zejména ke zvýšení komfortu uživatelů, při nutnosti centrálního řízení a v neposlední řadě i ke zvýšení efektivity řízení napojených systémů, se kterou přichází i úspora energie.

2. iNELS BUS System

V této kapitole se zabírám samotným systémem iNELS BUS System jak funguje, které sběrnice využívá a v jaké jsou topologii.

iNELS je sběrnice systém je inteligentní elektroinstalace, využívající instalační CIB sběrnice speciálně vyvinuté pro použití v tomto systému. Pomocí dvou vodičové sběrnice CIB systém zajišťuje komunikaci mezi jednotlivými prvky. Jedná se o centralizovaný systém, který umožňuje komfortní ovládání elektroinstalace a monitorování různých veličin v budově i mimo ni jako je například snímání teploty, intenzity osvětlení, detekce pohybu v budově i mimo ni. Systém iNELS se využívá zejména pro řízení systémů vytápění a klimatizace, k spínání a stmívání osvětlení, ovládání zásuvek, řízení pohonů žaluzií, rolet, markýz, garážových či vjezdových vrat. V iNELS je možné používat logické a centrální funkce a vytvářet jejich scény. Dále je zde možnost využití integrované EZS nebo vytvořit vazbu na externí EZS. Systém iNELS lze ovládat pomocí softwaru iNELS Design Manager (iDM), iNELS MultiMedia (iMM) nebo přes webové rozhraní běžící na centrální jednotce. Vzdálený přístup a ovládání je možné dále provádět pomocí aplikace iNELS Home Control pro smartphony běžící pod systémem iOS, Android nebo Windows Phone. Do systému iNELS je možné integrovat i aplikace třetích stran.

Struktura systému iNELS BUS System se skládá z centrální jednotky, která je „mozkem“ celé elektroinstalace, externích masterů napojených do centrální jednotky pomocí EBM sběrnice, dále ze zdroje napětí, který napájí veškeré zapojené jednotky iNELS. Pro napájení jednotek přes sběrnici CIB je třeba uvažovat v zapojení impedanční oddělovač napětí. Další součásti systému již připojené jen CIB sběrnici jsou analogové/digitální jednotky vstupů, spínací a stmívací aktory, DA a AD převodníky, nástěnné ovládací a spínací prvky, hlasové ovládání a pokojová termoregulace.

Sběrnice EBM

Sběrnice sloužící pro propojení centrální jednotky s externími mastery MI3-02M/MI3-01M, GSM komunikátorem GSM3-01M nebo převodníkem DALI/DMX EMDC-64M. Topologie zapojení EBM sběrnice je přísně liniová a závislá na polaritě. Maximální větve sběrnice je přibližně 500m v závislosti na způsobu vedení kabeláže. Ukončení sběrnice je provedeno na obou koncích rezistorem se jmenovitou

hodnotou elektrického odporu 120 Ω . Tento člen se umísťuje medzi svorky EMB+ a EMB-. Doporučená kabeláž pro sběrnici EBM je nestíněný UTP kabel kategorie 5e a vyšší.

Sběrnice CIB

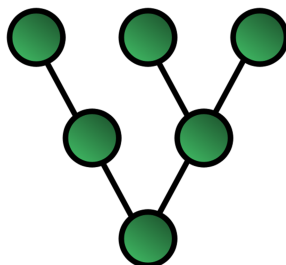
Jedná se o dvou vodičovou sběrnici s volnou topologií, kde nesmí být uzavřen fyzický kruh. Vlastní komunikace je namodelovaná na stejnosměrné napájecí napětí. Maximální délka jedné větve CIB sběrnice činí přibližně 550 metrů v závislosti na úbytku napájecího napětí a je na ni možno připojit až 32 jednotek iNELS3 s proudovým zatížením maximálně 1 A. Doporučená kabeláž je stíněný kroucený pár s průměrem žil 0,8 mm jako je například J-Y(ST)Y 2x2x0,8 nebo YCYM 2x2x0,8.

Topologie zapojení CIB

Sběrnice CIB využívá tři základní otevřené topologie zapojení prvků (sběrnice, hvězda, strom) a lze je libovolně mezi sebou kombinovat. Dalším kritériem pro zapojení prvků na CIB sběrnici je, že nesmí být vytvořen kruh.

Stromová

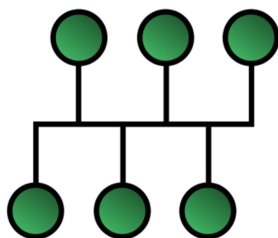
Jedná se o rozvinuté liniové topologie s vysokou mírou flexibility. Jedná se o nejpoužívanější topologii zapojení.



Obr. 2-1 Stromová topologie [7]

Sběrnice

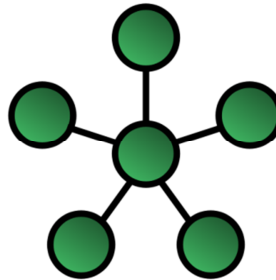
Typ topologie sběrnice, též označována jako lineární topologie. Prvky se zapojují průběžně do jedné linie na hlavní sběrnici.



Obr. 2-2 Sběrnice topologie [7]

Hvězdicová

Topologie s centrálním uzlem, do kterého se zapojují ostatní jednotky. V případě systému iNELS to zpravidla bývají centrální jednotky CU3 nebo externí mastery.



Obr. 2-3 Topologie hvězda [7]

3. Jednotky iNELS BUS Systém

V této kapitole se věnuji podrobnému popisu sběrnicových a multimediálních jednotek použitých v rámci tohoto projektu. Pro přehlednost jsem rozdělil samotné jednotky iNELS BUS System na systémové, aktory, ovládací, vstupní, multimediální a jednotky třetích stran.

Systémové jednotky

Centrální jednotka CU3-01M/CU3-02M

Centrální jednotka pro ovládání senzorů a aktorů napojených na sběrnici. Obsahuje dvě větve CIB sběrnic, tedy možnost napojení 2x32 jednotek. V případě rozsáhlejší aplikací lze systém rozšířit pomocí externích masterů MI3-02M. Tato jednotka umožňuje rozšíření systému o další sběrnice CIB. K centrální jednotce se připojuje systémovou sběrnicí EBM. Centrální jednotka podporuje připojení až osmi externích masterů, systém lze tedy rozšířit na maximálně 8x2x32 HW adres (jednotek), tedy celkem až 576 HW adres. Jednotka disponuje čtyřmi binárními vstupy (spínací nebo rozpínací proti GND). Ke komunikaci na centrální jednotce slouží CIB sběrnice, Ethernet (100 Mbit/s), RS-232 pro připojené GSM komunikátoru GSM3-01M a systémová sběrnice EBM (RS-485) a Ethernetový port RJ45 s rychlostí přenosu 10 nebo 100 Mbps. Verze CU3-02M se od verze 01M liší jen o rozhraní iNELS RF Control.

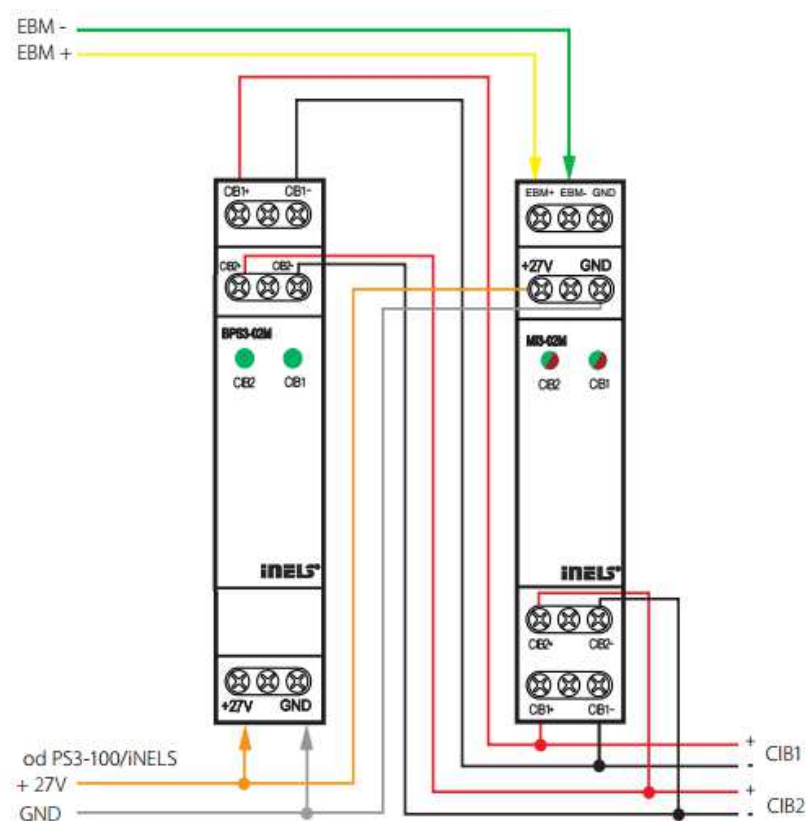


Obr. 3-1 Centrální jednotka CU3-02M [1]

Centrální jednotka dále obsahuje stavový OLED displej, který zobrazuje aktuální stav a je umožňuje její nastavení. Napájecí napětí systémové jednotky je 22-30 V DC a ideálním napětím je 27 V DC ze zdroje PS3-100/iNELS. Jmenovitý proud při 27 V DC činí 110 mA.

Externí master MI3-02M

Externí jednotka umožňující připojení periferních jednotek iNELS k centrálním jednotkám CU3, které rozšíří o 2x32 jednotek. Centrální jednotka podporuje až 8 externích masterů, tedy rozšíření maximální kapacity jednotek na 576. Externí mastery mají jednoznačnou hardwarovou adresu, která je vztažena k větvi sběrnice CIB1.



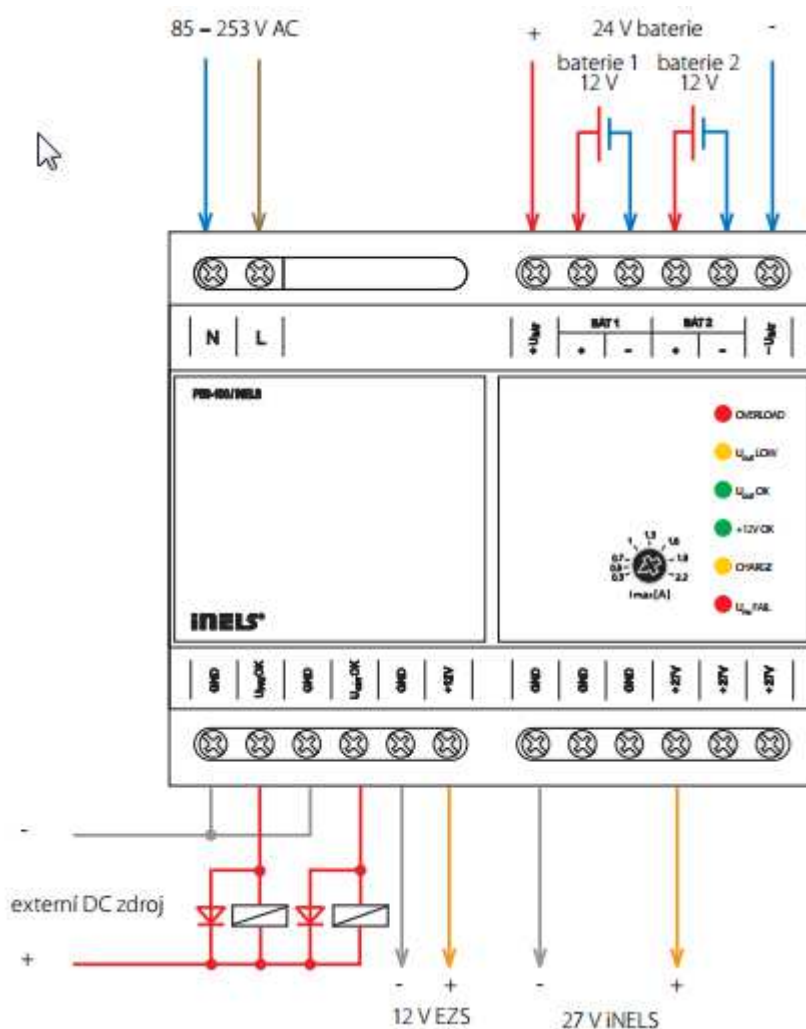
Obr. 3-2 Jednotka MI3-02M a oddělovač napětí BPS3-02M[1]

Software iNELS Design Manager (iDM) poté automaticky nastaví adresu i větvi sběrnice CIB2, která je vždy o jednu hodnotu vyšší než HW adresa prvku. Stejně jako centrální jednotka jsou i externí mastery napájeny stejnosměrným napětím 27,2 V DC přímo ze zdroje napětí PS3-100/iNELS. Pro napájení CIB sběrnice je zapotřebí použít oddělovač napětí (BPS3). Stav každé větve CIB je signalizován příslušnou

dvoubarevnou LED diodou na čelním panelu jednotky (zelená chod a červená chybový stav). V případě že se jedná o poslední jednotku na systémové sběrnici je nutno zakončit vedení rezistorem o jmenovité hodnotě odporu 120 Ω. Jmenovitý proud jednotky činí 25 mA při 27 V DC.

PS3-100/iNELS

Spínaný stabilizovaný zdroj napětí sloužící k napájení řídicích automatů v rámci iNELS elektroinstalace s celkovým výkonem 100W. Prostřednictvím oddělovačů sběrnice (BPS3-01M a BPS302M) napájejí větve CIB sběrnice, ze které jsou dále napájeny periferní jednotky iNELS. Napájecí zdroj má dvě pevné výstupní napěťové úrovně: 27,6 V DC s maximální zatížitelností 3.6 A a 12,2 V DC s maximální zatížitelností 0,35 A.



Obr. 3-3 Stabilizovaný zdroj PS3-100/iNELS [1]

Obě výstupní napětí jsou galvanicky oddělené od AC sítě a mají společnou GND svorku. Dále je zdroj vybaven ochranou proti přepětí, zkratu, výkonovému a teplotnímu přetížení. Při připojení baterií zastupuje funkci UPS pro zálohování výstupů a při zapojení do sítě 230 V AC je schopen dobíjet zálohovací baterie ze zdroje 27,6 V DC s nastavitelným maximálním nabíjecím proudem (0,2 -2,2 A) ze zbývajících výkonu do 100 W, který ale primárně napájí systém iNELS. Signalizace provozních a poruchových stavů je zajištěna pomocí šestice LED diod na čelním panelu zdroje a dvojicí STATUS výstupů s otevřeným kolektorem pro hlášení stavů napájecího zdroje. Zdroj napětí obsahuje jeden vstup napájecího napětí pro 85- 253 V AC / 50-60 Hz, který je jištěný pomocí tavné pojistky T3.15A uvnitř přístroje. Dále obsahuje DC vstupy pro zapojení dvou zálohovacích baterií celkového napětí 24 V DC (baterie se zapojují zvlášť) s tavnou pojistkou F6.3A uvnitř přístroje a elektronickou ochranou proti proudovému přetížení. Baterie se automaticky odpojí při napětí baterie menší 21 V nebo při překročení vybíjecího proudu 4,2 A. Celková účinnost zdroje činí přibližně 88%.

Oddělovač sběrnice BPS3-02M/BPS3-01M

Impedanční oddělovač sběrnice CIB od zdroje napájecího napětí. Rozdíl mezi BPS3-01M a BPS3-02M je počet výstupů napájení CIB sběrnice. V prvním případě disponuje jedním výstupem pro jednu větev CIB a v druhém disponuje dvěma výstupy pro dvě větve CIB. Oddělovač sběrnice je vyžadován ke každé centrální jednotce CU3 a externímu masterovi MI3-02M. Výstupy oddělovače jsou opatřeny nadproudovou a přepětovou ochranou. Indikace výstupního napětí na CIB sběrnici je provedena LED diodami. Jediným vstupem na tuto jednotku je napájecí napětí 22-30 V DC s jmenovitým proudem max. 8 mA pro případ jednotky 01M a max. 15 mA pro jednotku 02M.

Převodník iNELS – DALI/DMX EMDC-64M

Jednotka určená pro řízení 64 elektronických předřadníků DALI (řízené mohou být zářivky, LED a jiná svítidla) a přijímačů DMX ze systému iNELS. Řízení je možné přímo ze systému iNELS BUS Systém prostřednictvím systémové EBM sběrnice nebo ze systémem iNELS RF Control.



Obr. 3-4 Převodník DALI/iNELS EMDC-64M [1]

Výběr zda se bude používat DALI/DMX rozhraní určuje nastavení DIP přepínačů na čelní straně jednotky nebo softwarové nastavení v rámci iDM. Jednotka EMDC-64M je napájena přímo ze síťového napětí 230 V AC a stará se zároveň o napájení DALI sběrnice. Vstupní rozhraní na tomto převodníku je sběrnice EBM (RS-485) a iNELS RF Control, jako výstupní rozhraní je zde DALI sběrnice a DMX rozhraní. Tlačítko PRG a MINI USB na čelním panelu slouží k nastavení komunikace s vysílači iNELS RF Control.

Ovládací jednotky

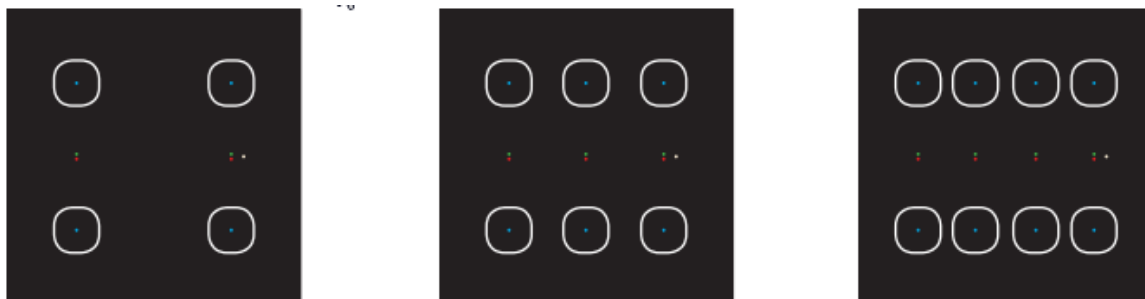
Nástěnné ovladače WSB3

Nástěnný ovladač s krátko cestným ovládáním. Obsahuje indikační dvoubarevnou LED diodu v každé kolébce informující o stavu libovolného aktoru/senzoru v rámci systému. Ovladače jsou dvoukanálové v případě WSB3-20 a čtyř kanálové u WSB3-40. Ovladače obsahují vestavěný teplotní senzor typu NTC s rozsahem měřených teplot 0 až +55°C a přesností 0,3°C. Dále je možnost na ovladače připojit externí senzor teploty typu TC/TZ s měřeným rozsahem teploty -20 až +100 °C s přesností 0,5 °C nebo připojení na dva analogově digitální vstupy (AIN/DIN) bezpotenciálové kontakty. Napájecí napětí ovladače činí 27 V DC / 25 mA ze sběrnice CIB. Každé tlačítko může ovládat jakýkoliv aktor (spotřebič) v systému nebo přiřadit každému

tlačítku různou funkci anebo makro. Jedním tlačítkem je tedy možné ovládat více spotřebičů zároveň nebo vyvolávat různé akce.

Nástěnné ovladače GSB

Nástěnný ovladač s dotykovým ovládáním. Obsahuje indikační dvoubarevnou LED diodu ke každému dotykovému hmatníku informující o stavu libovolného aktoru/senzoru v rámci systému. Ovladače jsou dodávány v čtyř kanálové (GSB3-40), šesti kanálové (GSB3-60) a osmi kanálové (GSB3-80) verzi. Ovladače obsahují vestavěný teplotní senzor typu NTC s rozsahem měřených teplot 0 až +55°C a přesností 0,3°C. Dále je možnost na ovladače připojit externí senzor teploty typu TC/TZ s měřeným rozsahem teploty -20 až +100 °C s přesností 0,5 °C nebo připojení na dva analogově digitální vstupy (AIN/DIN) bezpotenciálové kontakty. Každé tlačítko může ovládat jakýkoliv aktor (spotřebič) v systému nebo přiřadit každému tlačítku různou funkci anebo makro. Jedním tlačítkem je tedy možné ovládat více spotřebičů zároveň nebo vyvolávat různé akce. Napájecí napětí těchto ovladačů činní 27 V DC s jmenovitým proudem 25 – 40 mA ze sběrnice CIB. Výhodou oproti běžným spínačům je úspora místa. Detekce dotyku může být doprovázena zvukový tónem nebo vibračním impulzem.



Obr. 3-5 GSB3 jednotky (zleva GSB3-40, GSB3-60, GSB3-80) [1]

KEY2-01

Číselná klávesnice se zabudovaným displejem pro připojení bezpotenciálových sloužící pro zabezpečovací systém a stavu vytápění v rámci systému iNELS. Dále je možné také použít na monitorování světla a teploty v rámci systému iNELS. Napájecí napětí a jmenovitý proud činní 27 V DC/25mA ze sběrnice CIB.

Digitální nástěnný termoregulátor IDRT3-1

Termoregulátor sloužící k regulaci teploty v místnosti vybavený integrovaným teplotním senzorem k měření teploty v instalovaném prostoru (NTC termistor s rozsahem teplot 0 až +55°C s přesností 0,3 °C). Pomocí IDRT3-1 je možné

korigovat daný vytápěný/chlazený okruh v rozsahu ± 5 °C nebo případně možné zadávat požadovanou teplotu místnosti v absolutní hodnotě. Ovladač obsahuje znakový displej, který zobrazuje aktuální teplotu a po stisku jednoho z tlačítek je možné ovládat požadovanou teplotu, zároveň se stiskem pro lepší čitelnost aktivuje podsvícení displeje. Okruh vytápění se k danému termoregulátoru přiřazuje v softwaru iDM. Napájecí napětí činí 27 V DC s jmenovitým proudem 20 mA.



Obr. 3-6 Regulátor teploty IDRT3 [1]

Ovládací jednotka EST3/B/RGB

Jedná se o multifunkční ovládací jednotku vhodná pro místa, kde je třeba ovládat více prvků jedním ovladačem. V případě domova důchodců najde tento prvek zejména využití ve společenských místnostech, v jednotlivých bytech pravděpodobně kvůli relativní složitosti nenajde uplatnění. EST3 disponuje 3,5“ barevným dotykovým aktivně podsvíceným displejem s poměrem stran 3:4, základním rozlišením 240x320 pixelů a barevnou hloubkou 16,7 miliónů barev (24 bitová barva).



Obr. 3-7 Ovládací displej EST3/B/RGB [1]

Ovládací jednotka může disponovat kombinací obrazovek tlačítek, regulace teploty, ovládání RGB světelných zdrojů, obrazovka EZS klávesnice. Obrazovku tlačítek lze v menu volně konfigurovat dle uživatele a jsou zde k dispozici čtyři základní předlohy tlačítek: 2x2, 2x3, 3x3 a 3x4. V menu nastavení konfigurace tlačítek lze vybrat k jednotlivým tlačítkům vybrané předlohy symbolů/ikon pro intuitivní

ovládání. Obrazovka regulace teploty umožňuje korigovat teplotu ± 5 °C nebo zadávat požadovanou teplotu v absolutní hodnotě. Jednotky EST3 nemají integrovaný teplotní senzor a ani svorky pro připojení externího senzoru je proto třeba přiřadit v rámci softwaru iDM libovolný teplotní senzor zapojený v systému iNELS. V rámci samotné jednotky je možné v menu nastavení konfigurovat intenzitu jasu, volby výchozí obrazovky, režim spánku, spořič obrazovky a režimy zobrazení. Jednotka EST3 je v systému iNELS reprezentována jednou HW adresou. Jmenovitý proud jednotky činní 150 mA při napájení 27 V DC.

Multimediální jednotky

LARA Intercom (LARA-IC/MF)

Jedná se o multifunkční zařízení pro přehrávání hudby, internetového rádia a v neposlední řadě jako komunikační zařízení. Verze LARA Intercom vychází ze zařízení LARA Radio obohacenou o možnost interkomu, audiozóny a v neposlední řadě videotelefonu. Disponuje 1,5 palcovým OLED displejem o rozlišení 128 x 128 bodů pro zobrazování informací o přehrávání hudby, orientaci v menu nastavení a jiných informací. Ovládání jednotky je pomocí dotykových tlačítek, dálkového IR ovládání. Jednotka je napájena pomocí PoE s napětím 24 V DC/ 1.25 A o minimálním příkonu 1,4 W. Komunikační rozhraní je ethernetové o rychlosti 0/100 Mbps vyhovující standardům 100BASE-Tx. Jednotka disponuje jedním RJ45 konektorem, který je použit i pro napájení a samotná jednotka dokáže detekovat překřížení Ethernet kabelu. Obsahuje stereofonní digitální zesilovač o výkonu 2 x 10 W/ 8 Ohm na, který je možno připojit libovolnou reproduktorovou soustavu, která je vhodná pro daný zesilovač. Konfigurace jednotky se provádí pomocí SW aplikace.



Obr. 3-8 jednotka LARA Intercom [1]

Mobilní aplikace iNELS Home Control

Aplikace iNELS Home Control (iHC) je aplikace pro mobilní zařízení běžící pod operačním systémem Android nebo iOS (v budoucnu i Windows Phone). Je k dispozici ve verzi optimalizované zvláště pro smarphone (iHC-MA a iHC-MI) a pro tablety (iHC-TA a iHC-TI). Tyto aplikace slouží k bezdrátovému ovládání systému iNELS a technologií v něm obsažených, tedy hlavní výhodou spočívá v centrálním ovládání všech prvků z jedné aplikace. Mobilní telefon resp. tablet může být připojen v lokální síti přes rozhraní Wi-Fi nebo přes GSM bránu a mobilních dat. Možnost vzdáleného přístupu v případě domova důchodců nemá příliš uplatnění, nicméně u rodinných domů se jedná o jistě užitečnou funkci). Pro ovládání prvků připojených k centrální jednotce funguje aplikace napřímo bez nutnosti iMM nebo Connection serveru a konfigurace se provádí na základě vygenerovaného souboru (export.pub), který vychází z projektu nakonfigurovaného v software iDM a uloženém v centrální jednotce.



Obr. 3-9 iHC-TA na tabletu s OS Android [1]

V případě potřeby ovládání multimédií je, ale třeba využít iMM Server, který slouží i jako uložisko dat. Pro propojení sběrnice systému iNELS s ostatními technologiemi třetích stran je zapotřebí Connection Server, který slouží jako překladač IP protokolů zařízení třetích stran. Aplikace iHC podporují následující funkce: spínání osvětlení, stmívání osvětlení, ovládání žaluzií, zásuvek, závlahy, režimu vytápění, multimédií (prohlížení fotografií, přehrávání hudby, filmů nebo TV programů), ovládání IP kamer včetně záznamu obrazu, ovládání klimatizace,

rekuperace, vytápění, spotřebičů Miele a dalších spotřebičů ovládaných ze sběrnicových jednotek. Dále dokáže zobrazovat informace z meteostanice a jiných senzorů zapojených do iNELS a v neposlední řadě komunikaci s IP hláskou.

Connection server

Jedná se o zařízení obstarávající komunikaci jednotek iNELS BUS systém se zařízeními třetích stran a překládání jejich protokolů. Connection server umožňuje ovládání sběrnicových jednotek iNELS, IP kamery, klimatizace nebo vybrané domácí spotřebiče pomocí aplikace iHC. Dále umožňuje komunikaci s domovní hláskou 2N, zprostředkovává data z meteostanice Giom a/nebo dat z energy meteringu. Celý zařízení je postaveno na platformě Raspberry Pi a konfigurace se provádí pomocí webového rozhraní běžícího na samotném zařízení, na které se připojí pomocí IP adresy přidělené DHCP server.

Pro základní konfiguraci je zapotřebí připojit na router s běžícím DHCP serverem a až poté je možno nastavit případně pevnou IP adresu. Pro napájení jednotky slouží MicroUSB port se standardním napětím 5V DC a proudem 1 A. Dále jednotka disponuje video výstupem HDMI, audio výstupem 3,5 mm stereo JACK, 2x USB 2.0 a komunikačním ethernet portem (RJ45) o rychlosti 10/100 Mbps. Zařízení umožňuje streamování obrazu až 9 kamer, ovládání PTZ a případný záznam na externí uložení.



Obr. 3-10 iNELS Connection server [1]

iMM client/server

Zařízení může pracovat ve dvou režimech (Server/Client). V server režimu slouží k propojení technologií iNELS BUS Systém a lze je ovládat aplikací iNELS Home

Control. V tomto režimu se zařízení podobá jednotce Connection Server, ale je obohacené o tyto další funkce: videozóna, audiozóna, ovládání klimatizace, centrální uložení a připojení meteostanice. V režimu Client slouží jako přehrávač videozóny. Přenos obrazu do TV/Projektoru je prostřednictvím HDMI nebo DVI kabelu. Napájení je realizováno pomocí adaptéru 230 V. Komunikační rozhraní je Ethernet s rychlostí až 1 Gbps připojené pomocí RJ45 konektoru. Periferie je možné připojit pomocí dvou portů USB 3.0, 2x USB 2.0 a 1x eSATA. Jednotka dále disponuje vlastním interním uložištěm SSD 20 GB.



Obr. 3-11 iMM Client/Server [1]

iMM Audio Zone-R

Slouží jako přehrávač Audiozóny, který se pomocí iMM serveru začleňuje do systému inteligentní elektroinstalace přes ethernetové rozhraní. Zařízení umožňuje přehrávat hudební obsah uložený na NAS uložení nebo přímo uložené na iMM serveru a hudba je přehrávána pomocí Logitech Media Serveru. Jako audio výstup jednotka disponuje 3,5 mm stereo jackem pro připojení zesilovače nebo aktivním reproduktorům. Dále je možné pro přehrávání hudby použít i HDMI port a zvukový obsah přehrávat na televizi nebo monitoru s reproduktory. Komunikační port je RJ45 pro připojení do lokální datové sítě (ethernet) nebo k PC pro konfiguraci jednotky, která se provádí pomocí webového rozhraní na defaultní adrese 192.168.1.220. Jednotka dále disponuje dvojicí USB 2.0 portů, které je možno použít například pro připojení klávesnice na servisní zjištění IP adresy jednotky. Zařízení funguje pod operačním systémem Linux uložený na SD paměťové kartě, která je součástí vybavení jednotky a je na ni uloženo potřebné softwarové vybavení.



Obr. 3-12 jednotka iMM Audio Zone-R [1]

eLAN-IR-003

Jedná se o zařízení, které umožňuje jako součást iNELS BUS System ovládat signálem IR různá zařízení třetích stran jako je například DVD/BlueRay přehrávače, zesilovače a jiná zařízení které na své ovládaní využívají IR dálkové ovladače (tím mohou být například i klimatizace a ventilace).



Obr. 3-13 jednotka eLAN-IR-003 [1]

Dále tato jednotka může sjednocovat všechny IR ovladače v jedno zařízení. Do sítě iNELS BUS System je připojen pomocí datové sítě (ethernet) komunikačním portem RJ45 a je ovládán prostřednictvím Videozóny, webové rozhraní nebo mobilní aplikace iNELS Home Control. V zařízení je možné naprogramovat až 100 IR kódů na

frekvenci od 20 kHz do 455 kHz. Výstupy jednotky jsou tři IR ovladače připojené přes 3,5mm jack o délce kabelu 1 m nebo 3 m, které je možné volně rozmístit po místnosti, nicméně vzhledem k technologii komunikace je zapotřebí viditelnosti na ovládané zařízení. Napájení je řešeno zdrojem stejnosměrného napětí 12 V a proudem 200 mA (možné je využít 10-27 V DC). Jako alternativní možnost napájení je přes PoE při dodržení stejných napěťových podmínek nebo přes USB-B konektor. Konfigurace zařízení se provádí přes webové rozhraní (defaultní IP adresa je 192.168.1.1) a jednotlivé IR příkazy jsou přidávány na bázi učení přes IR přijímač, kam z externího ovladače vyšleme požadovaný IR signál, který chceme jednotku eLAN-IR-003 „naučit“ a po uložení na příkaz iHC/iMM Clienta vyšle již duplicitní signál.

Vstupní jednotky

Jednotky binárních vstupů IM3

Do systému iNELS je možné zapojit 4 možné provedení jednotek binárních vstupů lišící se zejména počtem připojitelných jednotek s bezpotenciálovým kontaktem a konstrukcí. Jednotky jsou určeny pro připojení dvou (IM3-20B), čtyř (IM3-40B), osmi (IM3-80B) a čtrnácti zařízení (IM3-140M) s bezpotenciálovým kontaktem.



Obr. 3-14 jednotka IM3-20B

První tři jednotky jsou určeny pro montáž do instalační krabice a jednotka IM3-140M je určena pro instalaci do DIN lišty. Jednotky je možné použít pro připojení spínačů, přepínačů, tlačítek jiných designů, detektorů EZS a EPS apod. Všechny jednotky generují napájecí napětí 12 V DC/75mA (IM3-140M generuje 12 V DC/

150 mA) pro napájení externích senzorů EZ, lze tedy napájet PIR senzory, plynové detektory a jiné. Vstupy jsou vždy spínací/rozpínací proti zemi (GND-). Podrobné parametry jednotlivých jednotek binárních vstupů viz tabulka 1.

Tabulka 1 - Parametry vstupních jednotek

	Vstupy/vyvážené vstupy	Výstupy pro napájení EZS senzorů	Jmenovitý proud při napájení 27 V DC	Jmenovitý proud při maximálním zatížení
IM3-20B	2/2(IN1,IN2)	12 V DC/75 mA	15 mA	60 mA
IM3-40B	4/2 (IN1,IN2)	12 V DC/75 mA	15 mA	60 mA
IM3-80B	8/5 (I1-IN5)	12 V DC/75 mA	15 mA	100mA
IM3-140M	14/7 (IN1-IN7)	12 V DC/150 mA	25 mA	100 mA

Převodník analog – digital ADC3-40M

Jednotka sloužící pro připojení analogových snímačů generující napěťový nebo proudový signál a pasivních odporových senzorů. Zařízení obsahuje 4 analogové vstupy s 14bit rozlišením převodníku se společnou svorkou GND. Jednotlivé vstupy jsou nezávisle konfigurovatelné v iDM jako proudové, napěťové nebo dvou vodičové (odporové). Zelená LED signalizace značí stav jednotky a jednotlivé červené indikují hodnotu analogových vstupů, která přesáhla měřicí rozsah (přetížení, odlehčení resp. odpojení vstupů).



Obr. 3-15 Převodník ADC3-40M [1]

Měřicí rozsahy volitelné pro každý vstup jsou: 0 ÷ 10V, 0 ÷ 5V, 0 ÷ 2V, 0 ÷ 1 V, 0 ÷ 0,5 V pro případ měření napětí a 0 ÷ 20 mA, 4 ÷ 20 mA pro proudové měření. Jmenovitý proud při napájecím napětí 27 V DC je na této jednotce 50 mA.

Jednotky teplotních vstupů TI3

Jednotky jsou určeny pro připojení jednoho (TI310B), až čtyř (TI3-40B) nebo až šesti (TI3-60M) pasivních odporových teplotních senzorů. Pro snímání teploty se mohou použít tyto senzory: TC/TZ, Pt100, Pt1000, Ni1000. Jednotky teplotních vstupů se využívají zejména při potřebě snímání teploty na více místech nebo místech mimo zabudované senzory u spínačů. Nejčastěji využíváme pro měření teploty venku/vevnitř, měření teploty podlahy/prostoru nebo technologických zařízení jako je kotelna, solární ohřev apod. Jednotky TI3-10B jsou určeny pro montáž do instalační krabice a jednotka TI3-60M do DIN lišty. Jednotky využívají 14bit převodníku a rozsah měřených teplot závisí na externím senzoru (od -30 °C do 250 °C). Jmenovitý proud jednotek činí od 25mA (1 teplotní vstup) do 45 mA (6 teplotních vstupů) při napájecím napětí 27 V DC. O signalizaci stavu jednotky se starají zelené LED diody a v případě TI3-60M jednotka navíc disponuje šesti červenými diodami signalizujícími stav jednotlivých teplotních senzorů.



Obr. 3-16 Jednotka teplotních vstupů TI3-60M [1]

Aktory

Spínací aktory SA3

Jsou určeny pro spínání nejrůznějších spotřebičů a zátěží s bezpotenciálovým kontaktem. Každý výstupní kontakt je samostatně ovladatelný a adresovatelný, jejich stav signalizují LED diody na předním panelu. Spínací aktory se vyrábí ve dvou základních provedení konstrukce s různým počtem výstupů: první je jako modul do DIN lišty normy EN60715 s označením M a druhé jsou určeny pro montáž do instalační krabice s označením B. Verze M disponuje oproti verzi B sadu tlačítek na předním panelu měnící stav kontaktu jednotlivých relé manuálně a pro každé relé

samostatně. Základní modul je SA3-02M, který obsahuje dvě nezávislá relé s přepínacím bezpotenciálovým kontaktem s maximálním zatížením 16 A/4000 VA AC1. Minimální spínavý proud činní 100 mA a jmenovitý proud prvku je 35 mA při 27 V DC. Další spínací aktory jsou SA3-04M, SA3-06M, SA3-012M lišící se zejména počtem spínacích relé, maximální zatížitelností kontaktů a jmenovitým proudem (detailně viz tabulka 2).

Tabulka 2 - Parametry spínacích aktorů

Spínací aktor	Počet relé a LED diod	Jmenovitý proud při 27 V DC	Max. zatížitelnost kontaktu	Minimální Spínaný proud
SA3-02M	2	35 mA	16 A / 4000 VA	100 mA
SA3-04M	4	70 mA	16 A / 4000 VA	100 mA
SA3-06M	6	100 mA	8 A / 2000 VA	10 mA/10 V
SA3-012M	12	Napájen ze sítě 230 V AC/ 20mA	8A / 2000 VA	10 mA /10 V



Obr. 3-17 Spínací aktor SA3-012M [1]

Zástupci v provedení B jsou spínací aktory SA3-01B a SA3-02B, který osahují jedno relé v případě SA3-01B s maximálním zatížením 16 A / 4000 VA a dvě relé u jednotky SA3-02B se zatížitelností kontaktu 8 A / 2000 VA. Vstupní kontakty jednotek jsou samostatně ovladatelné a adresovatelné, jejich stav signalizuje LED dioda. Minimální spínaný proud činní 100 mA/10 V a jmenovitý proud jednotek při 27 V DC je u SA3-01B 40 mA a 60 mA u jednotky SA3-02B.

Roletový aktor JA3-02B/DC

Jednotka určená k ovládání pohonů rolet, žaluzií, markýz, garážových vrat, vjezdových bran apod. JA3-02B/DC ovládá elektrické pohony s napájecím napětím 24 V DC, které jsou řízeny ve dvou směrech a mají zabudovaný koncový spínač. Směr pohonu je řízen změnou polarity napětí motoru. Jednotka je vybavena teplotní a nadproudovou ochranou proti přetížení výstupů. Stav jednotky je signalizován pomocí zelené LED diody označené jako RUN. Jmenovitý proud jednotky činí 60mA při 27 V DC. Do jednotky je možné zapojit teplotní senzor TC/TZ.



Obr. 3-18 Roletový aktor JA3-02B [1]

Převodník DAC3-04B a DAC3-04M

Jedná se o převodník generující čtyři analogové napěťové výstupy (kanály), který podle typu ovládaného zařízení mohou být regulovány v rozsahu 0-10V a nebo 1-10V. Zařízení ovládaná touto jednotkou mohou být: stmívatelné předřadníky zářivek, stmívače, termostatické hlavice, servo pohony, prvky měření a v neposlední řadě termostatické hlavice.



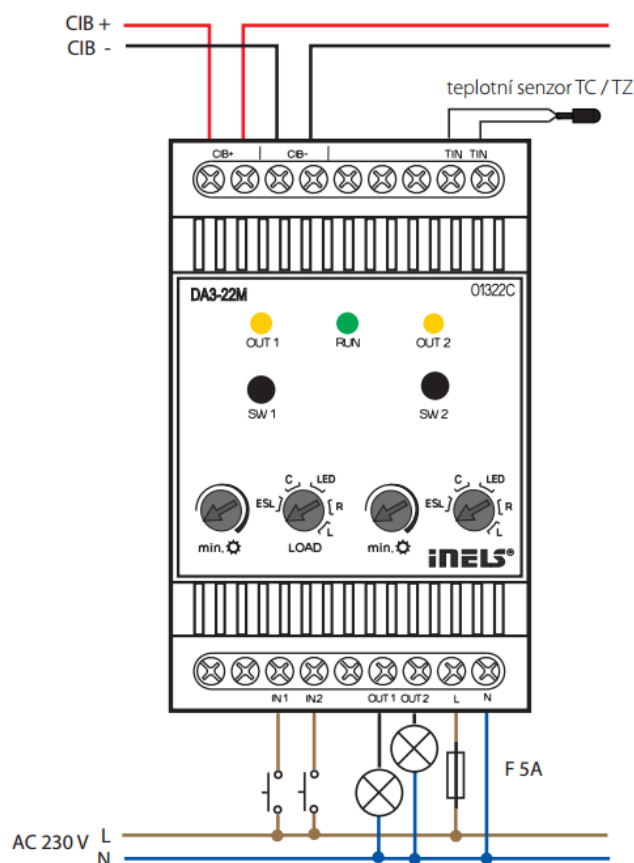
Obr. 3-19 Převodník DAC3-04B [1]

Rozsah výstupního napětí je volen v software iDM. Verze B se od M liší konstrukčním provedením, kde M je do DIN lišty a B je určena do instalační krabice a počtem signalizačních LED diod (B – signalizace jen komunikace CIB sběrnice, M – LED komunikace CIB sběrnice společně s druhou LED, která indikuje napájecí

napětí). Dále B nabízí možnost připojení teplotního senzoru TC/TZ. Jmenovitý proud obou jednotek činí 50 mA při napětí 27 V DC.

Univerzální stmívací aktor DA3-22M

Slouží k ovládání intenzity světla stmívatelných úsporných zářivek (ESL), LED žárovek a R (klasická žárovka, halogenová žárovka), L (vinutý transformátor pro nízko-voltové halogenové žárovky), C (elektronický transformátor pro nízko-voltové halogenové žárovky) spotřebičů s napájením 230 V AC.

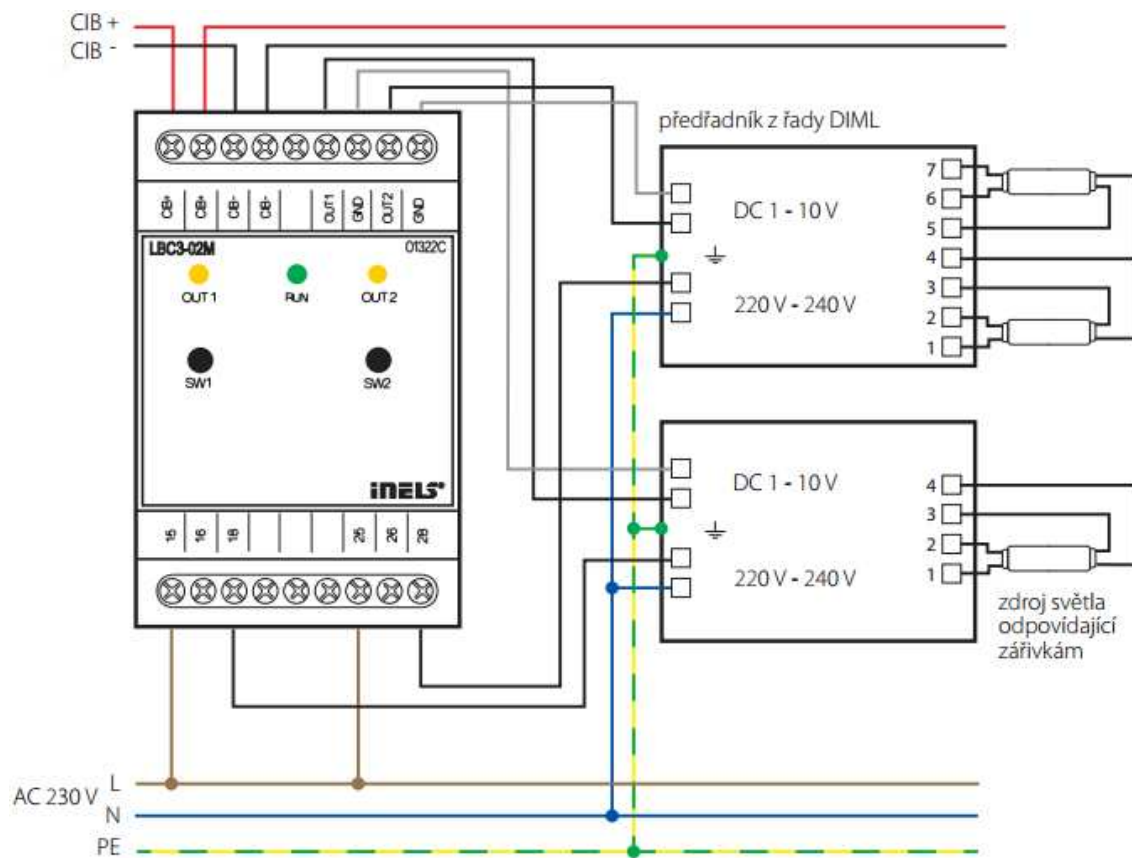


Obr. 3-20 jednotka DA3-22M [1]

Jednotka disponuje dvojicí říditelných výstupů 230 V AC každý s maximálním zatížením 400 VA a dále v sobě integruje dva binární vstupy umožňující připojení napětí 230 V AC. Volba režimu je zvolena přepínačem na přední straně jednotky, kde volíme typ spotřebiče. Jako další vstup je svorka k připojení TC/TZ senzoru pro měření teploty. O komunikaci a napájení se stará CIB sběrnice, kterou je jednotka připojena do systému iNELS. Dále jednotka disponuje čtyřmi potenciometry ovládající minimální jas výstupu (eliminace blikání) a k přepínání režimu výstupu. Dále dvojici tlačítek k vypnutí/zapnutí daného výstupu.

Stmívací dvoukanálový aktor pro zářivky LBC3-02M

Jedna se o stmívací aktor, který je určený pro ovládání stmívatelných předřadníků zářivek říditelným signálem 1-10V. Jednotka disponuje dvojicí nezávislých analogových výstupu a na nich dvojicí závislých relé výstupů s přepínacím bezpotenciálovým kontaktem, který je ve stavu OFF při intenzitě 0% a ON při 1-100%. Komunikaci a napájení obstarává CIB sběrnice, kterou je jednotka zapojena do systému iNELS. Spínané napětí činí 250 V AC / 24 V DC a spínaný výkon je 4000 VA/AC resp. 384 W/DC. Minimální spínavý proud je 100 mA. Na jednotce se nacházejí dvě spínací tlačítka pro manuální ovládání stavu kontaktu jednotlivých kanálů.



Obr. 3-21 jednotka LBC3-02M [1]

Jednotky třetích stran

Vzhledem k tomu, že v rámci systému iNELS BUS System jsou jen řídicí jednotky je zapotřebí využít i prvků třetích stran.

Termopohon TELVA 230V

Jedná se o termopohon vhodný pro řízení okruhů termostatickými ventily. Termopohon TELVA je určen pro zónovou nebo individuální regulaci s vysokými

diferenčními tlaky pro všechny termostatické ventily. Regulovat je možné ventily podlahového, radiátorového a konvektorového vytápění. Standardně je dodáván s ventil-adaptérem VA80 v nízkém provedení s tyčinkou m30 x 1.5. Provozní výkon je 1.8 W/30mA pro maximálně 2 minuty. Termopohon pracuje v režimu otevřeno/zavřeno a je možné jej spínat libovolným aktorem systému iNELS.



Obr. 3-22 Termopohon TELVA 230V [1]

Teplotní čidla

V rámci systému iNELS je možné zapojit dva různé typy teplotních senzorů (TC a TZ) na zařízení s dvojicí vstupů AIN/DIN.

Senzor typu TC

Jedná se o teplotní čidla s NTC 12K termistorem. Přívodní kabel i koncovka senzoru jsou kryty pomocí PVC materiálu se zvýšenou teplotní odolností. Přívodní kabel je typu CYSY 20x0,5 mm. Rozsah snímaných teplot činí od 0 °C do +70 °C. Doba za, kterou se senzor ohřeje na 65 % teploty místnosti ve které je senzor umístěn činí 92 s ve vzduchu a 23 s ve vodě. Na 95% teploty místnosti potřebuje senzor na vzduchu 306s a ve vodě 56s. Sensory jsou dodávány ve čtyřech provedení, které se liší délkou přívodního kabelu (100mm, 3m, 6m, 12m). Krytí senzoru splňuje standard IP67.

Senzor typu TZ

Jedná se o teplotní čidla s NTC 12K termistorem zalitý v kovové dutince (poniklovaná měď) s teplovodivým tmelem. Použitý kabel je VO3SS-F 2Dx0.5mm se silikonovou izolací a je vhodné tento senzor používat i v extrémnějších podmínkách. Rozsah snímaných teplot činí od -40 °C do +125 °C. Doba za, kterou se senzor ohřeje na 65 % teploty místnosti ve které je senzor umístěn činí 62s ve vzduchu a 8

s ve vodě. Na 95% teploty místnosti potřebuje senzor na vzduchu 216s a ve vodě 23s. Sensory TZ jsou stejně jako TC dodávány ve čtyřech provedení, které se liší délkou přívodního kabelu (110mm, 3m, 6m, 12m). Krytí senzoru splňuje standard IP67.



Obr. 3-23 Sensory (zleva) TC, TZ a PT100 [1]

Senzor PT100

Jedná se o odporové teplotní čidlo PT100 usazené v mosazném pouzdře. Přívodní kabel je silikonový stíněný 2x0,22mm² (stínění není propojeno s pouzdrem). Rozsah snímaných teplot je od -30 °C do +300 °C. Senzor je dodáván ve třech provedení lišící se délkou přívodního kabelu (3m, 6m, 12m). Krytí senzoru splňuje standard IP67.

Tabulka 3 - Závislost odporu na teplotě čidla

Teplota [°C]	Senzor NTC [kΩ]	Senzor PT100 (Ω)
20	14,7	107,8
30	9,8	111,7
40	6,6	115,5
50	4,6	119,4
60	3,2	123,2
70	2,3	127,1

4. iNELS BUS System aplikovaný na konkrétní budovu

V rámci této kapitoly se věnuji konkrétní aplikaci systému iNELS BUS System na domov seniorů.

Popis budovy

Jedná se o moderní přestavbu areálu „Zátiší“ v Praze 4 - Kunratice se 130 bezbariérovými byty s nepřetržitou asistenční a pečovatelskou službou. Součástí areálu je vnitřní atrium s plochou 430 m², restaurace, kavárna, ordinace praktického lékaře, fyzioterapeutické a rehabilitační centrum, společenský sál, tělocvična, knihovna, hobby místnost a soukromý park s rozlohou 8000 m².



Obr. 4-1 Vizualizace objektu [3]

Plánované dokončení stavby bylo stanoveno na 1 kvartál roku 2014 a provoz byl zahájen v červenci téhož roku. Obytné prostory jsou tvořeny dvěma čtyřpodlažními domy. Bydlení je zde řešeno variací soukromých bytových jednotek s plochou 27 až 50 m² v případě dispozice 1+kk a s plochou 48 až 100 m² pro variantu 2+kk. Všechny bytové jednotky jsou bezbariérové a přizpůsobené pro lidi s omezenou pohyblivostí.

Potenciál tohoto celého areálu pro aplikaci prvků inteligentních budov je velmi vysoký, proto se v tomto projektu zejména zaměřuji na obytnou, společenskou a asistenční část areálu a to objektu „B“, který kombinuje právě jak bytové a společenské prostory, tak i odborné a pečovatelské jako je například ordinace praktického lékaře.

V reálné projekci a výstavbě tohoto areálu nebyl použit žádný centrální inteligentní systém pro řízení elektroinstalace.

Požadavky pečovatelského domu na elektroinstalaci

Požadavky pro domov důchodců jsou velice specifické, kde musíme brát ohled na co největší jednoduchost a intuitivnost ovládání bytové inteligentní elektroinstalace. Ovládání se musí podobat konvenční elektroinstalaci, ale měla by mít přidanou hodnotu právě o inteligentní prvky, které nebudou komplikovat důchodcům v pokročilém věku běžné činnosti a naopak jim je ulehčí nebo alespoň zpříjemní. Dalším požadavkem je vzdálené dohled, spuštění případného nouzového signálu osob v tísni a okamžité varování kompetentní osoby (zdravotní sestry), která musí být schopna přesně a rychle rozpoznat odkud signál přišel a případně zaznamenávat rychlost reakce personálu. Další z požadavků je zkvalitnění služeb pro nájemce, interní komunikace a i úspora energií pomocí sledování stavu otevření oken, kdy při větrání není třeba topit apod.

Výhody a využití iNELS BUS System

Mezi výhody systému iNELS pro použití v domě s pečovatelskou službou jsou následující:

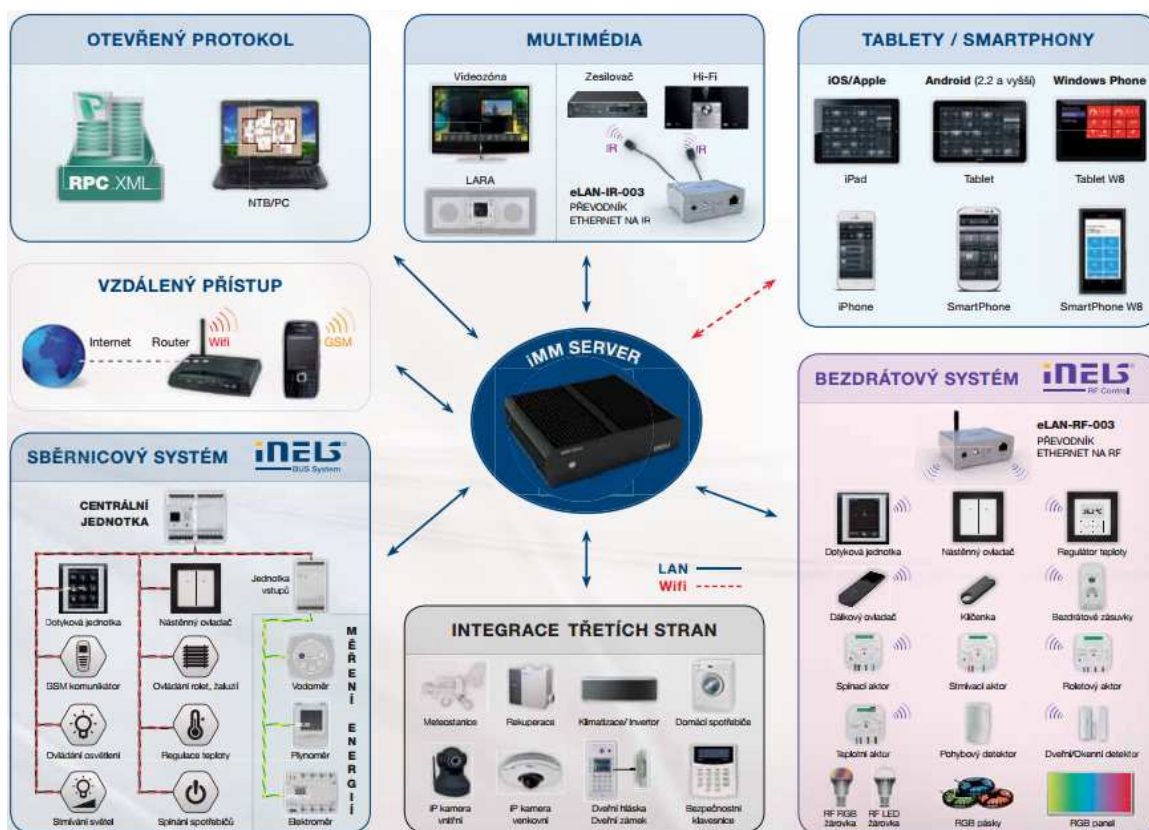
- komfortní ovládání a možnost konfigurace sekundárních funkcí na jednotlivých ovladačích, dle přání či schopností obyvatel bytů
- dodatečné přizpůsobení
- centrální ovládání ze sesterny v případě potřeby (např. regulace teploty)
- interní komunikace pomocí VoIP
- signalizace stavu nouze a následné zobrazení na plánu budovy
- řízení energie
- integrace ostatních systémů
- prestiž

Elektroinstalace

Ve všech bytech a společných prostorech jsem zachoval umístění osvětlení a zásuvek dle architektonického návrhu. Ovládání veškeré elektroinstalace navrhnu pomocí systému iNELS. Jako ovládací jednotky jsou použity WSB3-20, WSB3-40, EST3 a IDRT3-1, které se starají o ovládání osvětlení (spínání a stmívání), korigování teplot v jednotlivých tepelných okruzích a ovládání žaluzií. Řízení

osvětlení je řešeno jednak pomocí spínacích aktorů SA3 pro základní ovládání zapnuto/vypnuto a druhý způsob s možností stmívání osvětlení řízen pomocí rozhraní DALI. Pro překládání příkazů pro jednotky DALI je určena systémová jednotka EMDC-64M, která umožňuje připojení až 64 předřadníků. Řízení pohonů žaluzií obstarává jednotka JA3-20B, která i napájí elektropohon ze sběrnice CIB. Topné okruhy jsou řízeny stejně jako spínané osvětlení jednotkami SA3. Chod elektropohonu může být ve stavu vypnuto nebo zapnuto.

Elektrotechnický návrh a instalace v bytových jednotkách musí být provedena dle příslušných částí normy ČSN 33 2000 Elektrická instalace nízkého napětí. V lékařských prostorách dále musí splňovat konkrétní část ČSN 33 2000-7-710 Elektrické instalace nízkého napětí - Část 7-710: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech - Zdravotnické prostory. Pro prostor kuchyně a koupelen se řídíme částí 7-701 Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech - Prostory s vanou nebo sprchou.



Obr. 4-2 schéma propojení iNELS BUS Systém [1]

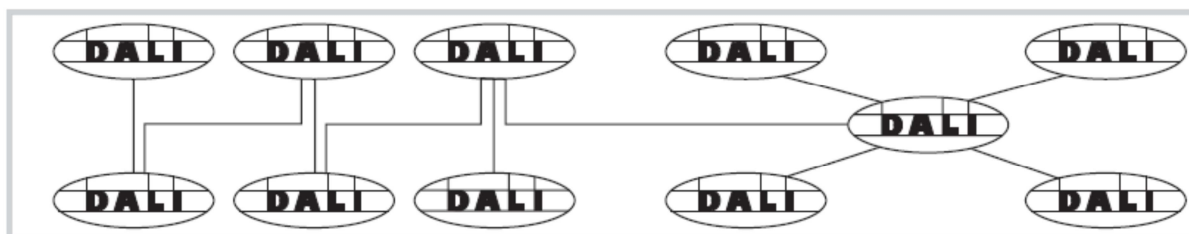
V budově se v každém patře nachází rozvodna, kde je umístěna centrální jednotka CU3, tedy celkem jsou použity čtyři centrální jednotky (3 pro bytové prostory a

jejich okolí v daném patře a 1 pro nebytové prostory přízemního podlaží). Pro každé patro jsem navrhl jednu centrální jednotku, která řídí jednotlivé eklektické okruhy iNELS BUS System. Dále v jednotlivých bytových jednotkách jsem umístil ovládací aktory určené pro konkrétní byt.

Digital Addressable Lighting Interface (DALI)

Jedná se o flexibilní digitálně adresovatelné rozhraní pro osvětlení. Mezinárodní standard vychází ze souboru norem IEC 62386 vydané i jako převzatý soubor českých technických norem ČSN EN 62386. Systém DALI se využívá na komplexní řízení osvětlení v budovách pomocí síťového kontroléru, který je schopen monitorovat a řídit jednotlivé jednotky pro světelné prvky. Jedná se tedy o obousměrnou výměnu dat s možnou zpětnou vazbou z jednotek ovládající osvětlení. Ovládání prvků spočívá na systému master-slave, kde master zařízení rozesílá příkazy pro slave zařízení, které následně ovládá osvětlení.

Pro komunikaci i napájení sběrnice DALI se využívají 2 vodiče o průměru 1,5 mm² nezávislé na polaritě, které mohou být propojeny v libovolné otevřené kombinaci sériové, hvězdicové, stromové nebo sběrnice topologie. Datové sběrnice nesmí být zapojeny stejně jako u CIB sběrnice do kruhu. Maximální počet slave jednotek je 64 na každého mastera a lze je rozdělit až do šestnácti skupin případně 1 broadcastové skupiny (příkaz přijmou a vyřídí všechny jednotky). V případě použití systému iNELS BUS Systém zastává jednotku mastera převodník iNELS – DALI/DMX EMDC-64M. DALI rozhraní pracuje na napětí 16 V DC s tím, že na příjímacích terminálech je maximální přípustné napětí 22.5 V DC. Maximální proud na sběrnici je 250 mA. Dále na DALI sběrnici nesmí být pokles napětí větší jak 2 V mezi dvěma zařízeními. Maximální délka kabelů sběrnice je 300 metrů při průměru 1,5 mm².

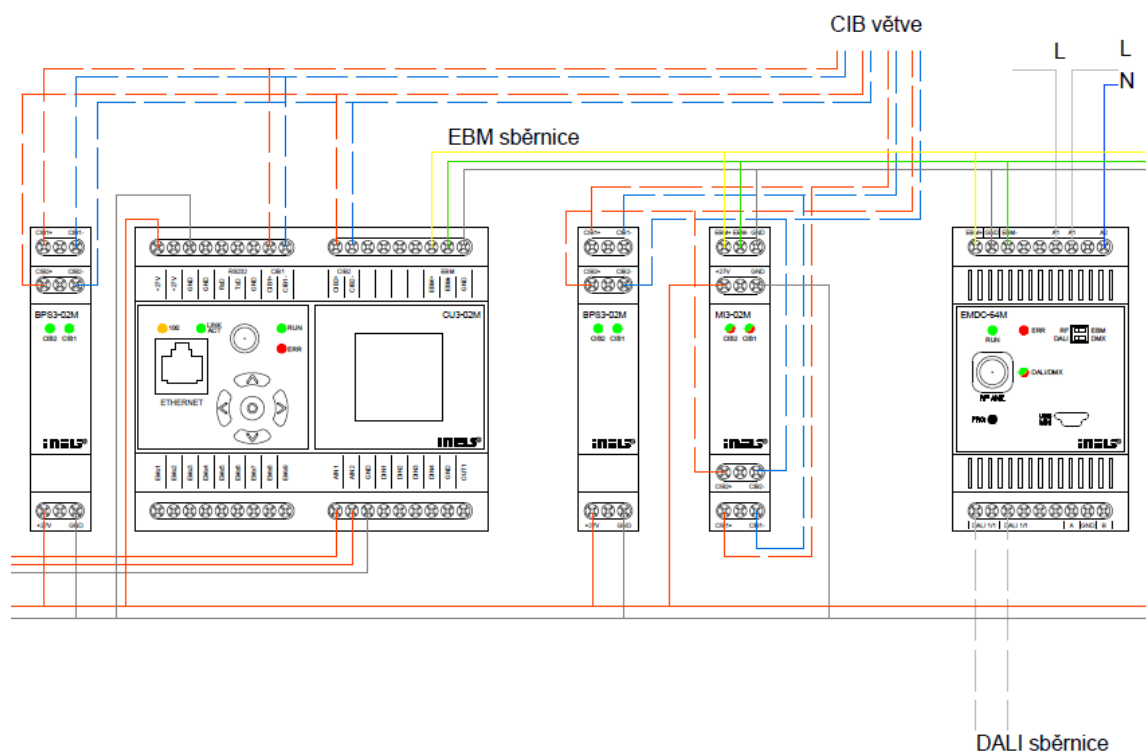


Obr. 4-3 Kombinace sériové a hvězdicové topologie zdroj: [6]

Komunikace DALI

Komunikace probíhá na sběrnici DALI a všechny prvky jsou adresovatelné. Přenesená informace je kódována pomocí metody „Manchester“ a má vysokou

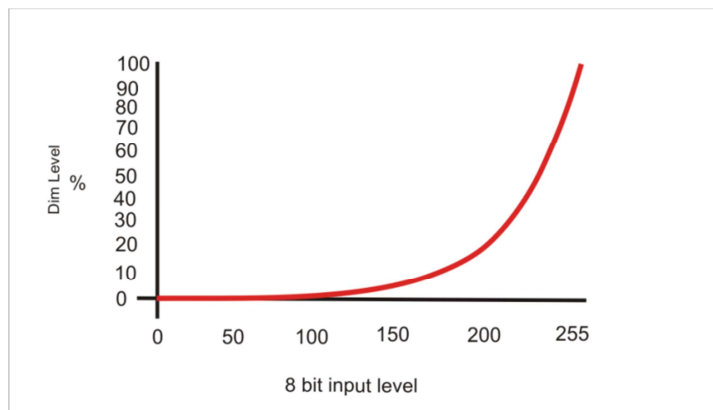
odolnost vůči vnějšímu rušení, které zajišťuje spolehlivou komunikaci. DALI systém není klasifikovaný jako SELV a díky tomu jej lze vést kabeláž dohromady se silnoproudým vedením. Jako základní komunikace poslouží broadcast příkazy, kde jsou zároveň adresována všechna slave zařízení připojená na danou master jednotku. Broadcast umožňuje analogové řízení osvětlení 1-10 V bez nutnosti jakékoliv konfigurace jednotlivých zařízení. Pokud je stupeň (Direct Arc Power Command) zaslán broadcastem, potom se všechny předřadníky budou jednat na základě tohoto příkazu, tedy změní svůj výstup na stejnou úroveň.



Obr. 4-4 Schéma zapojení DALI převodníku k centrální jednotce

Jednoduchou konfigurací se přiřadí, DALI slave prvkům krátké adresy (short address), který zajistí individuální kontrolu, konfiguraci a dotazování. Krátká adresa se skládá ze šestice čísel a musí být unikátní. Zařízení mohou být dále adresovány skupinově, tedy příkazy bude plnit určitá skupina prvků. Hlavním důvodem používání skupin je zamezení tzv. „efektu mexické vlny“, kdy se například v rozsáhlé hale nezapínají/nevypínají světla současně, ale postupně s viditelnou prodlevou. V domácím prostředí tento problém nepozorujeme a není třeba více světla dávat do skupin.

Dále DALI protokol poskytuje ovládání podle stmívací křivky, kde nabízí 256 úrovní jasu mezi OFF hodnotou a 100% (8bit), který je přeložen do výkonu předřadníku pomocí logaritmické stmívací křivky. Přírůstek výkonu je vyšší při velkém jasu a naopak při nízkém je menší (viz obrázek 2.7, kde na svislé ose je vyneseno stmívání v procentech a na vodorovné 8bit vstup).



Obr. 4-5 Stmívací logaritmická křivka [5]

iNELS stmívací jednotky vs. DALI

V této práci jsem se rozhodoval, zda použít pro ovládání stmívatelného osvětlení jen jednotky iNELS, DALI sběrnici nebo kombinaci obou technologií. Rozhodl jsem se o použití právě kombinace obou sběrnic, ale s částečně rozdílným místem použitím.

Pro bytové jednotky jsem navrhl použít čistě jednotky iNELS bez nutnosti osazení DALI předřadníků, kde si pro většinu bytů vystačím s jedním stmívacím aktorem DA3-22M a v případě větších bytových jednotek je zapotřebí dvou až tří aktorů. Výhodou v tomto případě bude částečná decentralizace akčních jednotek iNELS pro jednotlivé byty. Nevýhoda použití jen iNELS aktorů spočívá v tom, že na každé dva výstupy (okruhy zářivek/žárovky) je zapotřebí jeden právě jeden aktor, který disponuje jen dvojicí výstupů a nutnost použití více jednotek. Stejně tak i pro předřadníky ovládané signálem 1-10V z jednotky LBC3-02M, která má rovněž jen dva výstupy bylo zapotřebí na dva stmívatelné okruhy jeden aktor. Z tohoto důvodu jsem se rozhodl o použití DALI sběrnice v nebytových prostorách v rámci přízemního podlaží a společných chodeb v nadzemních podlažích, kde nám vystačí pouze dvojice převodníků EMDC-64M, který jsou schopny ovládat veškeré osvětlení a zároveň je možné připojit kompatibilní senzory na DALI sběrnici jako je PIR senzor pohybu a například senzor intenzity osvětlení, tedy není nutné pro každý senzor použít vstupní jednotku iNELS. Vzhledem k možnosti vedení sběrnice

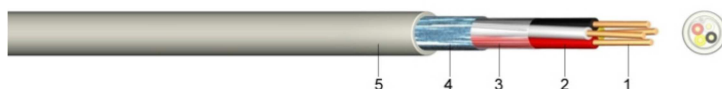
vedení společně s napájecími v jednom kabelu nebude nutné pro jednotlivé předřadníky pokládat zvlášť ovládací sběrnici (1-10V) a vystačíme si s jedním 5-tilovým kabelem, který můžeme vhodně spojit (s ohledem na celkovou délku vedení k převodníku) s ostatními kabely a tím ušetřit vedení ovládací sběrnice. V případě použití akтору LBC3-02M bychom museli použít pro každý předřadník samostatné vedení až k jednotce.

Kabeláž

V této kapitole se věnuji specifikacím kabeláže použité pro sběrniceový systém iNELS a silnoproudé rozvody.

J-Y(st)Y 2x2x0.8

Jedná se o stíněný sdělovací kabel pro CIB sběrnici a případně druhý pár lze využít pro EPS a/nebo EZS. Konstrukce kabelu se skládá z elektro vodivého jádra vyrobeného z měděného drátu třídy 1 (dle ČSN EN 60228 a HD 383) o průřezu 0,8 mm². Izolace jednotlivých žil je se skládá z PVC směsi a žíly jsou stočené v párech a následně páry jsou stočené v polohách. Jako obal stočených izolovaných párů slouží plastová oddělovací páska. Jako statické stínění se používá laminovaná hliníková fólie/páska, která je proložená měděno-cínovými drátky. Poslední vrstva je ochranný venkovní plášť složený z PVC směsi.



Obr. 4-6 J-Y(ST)Y 2x2 kabel.

5. Plášť 4. Stínění 3. Obal kabelů 2. Izolace drátů 1. Měděný drát [2]

Provozní napětí kabelu je 300 V a zkušební činní 800 V. Teplotní rozsah pro použití je zpravidla od -40 až po 80 °C pro pevné uložení a -5 až +50 °C pro volnou pokládku kabelů (rozsah teplot závisí na výrobcí), tedy pro použití ve vnitřku obytných budov naprosto dostačující. Poloměr ohybu kabelu se pohybuje běžně v patnácti násobcích vnějšího průměru kabelu (přesná hodnota závisí na výrobcí). Izolační odpor činní minimálně 100 MΩ a odpor vodiče

CYKY-J

Instalační 2 a více žilový kabel pro vedení síťového napětí 230 V AC v bytových, společenských a odborných jednotkách pro napájení zásuvek, osvětlení a jiných spotřebičů využívající 230 V AC. Konstrukce se skládá z plného měděného vodiče o průměru 1,5 mm², 2,5 mm² nebo v případě potřeby silnější, PVC izolace jednotlivých

žil stočené do kabelové duše barevně označené dle normy ČSN 33 0166 ed.2, dále z výplňové gumy a z PVC pláště. Jmenovité napětí kabelu činí 450/750 V a zkušební 2,5 kV/50 Hz. Rozsah provozních teplot je -50 až +70 °C, při pokládce min. -5 °C a při zkratu +160 °C po dobu 5 sekund. Maximální odpor jádra kabelu se pohybuje maximálně 12,5 Ω na kilometr v případě průřezu 1,5 mm a 7,5 Ω na kilometr u průměru 2,5 mm. Proudová zatížitelnost v zemi činí 28 A AC a na vzduchu 18 A pro 1,5 mm a 38/25 A AC pro 2,5 mm. Tyto hodnoty se mohou v malé míře lišit u různých výrobců. Minimální poloměr ohybu kabelu se pohybuje 12ti násobku vnějšího průměru pro průměr ≤ 15 mm resp. 15ti násobku pro vnější průměr > 15 mm



Obr. 4-7 Kabel CYKY-J 3x1,5

1) Měděný drát 2) PVC izolace drátů 3) Gumová výplň 4) PVC izolace [4]

UTP Kategorie 5e/6

Datová kabel, který využívá pro přenos signálu kroucenou dvojlinku. Standard je definován mezinárodní normou ISO/IEC 11801. Rychlost přenosu je až 250 MHz v případě kategorie 6, pro kategorii 5e se udává rychlost do 100 MHz. Datový kabel bude použit jako strukturovaná kabeláž pro internetové připojení a VoIP v obytných prostorech společně s odbornými místnostmi. A dále jako kabeláž pro sběrnici EBM sloužící k propojení systémových jednotek v rámci iNELS.

COAX

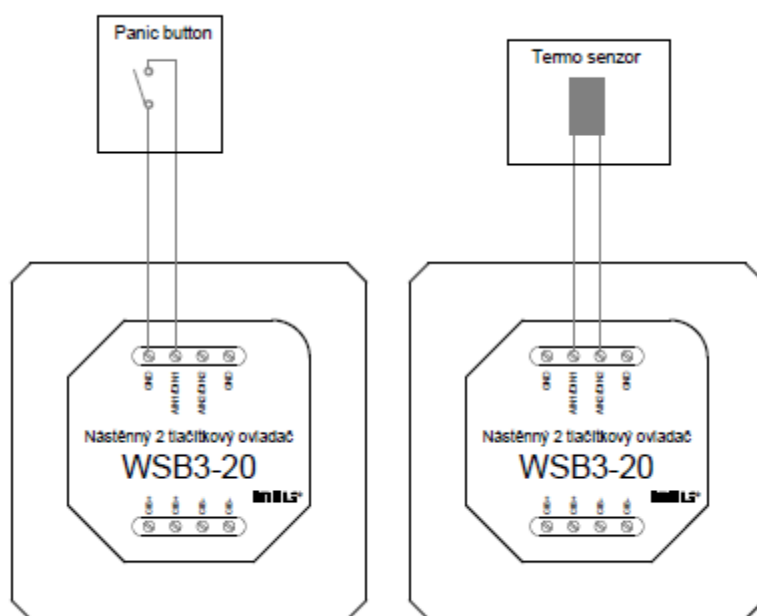
Koaxiální kabel (zkráceně coax) je dvou vodičový asymetrický kabel složený z vnějšího válcového vodiče (stínění) a vnitřního jádra oddělené izolační vrstvou. V této budově slouží k rozvedení společné televizní antény (STA).

Panic button – varování stavu nouze osob

Jedná se o spínací zařízení, na které je kladen důraz, že bude dobře dostupné i v krizové situaci, ale zároveň nesmí být na takovém místě, kde by mohlo nastat samovolné sepnutí/spuštění signálu, který by předal systémové jednotce falešný poplach. V případě, že by falešný poplach nastal je vhodné panické tlačítko doplnit o možnost zrušení poplachu ze strany osoby, která jej vyvolala. Spuštění panického tlačítka je vhodné doprovázet i zvukovým signál aby měla osoba, která jej spustila

jistotu, že je poplach spuštěn. V bytových jednotkách je dostatečné umístit dvě panická tlačítka a to v prostorách koupelny (musí být v dosahu ze země formou spínače aktivovaného tahem pomocí připevněné šňůrky), kde je největší pravděpodobnost úrazu a v ložnici ideálně na dosah z postelového lůžka.

Primárně jsem navrhl pro každou bytovou jednotku jedno panické tlačítko v koupelně, nicméně systém panického hlášení je možné v případě potřeby rozšířit do jakékoliv místnosti, s nástěnnými ovladači WSB3, na které je možno připojit až dvě panická tlačítka. Tato varianta přichází v úvahu v případě pokročilejší invalidity nebo nemoci residenta.



Obr. 4-8 Schéma zapojení panického tlačítka a termo senzoru na ovladač WSB3

Řešení falešného poplachu může být formou druhého tlačítka v okolí panického tlačítka zapojené stejným způsobem do ovladače WSB a nebo v případě, že obytná jednotka bude disponovat multifunkčním displejem, může na něm být nakonfigurována funkce vypnutí falešného poplachu nebo nechtěného zapnutí. Nicméně vhodnější řešení falešných poplachů, které zabrání nechtěnému vypnutí oznámení stavu nouze je rušení poplachu jen pověřenou osobou personálu buď na základě telefonátu na sesternu, nebo po osobním zkontrolování situace.

Vytápění

Tepelná ztráta objektu byla vypočtena dle ČSN 060210 pro oblastní výpočtovou teplotu -12°C . Tepelná ztráta objektu stanovená v projektu objektu činní 362 kW,

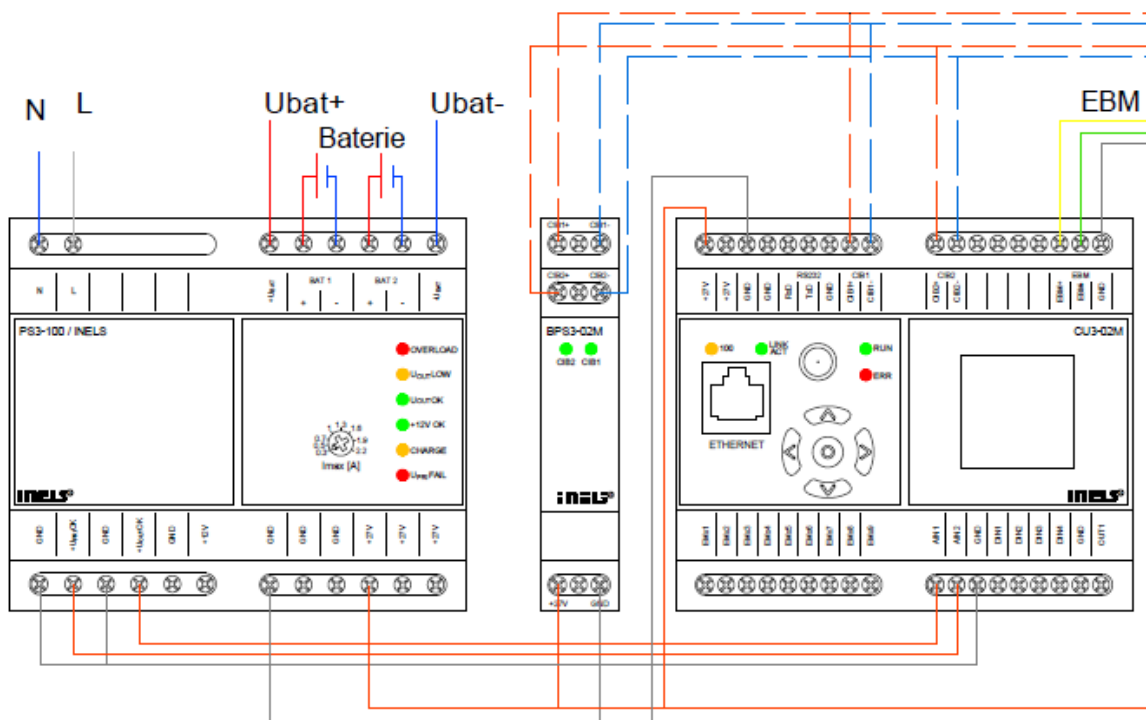
dále je uvažována potřeba tepla pro ohřev TUV, která činí 225 kW a potřeba pro vzduchotechniku byla stanovena na 78 kW. Celková spotřeba činí 665 kW. Zdrojem tepla pro vytápění budovy a úpravy TUV byla navržena dvojice kondenzačních kotlů firmy Rendamax o celkovém jmenovitém výkonu 665 kW. První o jmenovitém výkonu 380 kW a druhý o 285 kW.

Výkon obou kotlů dle projektové dokumentace je řízen ekvitermní regulací (nastavení teploty otopné vody podle venkovní teploty). Tento způsob regulace vyhovuje pro připojení do systému iNELS BUS Systém, kde je zapotřebí připojení vnější tepelné sondy ke kotlům, kde si jednotlivé kotle řídí teplotu výstupní otopné vody a jednotky SA03 je v rámci systému iNELS spínají.

Místní regulace teploty v bytových jednotkách

V jednotlivých bytových jednotkách je navrženo teplovodní vytápění pomocí zapuštěných konvektorů bez ventilátorů (v případě bytových jednotek disponující lodžii), deskových otopných těles. V koupelnách jsou použity otopné žebříky. Místní otopné okruhy v jednotkách jsem rozdělil na koupelňový, ložnicový a případně čistě obývací pokud je ložnice oddělena od obývací části. Pro každý topný okruh jsem navrhl použít elektrický ventil TELVA 230 V typu NC, který se otvírá jen s napětím s výjimkou koupelňového okruhu, kde navrhuji typu NO, který naopak je pod napětím ve stavu zavřeno. Předpokládám, že v obytných prostorách budou v průběhu roku termohlavice více ve stavu zavřeno a naproti tomu v koupelně se předpokládá zvýšená intenzita topení i mimo topnou sezónu za účelem zvýšení tepelného komfortu. Toto opatření může přispět k energetickým úsporám, kdy při aktivním stavu příkon činí 1,8 W. Vzhledem k tomu, že termohlavice pracují v režimu otevřeno/zavřeno při napětí 230 V, je zapotřebí v rámci systému iNELS hlavice řídit pomocí spínacích aktorů SA3.

Uživatelské ovládání regulace v jednotlivých bytech jsem navrhl pomocí jednotek EST3, kde je možné interaktivně zvolit otopný okruh a nastavit požadovanou teplotu nebo korigovat aktuální teplotu v rozmezí +/- 5°C. Teplotní senzor se nachází v každé místnosti, protože je součástí provedení všech ovládacích jednotek (WSB3, GSB3, IDRT-3). Jako alternativní možnost ovládání teploty je možné použít jednotky IDRT-3. Výhoda jednotky IDRT-3 tkví v jednoduchosti a intuitivnosti ovládání naproti tomu je nutné pro každý okruh umístit právě jednu IDRT-3 jednotku.



Obr. 4-9 Detail zapojení zdroje PS3-100 k centrální jednotce

Místní regulace teploty ve společenských a nebytových prostorách

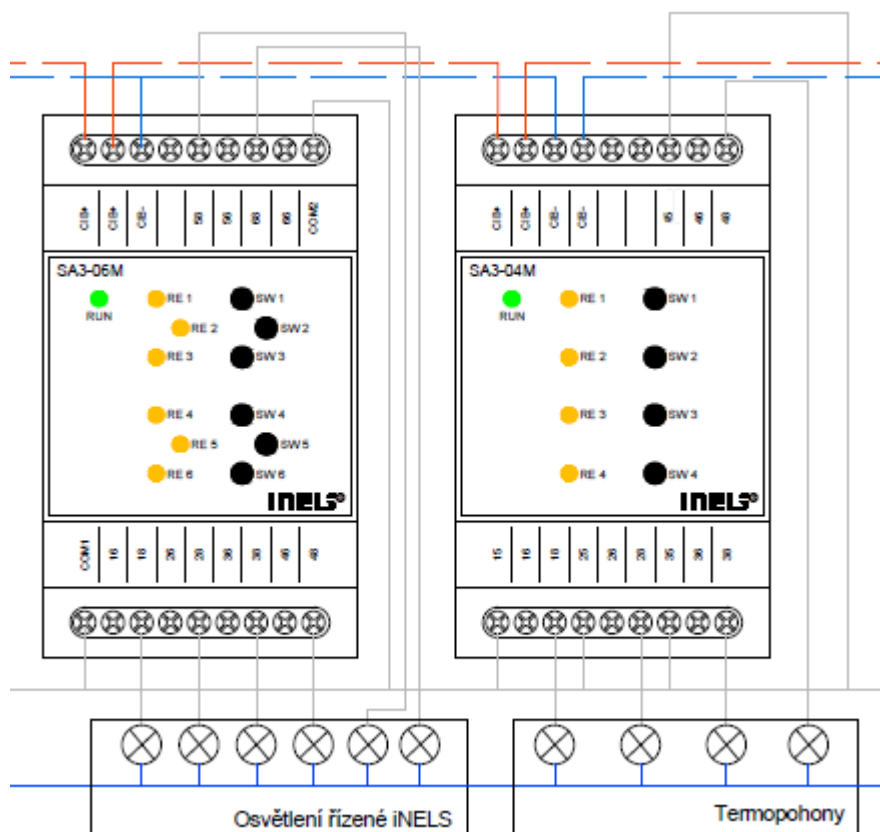
Pro společenské a nebytové prostory je navrženo teplovodní podlahové vytápění (na přání investora) doplněné zapuštěnými konvektory, které jsou umístěny u francouzských oken. Regulované otopné okruhy jsem zvolil pro jednotlivé místnosti vyjma technických místností, kde se regulace a/nebo vytápění neuvažuje. Pro každou regulovanou místnost stejně jako pro bytové jednotky je zapotřebí termohlavice TELVA 230V typu NC, ovládání teploty jsem navrhl v každé místnosti ovladačem IDRT-3 a v případě společenských prostor je možné teplotu regulovat i pomocí iNELS Home Control běžící na tabletu.

Vzduchotechnika

Pro zajištění požadovaných parametrů vzduchu prostorů s pobytem lidí (společenské, správní, stravovací, zdravotnické a hospodářské) je zapotřebí uvažovat vzduchotechnické zařízení navržené dle normy ČSN 127010 - navrhování větracích a klimatizačních zařízení a dle hygienických předpisů.

Pro budovu je navržena řada vzduchotechnických jednotek, dle jejího místa využití. Pro tuto budovu jsou navrženy vzduchotechnické systémy těchto výrobců: VTS, Systemair, Elektrodesign, GEA. Konkrétní napojení na VZT v této diplomové práci

neuvažují z důvodu její komplexnosti, které je nad rámec této práce. Nicméně všechny tyto VZT jednotky je možné v případě potřeby nuceně spínat systémem iNELS pomocí jednotek SA3 výstupem 230V ve smyslu řízení zapnuto/vypnuto nebo převodníkem DAC3, který řídí výstupním signálem 0-10V DC, kde je možné ovlivnit intenzitu nuceného větrání. V této budově uvažují vzduchotechniku jako autonomní systém s vlastní nezávisle běžící regulací požadovaných hygienických hodnot a iNELS BUS System zde jen zapne nebo zvýší krátkodobě výkon VZT na příkaz uživatele pro zvýšení kvality vzduchu resp. komfortu nad rámec regulace samotné.



Obr. 4-10 Detail připojení termopohonů a osvětlení k aktorům

Návrh datové sítě

Do každé bytové jednotky jsem navrhl přivedení dvou nezávislých datových větví. První je primárně určena pro komunikační jednotky a druhá jako záložní pro zavedení internetového připojení v případě požadavku residenta. Každý byt tedy disponuje dvěma ethernetovými přípojkami zavedené do vstupní místnosti. Rozšířené rozvedení do bytových jednotek neuvažují vzhledem k rozsáhlým možnostem bezdrátových technologií.

Internetová síť je vedena do rozvodny s hlavním konfigurovatelným switchem, kde je možné nastavit VLAN a virtuálně oddělit z důvodu bezpečnosti jednotlivé bytové jednotky a tím zabránit případné nežádoucí komunikaci mezi uživateli z různých bytů. V každém bytovém patře je zapotřebí standardní 16-ti portový switch s podporou VLAN jako je například Hewlett Packard V1910-16G.

Bezdrátová síť

V rámci objektu je zapotřebí i navrhnout síť Wi-Fi access pointů (AP) s připojením do lokální datové sítě iNELS z důvodu připojení tabletové aplikace iHC, která je právě připojena buď pomocí Wi-Fi nebo přes GSM, které nemá v této aplikaci opodstatnění. V budově o této velikosti je zapotřebí rozmístit AP na více míst aby byla pokryta celá dostatečně kvalitním signálem. Například je možné využít diskretních Wi-Fi access pointů UniFi AP-PRO s napájením PoE, které je možné umístit na strop nebo stěnu bez výrazného narušení rázu místnosti. Pro tuto konkrétní budovu navrhuji umístit jeden AP v recepci, kde bude hlavní místo pro využití tabletů s iHC, dále ve společenské místnosti, restauraci (kde může zastávat i přístupový bod na internet pro všechny návštěvníky) a poslední v druhém patře umístěný nad vstupní chodbu od výtahu. Tento poslední access point by dle specifikace a otevřenosti celého atria měl pokrýt veškeré chodby resp. pavlače v budově. Celkem tedy navrhuji použití alespoň 4 Wi-Fi access pointů. Samozřejmě je možné v případě nutnosti rozšířit tuto Wi-Fi síť o více prvků.

Návrh interní komunikace

Protokoly pro komunikaci v rámci budovy

VoIP (Voice over Internet Protocol)

Jedná se o základní výraz, který zastřešuje technologie obousměrného přenosu digitalizovaného hlasu pomocí internetového protokolu. Data jsou nejčastěji přenášena přes internet a intranet, případně přes jiné datové spojení, kde je použitelný IP protokol. Často namísto zkratky VoIP se také uvádí IP telefonie. V současné době se pro digitalizaci signálu využívá pokročilé komprese, která zvyšuje efektivitu přenosu hlasu a snižuje vytížení šířky pásma IP sítě, naproti tomu je třeba pro pokročilejší kompresi vyšší výpočetní výkon. IP telefonie využívá řadu signalizačních protokolů pro přenos a řízení komunikační relace. Blíže se budu věnovat jen nejrozšířenějším protokolu pro VoIP, kterým je Session Initiation

Protocol (SIP). V této práci bude VoIP použit zejména jako interní komunikace nájemníků bytů s pečovatelskou službou a dále samozřejmě poskytnutí obyvatelům vlastní telefonní linku v případě, že si ji budou přát. Výhoda IP telefonie také je, že pro přenos hlasu bude použita interní datová síť (intranet) a není tedy podmínkou vlastnit veřejné telefonní číslo.

Session initiation protocol (SIP)

Jedná se o signalizační protokol využívaný pro navazování multimediálních relací pro komunikaci v reálném čase, v našem případě zejména pro hlasovou. Tento protokol umožňuje interaktivně navazovat komunikační relace (komunikace v reálném čase) mezi dvěma nebo i více účastníky resp. koncovými zařízeními. SIP protokol je schopen si dané koncové zařízení sám vyhledat. Protokol slouží nejen k inicializaci relací, ale i k jejímu ukončení, případně modifikaci. SIP patří mezi protokoly využívající aplikační vrstvy ISO/OSI modelu, přestože se jedná o relační protokol tak se řadí právě mezi protokoly aplikační vrstvy z důvodu, že TCP/IP žádnou relační vrstvu nezná. Pro samotný transport dat SIP využívá transportní protokoly UDP (nejčastěji) případně TCP.

SIP podporuje pět aspektů založení a ukončení multimediální komunikace:

- 1) Poloha uživatele – určení koncového zařízení/systému pro použití ke komunikaci
- 2) Dostupnost uživatele – určení ochoty volané strany k navázání komunikace
- 3) Uživatelské funkce – určení médií a jejich parametrů, které mají být použity
- 4) Nastavení relace – „zvonění“, zřízení parametrů relace na volané a volající straně
- 5) Správa relace – zajištění přenosu, zrušení relace, změny relace a vyvolání služeb

SIP protokol není integrovaný komunikační systém, je spíše nedílnou součástí TCP/IP a kompletní multimediální architektury tvořené IETF (Internet Engineering Task Force) protokoly. SIP pracuje na principu klient-server. Koncové body (klienti) jsou označovány jako uživatelský agenti (UA), kteří se dále dělí na UA Client (UAC) a UA Server (UAS). UA se starají o navazování spojení mezi uživateli. UAC iniciují spojení a UAS reagují na příchozí žádosti. Servery zprostředkovávají kontakt mezi uživatelskými agenty, ale nevylučují přímý kontakt uživatelských agentů, kde není zapotřebí SIP server. Servery rozlišujeme na proxy server, který funguje jako

zástupce klientů při předávání SIP požadavků na jiný server. Další je redirect server, který informují klienta o dalším skoku v síti, registrar server, který zpracovává registraci umístění klientů a poslední je location server ukládají umístění klientů a toho lze nahradit databází.

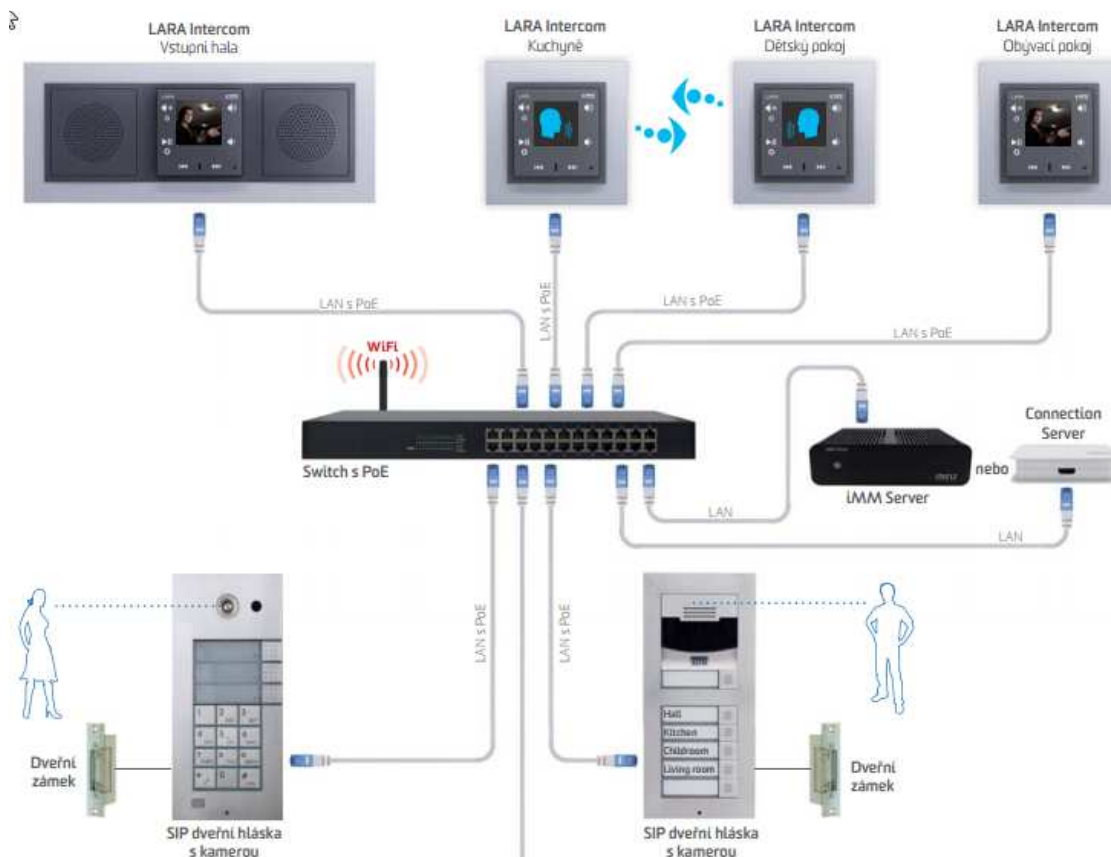
Komunikační zařízení

Samotná komunikace bude výhradně probíhat přes jednotky LARA intercom, které jsem rozmístil do každé vstupní místnosti v bytových jednotkách. Tyto jednotky je zapotřebí napojit na datovou síť v rámci multimediální sítě iNELS. Napájení navrhuji přímo ze switche pomocí PoE (není třeba power adaptér). Pro každé patro je zapotřebí dvojice PoE PSE kompatibilních switchů s 8mi LAN porty nebo jeden s 24 porty nacházející se v technické místnosti v racku společně se switchem pro kamerový systém a internet (například je možné použít switch Hewlett Packard V1920-8G-PoE, který zajistí dostatečný napájecí výkon i pro vzdálenější jednotky, kde je potřeba počítat i s úbytkem napětí na vedení). Na přání residenta je možné do sítě připojit libovolný IP telefon. Jako příklad může být obyvatel s omezenou možností pohybu, kde je zapotřebí mít zařízení přímo u lůžka. Pro toto řešení jsem navrhl umístění Wi-Fi přístupového bodu k místnímu rozvaděči bytových jednotek kam je zaveden datový kabel pro zařízení LARA a přes tuto bezdrátovou síť napojit IP telefon s podporou Wi-Fi jako je například CISCO SPA525G2. Toto řešení v případě nutnosti nebo žádosti residenta umožní rozšířit stávající komunikační síť bez nutnosti jakýkoliv úprav stávající kabeláže a využije již zabudovanou infrastrukturu. V rámci komunikace je možné přes zařízení LARA i přehrávat rádio nebo uloženou hudbu z audiozóny.

Návrh multimédií pro společenské a veřejné prostory

Pro tuto budovu uvažuji i využití multimediálních funkcí v rámci systému iNELS. Tedy skloubení nejen ovládání elektroinstalace, ale i přehrávání hudebního obsahu, videa, prohlížení fotografií a jiného obsahu. Do kompletní multimediální sítě nicméně navrhuji zahrnout jen společenské prostory bez bytových jednotek, kde by neměla dostatečnou přidanou hodnotu pro seniory (v bytech je uvažována jen audiozóna v rámci interní komunikace), z důvodu nutnosti pořízení pro každou bytovou jednotku iMM client jako přehrávač. Samozřejmě v případě zájmu residenta

je možné díky již navržené síti rozšířit stávající komunikační systém o další multimediální prvky v rámci systému iNELS resp. napojení IMM klienta do sítě.



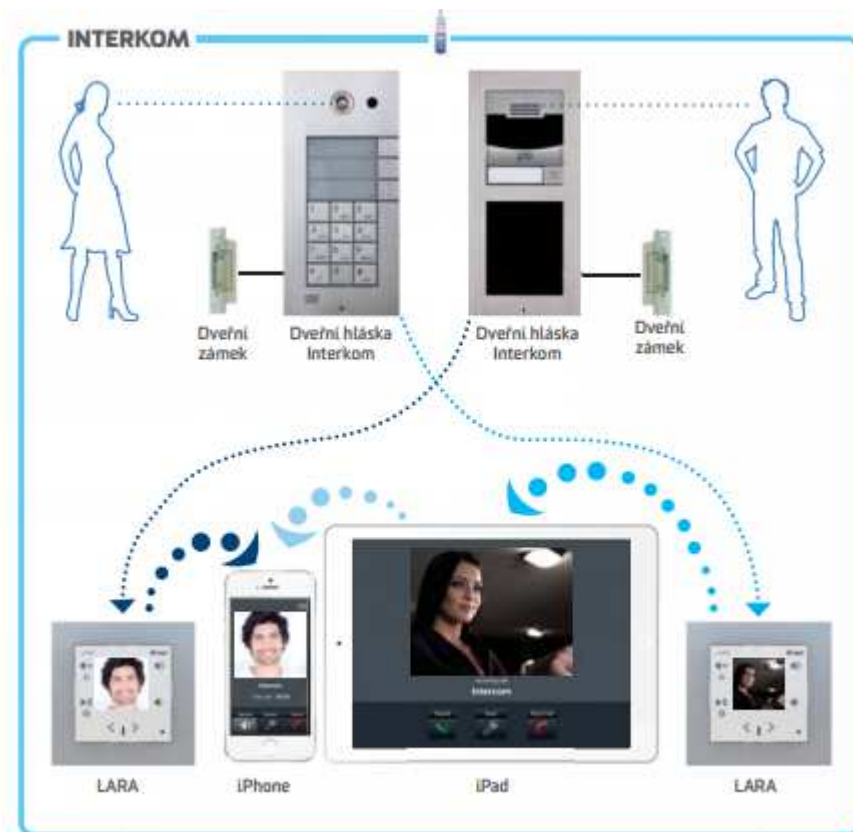
Obr. 4-11 schéma zapojení interní komunikace [1]

iNELS Multimedia (iMM)

V tomto projektu uvažují použití multimediální systém iNELS Multimedia, který bude ve společenských místnostech a kavárně přehrávat audio a video, umožní prohlížet fotografie (například v rámci besed a jiných prezentací určených pro residenty nebo mohou jen „dotvářet“ atmosféru vhodnými fotografiemi). V rámci iMM můžeme ovládat i jednotlivé prvky iNELS BUS System, nicméně tato možnost nebude využita primárně, kde jako priorita bude právě přehrávání multimédií. Systém iMM se dělí na dvě základní části, které jsou audiozóna a videozóna. Jako úložiště všech médií můžeme použít samotný iMM server/client, který disponuje kapacitou 20 GB a dále centrální úložiště NAS zapojené do stejné sítě. Využití NAS serveru je vhodnější zejména z důvodu vyšší kapacity pro data a při použití více iMM klientů jsou data přístupné právě pro všechny klienty zapojené v rámci jedné lokální sítě. V případě budoucího použití iMM klientů v rámci bytových jednotek je zapotřebí uvažovat datovou náročnost přehrávání zejména video obsahu, kde je

musíme rozšířit NAS uložště pro konkrétní „multimediální okruhy“ a zabránit tím přetížení jednoho NAS zařízení, které nebude schopno sdílet mediální obsah s větším množstvím uživatelů najednou.

V rámci iMM uvažují i zařízení eLAN-IR-003 pro ovládání přehrávacích zařízení třetích stran, které mohou být ovládány pomocí IR signálu (například zesilovač ve společenské místnosti, kde je možné pomocí IR signálu zapnout/vypnout zařízení, korigovat hlasitost, změna audio vstupů atd.).



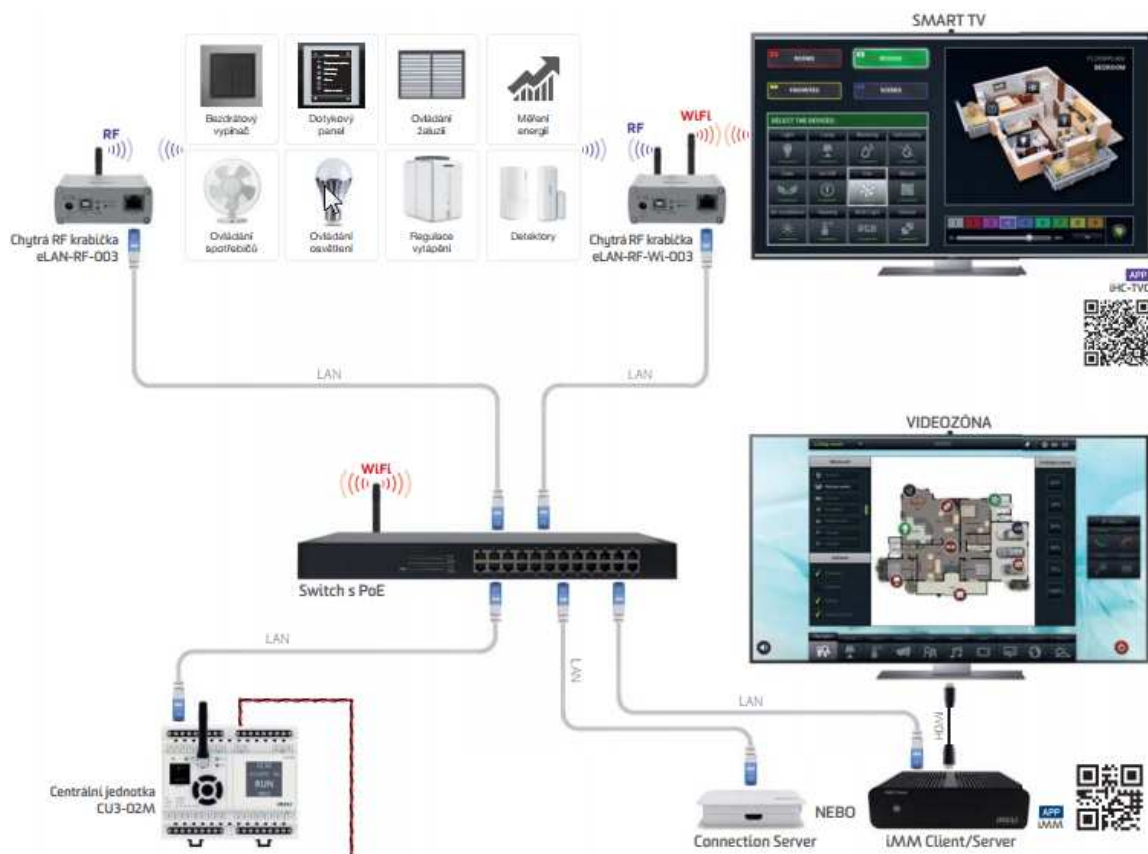
Obr. 4-12 schéma propojení komunikačních zařízení [1]

iMM Audiozóna

Jedná se o zónu přehrávající audio obsah propojenou přes ethernetovou síť z NAS zařízení, iMM serveru a dále v rámci audiozóny je řešena interní komunikace přes zařízení LARA Intercom resp. LARA iNELS Multimedia. Jednotlivé zařízení (LARA, iMM Audio Zone-R) se každé dělí do vlastní audiozóny a tím je možné nezávisle ovládat a přehrávat obsah v jednotlivých zónách. iMM Audiozóna je ovládána pomocí iHC, respektive mobilních zařízení na kterých tato aplikace běží a dále pomocí grafického menu v zobrazovacím zařízení (televizor, monitor, projektor) připojených na výše zmíněné iMM Clienty.

iMM Videozóna

Pro videozónu jak již bylo zmíněno výše je zapotřebí iMM Client, na který je připojeno pomocí DVI portu nebo HDMI zobrazovací zařízení (TV, projektor, ...) a do datové sítě je připojen pomocí RJ45. Pro video zónu je zapotřebí minimálně jedno zařízení iMM Server (více jen v případě rozšíření multimediálních okruhů pro bytové jednotky). Z hlediska hardwaru jsou zařízení Client a Server totožná, jen pracují v jiném softwarovém režimu. iMM server se dále stará o sdílení videa, hudby, televizí, fotografií.



Obr. 4-13 schéma propojení multimediálních prvků iNELS [1]

Výběr pro přehrávání veškerého vizuálního (i hudebního) obsahu je prováděn stejně jako iMM Videozóna pomocí speciálního ovladače a grafického menu videozóny zobrazené na projekčním zařízení a/nebo pomocí mobilní aplikace iHC.

Kamerový systém

Kamerový systém je v tomto projektu realizován pomocí IP kamer napájených pomocí PoE (stejně jako zařízení LARA) a integrace se systémem iNELS BUS System je realizována pomocí zařízení iMM Server nebo Connection Server, kde je možné

integrovat až 9 IP kamer. Vzhledem k tomu že na každé patro náleží jedna centrální jednotka a IMM server je toto množství kamer dostačující. Kamerovým systémem uvažuji pro sledování společných prostor, jako jsou chodby a schodiště, dále příjezdovou cestu a okolí stavby a v neposlední řadě vstupy do budovy. Veškeré kamery je zapotřebí zapojit do vlastních switchů s PoE, které nebudou přímo zatěžovat síť pro interní komunikaci, vzhledem k vysokému datovému toku video záznamu. Jako vnitřní kamery jsem navrhl použít diskrétní kamery uchycené na strop od firmy AXIS, přesněji se jedná o typ M5013 s ohniskovou vzdáleností $f=3,6$ mm (zorný úhel je 45 stupňů), který disponuje otočným motorkem a funkcí digitálního zoomu (3x) a nabízí i odolnost proti vodě a prachu. Jako venkovní kamery jsem navrhl také značku AXIS, ale typ M1114-E s upevněním na zeď. Jedná se o statickou kameru s ohniskovou vzdáleností $f=2,8 - 8$ mm (v přepočtu zorný úhel se jedná o 29 až 87 stupňů), podporuje tedy optický zoom. Jako datové úložiště pro archivaci záznamů je možné využít datové úložiště NAS s funkcí rekordéru streamovaného signálu z IP kamer jako je například NAS server Synology DiskStation DS713+, který umožňuje připojení až 22 kamer a úložiště až 42 TB. V rámci IMM je možné se v případě potřeby jednoduše napojit na NAS server a přehrát archivní záběry ze všech IP kamer.

iNELS v nebytových prostorách

Chodby, schodiště a sklady

V prvním a druhém nadzemním podlaží se v každém nachází jedna skladová místnost, ve které se nachází ovladač WSB3-40 na který je napojen magnetický jazýčkový spínač pro kontrolu otevření oken, společně s žaluziovým aktorem JA3-02B a spínacím aktorem SA3-01B který slouží ke spínání vnitřního osvětlení. Stejně složení jednotek je i v totožné místnosti, která je určena jako sušárna. Dále ve všech nadzemních patrech se nachází osvětlení pavlače rozdělení do šesti sektorů spínané při pohybu osob a osvětlení schodiště také reagující na pohyb. Veškeré osvětlení je stmívatelné a napojené DALI sběrnici, na kterou jsou zároveň i připojeny PIR senzory ovládající osvětlení. Intenzita osvětlení je řízena pomocí informací z SKS foto senzoru, který snímá intenzitu přirozeného osvětlení. Z informací z foto senzoru se i určí mezní hodnota přirozeného osvětlení, kdy nastane samotné rozsvícení osvětlení reagujícího na pohyb. Vznikne zde úspora energií, protože

rozsvícení umělého osvětlení na pavlači bude určovat aktuální stav venkovního světla a ne předdefinovaná hodina, kdy začne osvětlení spínat.

Ordinace

V budově se nachází dvojice prostorů pro ordinace praktického lékaře rozdělené na čekárnu a samotnou ordinaci. V každé čekárně jsem navrhl jeden ovladač WSB3-20 pro ovládání osvětlení. V ordináční místnosti se nachází ovladač WSB3-40 k řízení žaluzií a osvětlení. Pro regulaci místní teploty je zde jednotka IDRT3. Dále do každé ordinace je zavedena dvojice ethernetových kabelů pro připojení PC k internetu a pevného VoIP telefonu připojitelného do interní telekomunikační sítě. Veškeré osvětlení je řízeno pomocí DALI sběrnice v místnosti ordinace je automaticky stmívatelné díky foto senzoru připojeného na ADC3-40M jednotku. V každé ordinaci je jedna jednotka JA3-02B k řízení pohonu žaluzií

Restaurace

V prostorách restaurace je pro ovládání osvětlení a žaluzií jsem využil jednotku GSB3-80 s osmi programovatelnými tlačítky a jednotku EST3 pro místní regulaci vytápění a vzduchotechniky. Dále v prostorách toalety jsou dvě jednotky WSB3-20 pro ovládání osvětlení a ve společných prostorách toalet je osvětlení spínané pomocí PIR senzoru automaticky. Pro řízení pohonu žaluzií jsem navrhl trojici jednotek JA3-02B. Veškeré osvětlení je připojeno a řízeno přes DALI sběrnici.

Kuchyně

V prostorách kuchyně a jejího zázemí se nachází pro ovládání osvětlení a žaluzií devět jednotek WSB3-20. Teplota je zde ovládána automaticky bez možnosti uživatelské regulace. Veškeré osvětlení je stejně jako v ostatních případech ovládáno pomocí DALI sběrnice.

Recepce

V recepci se nachází dvojice ovladačů WSB3-40 k ovládání žaluzií a i k případné jiné aplikaci (například vzdálené odemykání vstupních dveří). Uživatelské ovládání osvětlení je možno jedním ovladačem WSB3-40. Nicméně vzhledem k 24-hodinovému provozu recepce a automatickému spínání při poklesu intenzity osvětlení v místnosti není určeno jako primární ovládací prvek. Klesne-li úroveň pod stanovenou mez pro recepci stanovené normou (500 [lx]) systém automaticky vyhodnotí sepnutí osvětlení v určité intenzitě. V recepci se dále nachází čtveřice

ethernetových zásuvek pro zapojení osobních počítačů a VoIP telefonů pro interní komunikaci. Osvětlení v recepci je stmívatelné a řízeno pomocí DALI sběrnice.

Společenské a hobby místnosti

Ve společenských a hobby místnostech se nachází jednotky WSB3-20, WSB3-40, GSB3-80, IDRT3 a multifunkční jednotky EST3 pro ovládání osvětlení, místní regulaci teploty a osvětlení. Do hlavní společenské místnosti je i zavedena i lokální datová síť k připojení iMM, kde je možné místnost využít i jako multimediální místnost s možností poslouchání hudby, promítání filmů a jiných aktivit. Přístup k veškerému multimediálnímu obsahu obstarává iMM server a je možné mít vše uložené na centrálním NAS serveru.

iNELS v jednotlivých bytových jednotkách

Byt typu „Q“

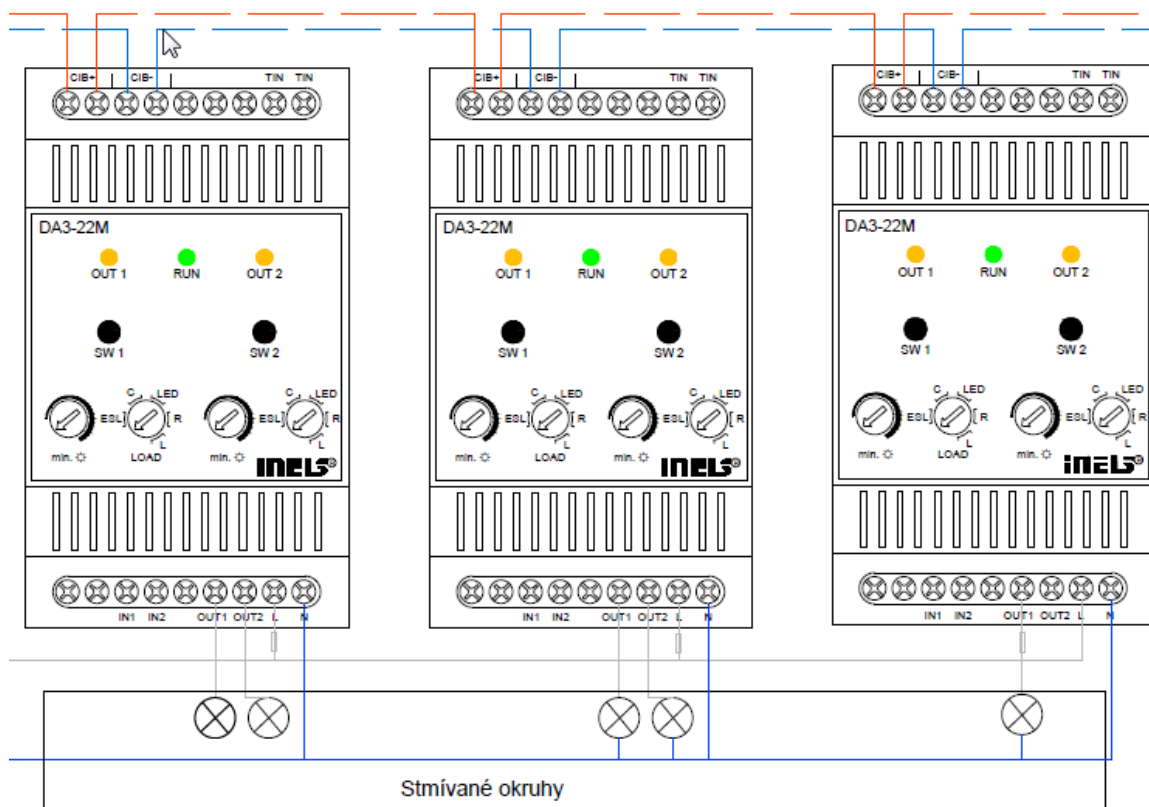
Bytová jednotka o velikosti 110 m² s dispozicí 3+kk. Vzhledem k tomu, že je tato jednotka největší a je zde tedy i největší prostor na ukázkou podrobného návržení funkčnosti a zapojení elektroinstalace v rámci iNELS BUS System, rozhodl jsem se využít právě jednotku typu „Q“ jako demonstraci funkčnosti tohoto systému.

Osvětlení, vytápění, žaluzie

Bytovou jednotku jsem rozdělil na jedenáct spínaných okruhů s napojeným jedním až dvěma světly na jeden výstup spínacího resp. stmívacího aktoru:

B.401.1_vstupní_chodba (2 spínané zářivky), B.401.2_koupelna (1 stmívatelná žárovka), B.401.2_koupelna_stěna1 (1 spínaná zářivka), B.401.2_koupelna_stěna2 (1 spínaná zářivka), B.401.3_kuchyňská_část (2 stmívatelné zářivky), B.401.3_obývací_část (2 stmívatelné zářivky), B.401.4_ložnice_1 (2 stmívané zářivky), B.401.5_ložnice_2 (2 stmívané zářivky), B.401.6_šatna (1 spínaná zářivka), B.401.7_lodžie_1 (1 spínaná zářivka), B.401.7_lodžie_2 (1 spínaná zářivka).

Vytápěné okruhy jsem rozdělil na celkem čtyři, kde vlastní vytápěný okruh mají obě ložnice (B.401.4 a B.401.5), koupelna (B.401.2) a sdílený okruh je vstupní chodba (B.401.1) s obývacím a kuchyňskou částí (B.401.3). V šatně není uvažováno vytápění. V tomto bytě se celkem nachází šest ovladatelných žaluziových aktorů (1x koupelna B.401.2, 1x ložnice_1 B.401.4, 1x ložnice_2 B.401.5, 3x obývací část B.401.3).

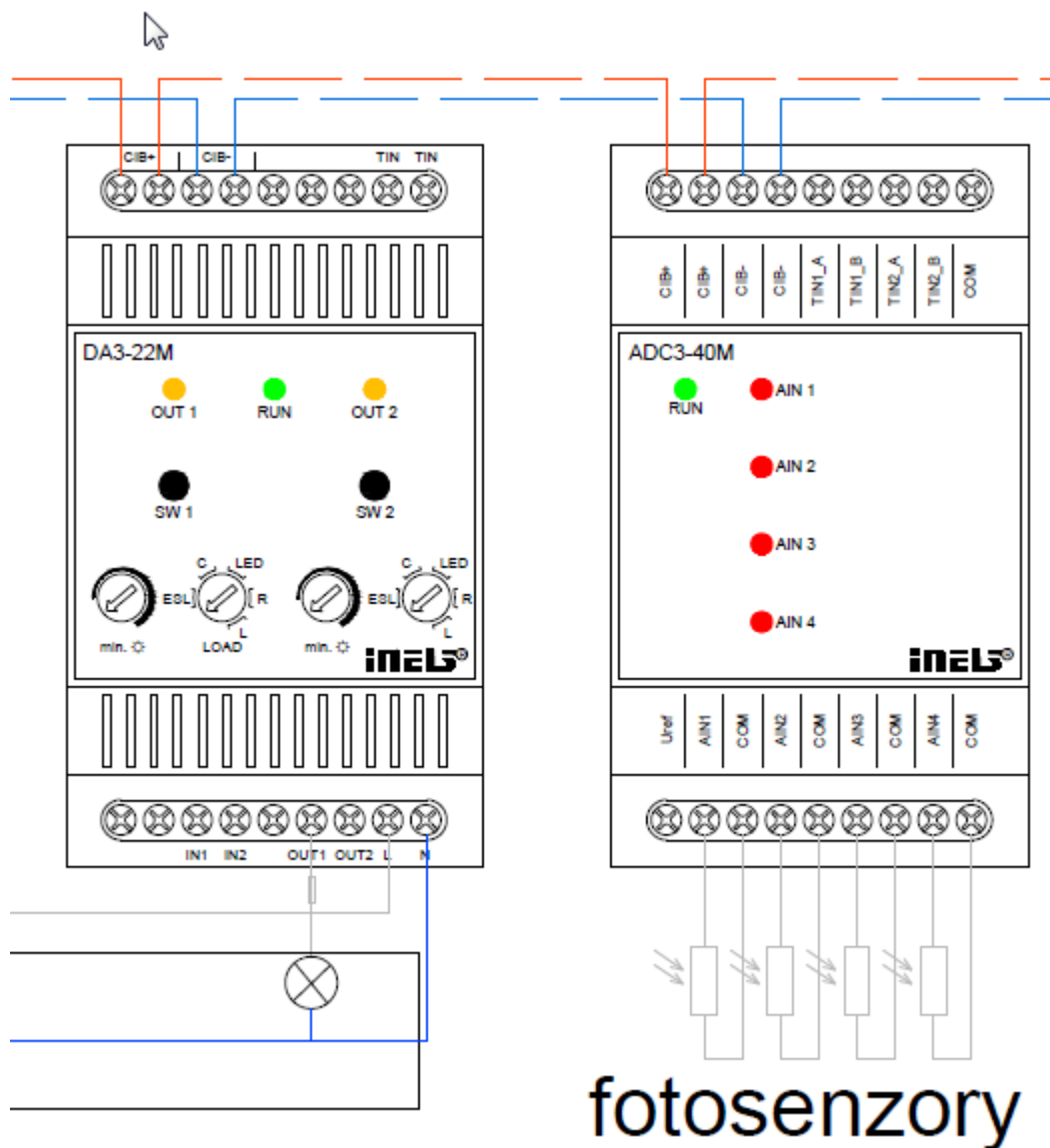


Obr. 4-15 detail zapojení prvků v rozvaděči - stmívané osvětlení

V obou ložnicích se nachází čtveřice ovladačů WSB3-40, kterými se ovládá osvětlení (vnitřní a v případě přilehlé lodžie i venkovní) a žaluziové aktory. Stejně jako v obývacím pokoji se dlouhým stiskem tlačítka uživatelsky mění intenzita osvětlení a krátkým stiskem zapnutí osvětlení o intenzitě dle venkovního osvětlení resp. jeho vypnutí. Dále žaluzie je možné ovládat jak ovladačem umístěný u vchodu lodžie tak i ovladači umístěnými z každé strany lůžka (dlouhý stisk uživatelsky nastavitelná poloha stažení a krátký stisk pro úplné stažení í resp. vytažení žaluzií). Pro místní korekci teploty je v každé ložnici u vchodu do místnosti umístěn digitální pokojový regulátor teploty IDRT3, který je uživatelsky nejjednodušší na ovládání, kde se jedním tlačítkem navyšuje teplota a druhým snižuje a výsledná teplota je zobrazena na čitelném digitálním displeji.

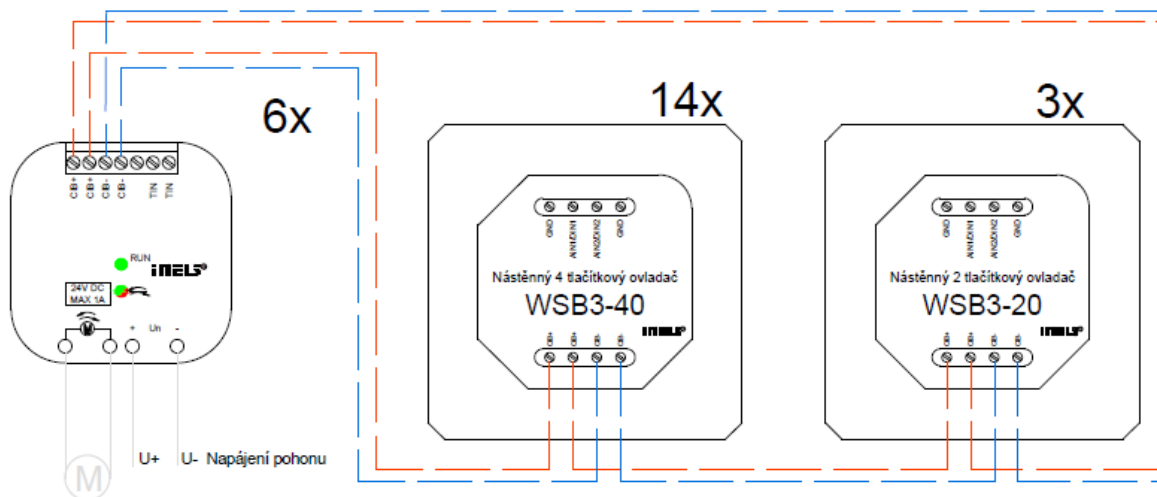
Dále ve vstupní chodbě se nachází tři ovladače WSB-20 pro ovládání osvětlení v koupelně, vstupní chodbě a v šatně. V případě chodby a šatny vzhledem k tomu, že není zapotřebí stmívat je osvětlení ovládáno jen spínacím aktorem. Ovladač u vstupu do bytu zastává dvě funkce: krátký stisk sepne výstup na spínacím aktoru

pro osvětlení vstupní chodby a dlouhý stisk umožní vypnutí osvětlení v celém bytě. Tímto prvkem si resident může být při odchodu jistý, že vypne osvětlení a zabrání se tím zbytečné kontroly pokojů a případného plýtvání energií.



Obr. 4-16 detail zapojení prvků v rozvaděči - fotosenzory

Hlavní osvětlení koupelny je stmíváno a je tedy možné si ovladačem navolit intenzitu osvětlení (dlouhý stisk) nebo krátkým stiskem rozsvítit zářivku intenzitou dle venkovního osvětlení.

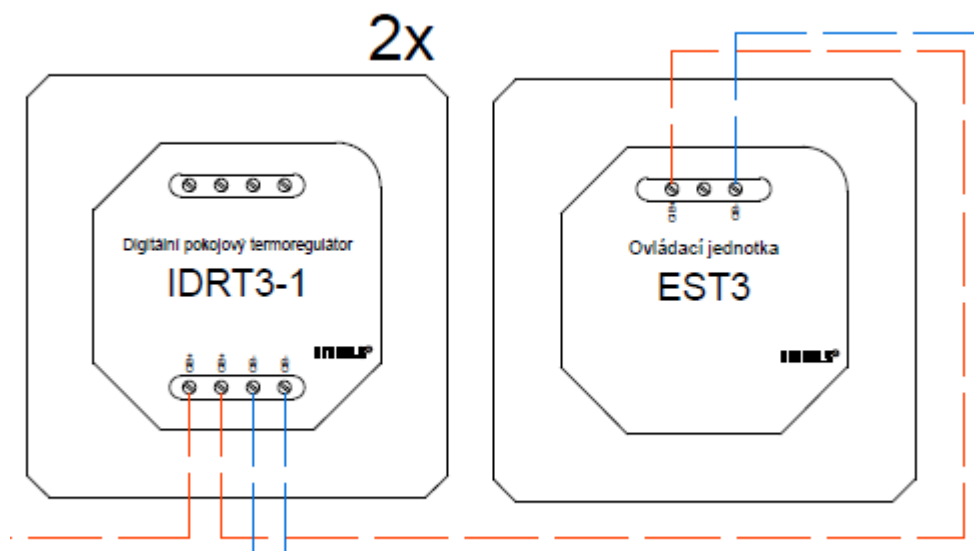


Obr. 4-17 detail zapojení ovladačů WSB a roletových aktorů

V samotné koupelně se nachází dvojice ovladačů WSB3-40 první k ovládání žaluzií (dlouhý stisk stažení/vytažení žaluzií na požadovanou polohu a krátký stisk plné stažení/vytažení žaluzií) a spínání/stmívání hlavního osvětlení. Zároveň na tento ovladač je připojené panické tlačítko k hlášení stavu nouze v případě uklouznutí ve sprchovém koutu a z toho například vzniklé poranění, které zapříčiní omezený pohyb osoby. Druhý ovladač je slouží ke spínání dvojice nástěnných zářivek nad umyvadly. U tohoto osvětlení neuvažují stmívání vzhledem ke krátkodobému využití během ranní a noční hygieny. Pro komunikaci je u vstupních dveří navržena jednotka LARA Intercom umožňující interní komunikaci s recepcí/sesternou a případně dalších vhodných stanovišť v budově. V rámci této bytové jednotky můžeme uvažovat rozšíření o multimediální systém, kde jsem navrhl rozmístit při stavbě ethernetový kabel od rozvaděče do obývacího pokoje. Je tedy možné připojit jednotku iMM Client a zvýšit exkluzivitu této bytové jednotky o tuto službu.

V rozvaděči pro tuto bytovou jednotku je navržen 1x spínací aktor SA3-04M a 1x SA3-06M, které mohou spínat celkem 10 světelných a otopných okruhů. Stmívatelné okruhy osvětlení ovládá trojice jednotek stmívacích aktorů DA3-22M. Celkem je zapotřebí pro tuto bytovou jednotku v rámci iNELS BUS System 31 hardwarových adres. Ostatním bytovým jednotkám se níže věnuji více obecně, kde zmiňuji jen výčet navržených prvků a jejich funkce se přímo odvíjí od zmíněného bytu typu „Q“

s jen s rozdílem menšího počtu jednotek a tedy tím omezenější variací ovládání.



Obr. 4-18 detail zapojení termostata IDRT3 a multifunkční jednotky EST3

Byt typu „N“ a „O“

Jedná se o bytové jednotky o rozměrech 38 m² v případě typu „O“ a 46 m² v případě „N“. Oba byty mají totožnou skladbu iNELS prvků vzhledem k podobné dispozici, která se liší zejména rozměry míst. Rozmístění jednotlivých prvků se samozřejmě liší. Osvětlení v ložnici, kde se nachází i zdroj venkovního osvětlení je ovládáno pomocí stmívatelného akтору DA3-22M, kde je možné si uživatelsky měnit intenzitu osvětlení. Zbylé osvětlení (předsíň, koupelna a případné osvětlení lodžie) je spínáno pomocí SA3 aktorů. V bytových jednotkách „N“ a „O“ je použit jeden spínací aktor SA3-06M pro řízení osvětlení a termopohonů TELVA (bytová jednotka je rozdělena do dvou otopných sektorů: ložnice s obývací částí a koupelna), roletový aktor JA3-02B, dále ovladače WSB3-20 a WSB-40 (konkrétní počet se liší dle typu bytové jednotky a zda disponuje lodžii), v obou případech jsem použil jednotku EST3 k ovládání teploty obou topných okruhů, kterou je možné použít i k ovládání osvětlení. Celkem je zapotřebí 12 hardwarových adres pro každý byt (všechny varianty bytů typu „N“ a „O“ využijí stejný počet HW adres). Vzhledem k tomu že ovladače WSB3 disponují 2 digitální vstupy, využijí se pro připojení dvou libovolných bezpotenciálových spínačů určených jako panic button a kontrola otevření oken magnetickým jazýčkovým spínačem. Na zbylých WSB3 jednotkách je

připojen TC/TZ senzor pro měření teploty v jednotlivých pokojích. Pro komunikaci je použita jednotka LARA Intercom.

Byt typu „M“

Bytová jednotka o rozměrech 58 m² s dispozicí 2+kk. Pro ovládání osvětlení a žaluzií jsem použil 6 jednotek WSB3-20 a 3 resp. 4 (v případě dispozice s lodžii) jednotky WSB3-40. Pro ovládání teploty jsem navrhl v obývacím pokoji multifunkční jednotku EST3, kterou je možné ovládat i ostatní prvky elektroinstalace a v ložní části jsem použil jednotku IDRT3 na místní korekci teploty. Dále je se nachází v bytové jednotce trojice žaluziových aktorů. Panické tlačítko je napojeno na jednotku WSB3, stejně jako magnetické jazýčkové spínače pro kontrolu otevření oken. Na zbylé ovladače jsou v případě potřeby připojeny TC/TZ termo senzory. Pro spínání jednotlivých okruhů osvětlení a termopohonů TELVA (bytová jednotka je rozdělena do tří otopných sektorů: ložnice, obývací část s kuchyní a koupelna) je použita jedna jednotka SA3-06M. V případě stmívatelných okruhů (ložnice, hlavní osvětlení koupelny a ložnice) jsou použity dvě jednotky DA3-22M. Pro komunikaci je použita jednotka LARA Intercom. Celkem je potřeba pro tento typ bytové jednotky 17 hardwarových adres resp. 18 v případě dispozice s lodžii.

Byt typu „P“

Bytová jednotka o velikosti 64 m² s dispozicí 1+kk. V tomto bytu jsem navrhl použití pěti ovladačů WSB3-20 a trojice WSB3-40 pro ovládání osvětlení a žaluzií. Pro upravování teploty dvou vytápěných okruhů je použita multifunkční jednotka EST3. Celkem jsou zde řízeny tři roletové aktory JA3-20B. Panické tlačítko a magnetické spínače jsou jako v předešlých bytových jednotkách zapojeny do ovladačů WSB3, zbylé výstupy ovládacích jednotek jsou dle potřeby využity pro připojení teplotních senzorů TC/TZ. Pro spínání osvětlení a termopohonů TELVA (bytová jednotka je rozdělena do dvou otopných sektorů: ložnice s obývací částí a koupelna) je v této bytové jednotce použit aktor SA3-04M a dvojice stmívacích aktorů DA3-22M pro prostory s denním osvětlením. Pro komunikaci je použita jednotka LARA Intercom. Celkem je potřeba pro tento typ bytové jednotky 15 hardwarových adres.

Byt typu „S“

Bytová jednotka o velikosti 85 m² s dispozicí 2+kk. Pro tento byt jsem navrhl použití šesti ovladačů WSB3-20 a pěti WSB3-40 kterými je ovládáno osvětlení a řízení žaluzií. Stejně jako v ostatních bytových jednotkách ovladače slouží jako vstupní jednotky pro magnetické spínače zabudovaný do oken, panické tlačítko a teplotní TC/TZ senzory. Pro úpravu teploty v otopných okruzích (koupelna, ložnice, obývací část s kuchyní) je použita multifunkční jednotka EST3 a IDRT3 pro místní korekci teploty v ložnici. V bytu typu „S“ jsou řízeny celkem tři žaluziové aktory JA3-20B. Pro spínání světelných okruhů a termohlavic TELVA využiji celkem dvě jednotky spínacích aktorů SA3-04M s SA3-06M. Pro stmívatelné okruhy jsem navrhl použít jednu jednotku DA3-22M, která ovládá osvětlení v ložnici a v obývacích prostorech s kuchyní, kde vyžíváme i venkovní osvětlení a tím uspoříme energii. Pro komunikaci je použita jednotka LARA Intercom. Celkem je zapotřebí uvažovat v systému pro tuto bytovou jednotku 19 hardwarových adres.

Byt typu „R“

Bytová jednotka o velikosti 82 m² s dispozicí 2+kk. V této bytové jednotce jsem navrhl použití šesti ovladačů WSB3-20 a šesti WSB3-40 pro ovládání osvětlení a žaluzií, který zároveň poslouží k zapojení panického tlačítka, magnetických jazyčkových spínačů pro kontrolu otevření oken a teplotních sensorů TC/TZ. Jako další ovládací jednotky jsem navrhl multifunkční ovladač EST3 a IRDT3. Celkem je zde ovladatelná dvojice žaluziových aktorů JAS3-20B. Pro spínání světelných okruhů a termohlavic TELVA využiji jednotku spínacích aktorů SA3-06M společně s SA3-04M, který poskytnou celkem 10 spínaných výstupů. Pro světelné okruhy s potřebou stmívání (ložnice a obývací část s kuchyní) je použit jeden stmívací aktor DA3-22M. Pro komunikaci je použita jednotka LARA Intercom. Celkem je zapotřebí pro tuto bytovou jednotku 19 hardwarových adres.

Byt typu „T1“ a „T2“

Bytová jednotka o velikosti 78 m² ve dvou verzích, které se od sebe liší přítomností lodžie, tedy potřebou o jeden spínací výstup a ovladač více. Celkem je zde navrženo sedm jednotek WSB3-20 pro oba typy bytů a pět resp. šest jednotek WSB3-40 v případě bytu s lodžii pro ovládání osvětlení a žaluzií. Pro regulaci teploty všech teplotních okruhů je zde jako v ostatních bytech využita multifunkční jednotka EST3

a jednotka IDRT3 reguluje jen ložnici. V těchto bytových jednotkách je možné ovládat celkem čtyři žaluziové aktory JA3-20M. Spínání osvětlení a termopohonů obstarává jednotka SA3-04M (byt bez lodžie) a jednotka SA3-06M v případě bytu s lodžii, kde je zapotřebí o jeden výstup více. Pro ovládání stmívaného osvětlení jsou v obou případech použity tři jednotky DA3-22M . Pro komunikaci je zde použita jednotka LARA Intercom. Celkem je zapotřebí 24 hardwarových adres pro byt s lodžii a 23 adres pro byt bez lodžie.

5. Výměr prvků iNELS

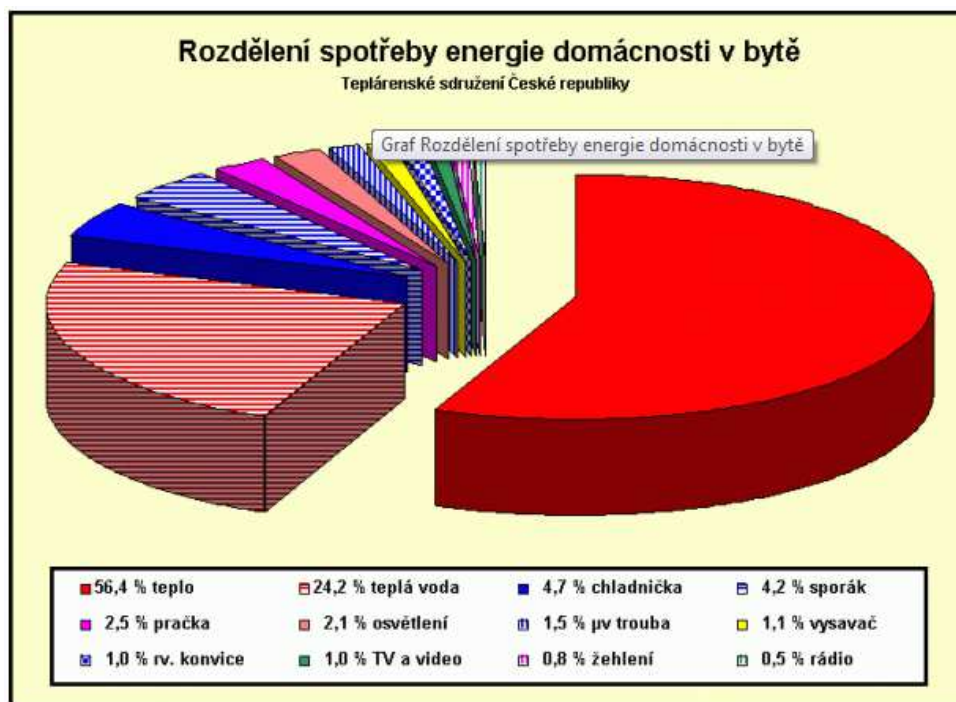
Celkem je v budově použito iNELS jednotek:

Název prvku	bytové jednotky	nebytové prostory	cena/ks [Kč]	cena celkem
WSB3-20	187	25	1399	296588
WSB3-40	158	9	1742	290914
GSB3-80	0	3	2990	8970
EST3	39	3	5990	251580
JA3	71	21	1950	179400
TELVA	90	8	499	48902
MAGNET	89	21	68	7480
IDRT3	12	3	2770	41550
SA3-04M	7	0	3696	25872
SA3-06M	35	0	4190	146650
DA3-22M	54	0	4788	258552
EMDC-64M	1	2	7500	22500
PIR		30	500	15000
HF-Ri TD 2 (předřadník)		110	956	105160
SKS	77	19	134	12864
CU3-01M	3	1	11500	46000
ADC3-04M	20	4	5267	126408
MI3-02M	9	0	3900	35100
PS3-100	3	1	2790	11160
BPS3-02M	9	1	490	4900
LARA Intercom	39	0	5490	214110
POE Switch 24p	2	0	15336	30672
POE Switch 8p	2		7344	14688
IP Kamery	9		11681	105129
iMM server	2	0	23490	46980
Clima sensor D WTF	1		20290	20290
Kabeláž				60000
			Celkem [Kč]	2427419

Včetně dalších prvků třetích stran nutných ke správnému chodu a kabeláže je celková investice do inteligentní elektroinstalace 2 427 419 Kč bez DPH. V této ceně jsou uvažovány jen ty prvky, které jsou zapotřebí nad rámec konvenční elektroinstalace. Do této částky nejsou započítány náklady na nutné kvalifikované práce.

6. Ekonomické zhodnocení

Vzhledem k vyšší pořizovací ceně inteligentní elektroinstalace v porovnání s konvenční elektroinstalací je třeba zohlednit i její návratnost, a zda předpokládané úspory navrhovaného systému budou dostatečné. Z grafu na obrázku [6-1], je patrné rozdělení spotřeb energií domácnosti v bytě.



Obr. 6-1 Graf poměru spotřeb energií v domácnostech [13]

Jako hlavní zdroj předpokládané úspory uvažují tedy řízení vytápění budovy systémem iNELS a snížení spotřeby elektrické energie při využití stmívaného osvětlení v prostorech se zdrojem přirozeného venkovního světla a automatického vypínání a regulace osvětlení na chodbách, schodištích a pavlači.

Úspory na osvětlení

Intenzity osvětlení (rep. osvětlenost v udávaná v luxech [lx]) musí být v souladu s ČSN EN 12464-1, ČSN 360452 a příslušnými hygienickými předpisy. Pro sesterny – 400 [lx], vstupní haly, chodby, kuchyňky, sociální zařízení – 100 [lx], schodiště - 150 [lx], denní místnosti – 200 [lx], sklady – 100 [lx], pokoje – 100 [lx] (doplňeno o místní osvětlení jako jsou noční lampy atd.), rozvodny, strojovny, kotelny – 200 [lx], kuchyňský provoz – 500 [lx], recepce – 300 [lx], ordinace – 500[lx].

Osvětlenost místností s denním přídělem světla jsem se rozhodl regulovat na konstantní hodnotu osvětlenosti pomocí foto senzorů v místnostech. Celkovou energetickou náročnost ve verzi s automatickým řízením osvětlení a i verzi bez řízení lze určit ze vztahů uvedených v normě ČSN EN 15193 - Energetická náročnost budov - Energetické požadavky na osvětlení [9]. Na výpočet potřeby elektrické energie osvětlením jsem použil rychlou metodu hodnocení, která je pro tento účel dostatečná. Oproti podrobné metodě je méně přesná, ale není třeba všech podrobných parametrů, které jsou potřeba pro účely například kolaudace. V normě jsou definovány základní charakteristiky soustav pro jednotlivé určení budovy. Budovu zařadíme do jedné z následujících kategorií, která nejvíce odpovídá charakteru použití:

- Administrativní budovy
- Vzdělávací zařízení
- Zdravotnická zařízení
- Průmyslové objekty
- Hotely
- Restaurace
- Prodejní prostory
- Sportovní zařízení

Jako další přiřadím způsob ovládní/regulace jednotlivých zón, místností nebo objektu jako celku. Vzhledem k tomu že tuto metodu využívám jen pro zjištění rozdílu potřeby elektrické energie, počítám tedy jen spotřebu místností s automatickou regulací jasů, kde vzniká prostor k úsporám spotřeby elektrické energie. Dle normy jsem klasifikoval způsob řízení na „R7 Fotobuňka: manuálně ZAP + stmívání na konstantní osvětlenost“ pro bytové prostory „R8 Fotobuňka: spínání či stmívání v závislosti na denním světle“ pro veřejné osvětlení chodeb a schodišť [9]. Dále určíme celkový elektrický příkon P_n [kW], kde:

$$P_n = \frac{\sum P_i}{1000}$$

Dalším bodem je třeba určit čas využití denního světla t_D [hod/rok] a využití bez denního světla t_N [hod/rok]. Tyto hodnoty určíme dle tabulky uvedené v normě. Po zohlednění využití denního světla určíme činitele F_D [-], který je možno určit z tabulky

uvedené v normě, kterou využijí pro zdravotnické zařízení, chodby a schodiště s automatickou regulací světla. Pro bytové jednotky je tabulková hodnota poměrně nepřesná a činitel využití denního světla je pro kategorii řízení R7 roven 1 a tedy by nezapočítal právě úsporu stmíváním. Ve výsledku by tedy byla jen zohledněna úspora z místností s automatickým spínáním a stmíváním (chodby, zdravotní zařízení). Pro výpočet F_D pro bytové jednotky využijí postup z podrobné metody a tím zpřesní celkové výsledky [9].

$$F_{D,n} = 1 - (F_{D,s,n} \cdot F_{D,c,n})$$

Pro výpočet je nutné určit následující parametry:

Hloubku vnitřní osvětlené zóny svislým průčelím a_D , která se určí jako kolmá vzdálenost mezi vnitřním povrchem okna a koncem osvětlené zóny. Dále je nutné určit tyto indexy [9]:

Index průniku I_T [-], který vyjádří přístup denního světla v závislosti na geometrických podmínkách [9]:

$$I_T = \frac{A_G}{A_D}$$

Kde A_G je plocha otvoru (okna) [m^2] a A_D je celková plocha vodorovných rovin v počítané místnosti využívající denní osvětlení [m^2].

Index hloubky vnitřního prostoru I_D [-] [9].

$$I_D = \frac{a_D}{h_{Ta}}$$

Kde a_D je hloubka místnosti, h_{Ta} je výška horní hrany okna nad srovnávací rovinou.

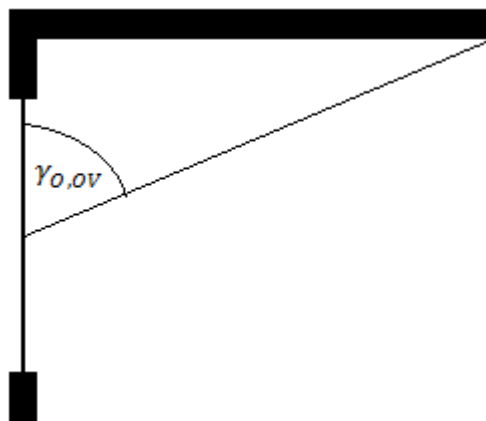
Index překážky I_O [-], který je opravný činitel pro překážku [9].

$$I_O = I_{O,OB} \cdot I_{O,OV} \cdot I_{O,SF} \cdot I_{O,CA}$$

Kde $I_{O,OB}$ je opravný činitel pro lineární protilehlou překážku, $I_{O,OV}$ je opravný činitel pro vyčnívající část budovy, $I_{O,SF}$ je opravný činitel pro svislé vyčnívající části budovy a $I_{O,CA}$ je opravný činitel pro dvory a atria. Pro bytové jednotky (2NP a 3NP) s lodžii a společné prostory uvažují jen vodorovné vyčnívající překážky $I_{O,OV}$ způsobené lodžii vyšších pater, která se vypočte pomocí následujícího vztahu [9]:

$$I_{O,OV} = \cos(1,33 \cdot \gamma_{O,OV})$$

Kde $\gamma_{O,OV}$ je úhel vyčnívající vodorovné překážky od zenitu středu okna.



Obr. 6-2 úhel $\gamma_{0,ov}$

Z těchto indexů můžeme vypočítat přístup denního světla I_r [%] [9] :

$$D_c = (4,13 + 20 \cdot I_T - 1,36 \cdot I_{De}) \cdot I_0$$

Výsledná hodnota D_r nezohledňuje zasklení a ochranu proti slunci. Tu zohledníme ve vztahu [9]:

$$D = D_c \cdot \tau_{D65} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3$$

Kde D je činitel denní osvětlenosti [%], τ_{D65} je přímý polokulový prostup světla okny, k_1 je činitel vyjadřující vliv konstrukce rámců oken, k_2 je činitel vyjadřující vliv znečištění zasklení a k_3 je činitel vyjadřující vliv odchylky kolmému dopadu denního světla. Typické hodnoty součinitelů se určí dle normy.

Nyní můžeme určit činitele pronikání denního světla pro svislá průčelí (platí pro všechny byty/zóny, kde dopočítáváme přesnější F_D), následující vztah lze použít pro severní šířky v rozsahu $38^\circ - 60^\circ$ (Praha - 50° severní šířky, kde se objekt nachází, odpovídá danému rozsahu) [9]:

$$F_{D,s} = a + b \cdot \gamma_{s.š.}$$

Kde a , b jsou součinitele pro stanovení činitele přístupu denního světla dané tabulkou zveřejněné v normě a $\gamma_{s.š.}$ je úhel zeměpisné šířky umístění budovy [$^\circ$]. Konečný činitel potřebný k výpočtu F_D je činitel ovládnutí umělého osvětlení v závislosti na denním světle je $F_{D,c}$, který určíme podle tabulek uvedených v normě. Dalším postupem pro určení celkové spotřeby energie musíme určit činitele obsazenosti budovy F_0 [-] v závislosti na typu budovy a způsobu řízení osvětlení. Stejně jako v předešlých případech tento činitel určíme z normovaných údajů. Poslední činitel potřebný k výpočtu, který musíme určit je činitel konstantního

osvětlení F_C [-], který zohledňuje pokles světelného toku během cyklu údržby způsobené znečištěním svítidel, poklesu světelného toku zdrojů[9].

$$F_C = \frac{1 + MF}{2}$$

Kde MF [-] je udržovací činitel[9].

Celkový odhad spotřebované energie W_L [kWh/rok] na osvětlení vypočteme tímto vztahem[9]:

$$W_L = \frac{(P_n \cdot F_C) \cdot [(t_D \cdot F_O \cdot F_D) + (t_N \cdot F_O)]}{1000}$$

Při dosazení normovaných činitelů [10] a reálných dat z budovy do vzorců nám spotřeba za stmívané osvětlení vyjde 32552 [kWh/rok] a oproti tomu bez stmívání spotřeba činní 38338 [kWh/rok]. Z toho plyne úspora 5 786 [kWh/rok].

Po zaokrouhlení a dosazení aktuální ceny 4,75 Kč za [kW] vyjde celková úspora 33 800 Kč/rok. Společné, administrativní a zdravotnické prostory stmíváním osvětlením ušetří přibližně 27 600 Kč/rok a obytná část 6 200 Kč/rok.

Úspora energie řízením topení

Inteligentní elektroinstalací samozřejmě nezlepšíme tepelné vlastnosti dané budovy, ale může zefektivnit využívání dodávaného tepla a to tak, že automaticky vypíná vytápěné okruhy, kdy je zapotřebí a jednotlivé okruhy řídí na svou vlastní teplotu. Například v ložnici je ideální nižší teplota v porovnání s obývacím pokojem nebo koupelnou a pro každý otopný okruh tedy volíme jinou tepelnou pohodu. Dalším zdrojem úspory je automatické snížení teploty dle hodiny anebo v případě nepřítomnosti residenta. Obecně je cílem řízení vytápění dodávat teplo jen tehdy, kdy je v dané místnosti třeba s ohledem na prodlevu při náběhu požadované teploty. Přesně spočítat takovéto hodnoty v rámci projektu je poměrně složitá úloha vzhledem k nedostatku vstupních dat, relevantních informací nebo určité normy, která by právě specifikovala úspory touto cestou regulace. Samozřejmě výrobci prvků inteligentní elektroinstalace vytvořili řadu studií, kde se testovala spotřeba tepla před a po rekonstrukci [12] elektroinstalace s následnou implementací řízení vytápění centrální jednotkou. V rámci těchto studií lze dosáhnout i 30% úspore oproti systému, který je ryze manuální bez jakékoliv regulace. Bohužel tyto výsledky nelze přímo aplikovat i na naši budovu, která je diametrálně odlišná od reálných testovaných budov. Proto jsem se rozhodl využít studie [11], která se přímo zabývá

potenciálními úspory řízením budovy inteligentní elektroinstalací. Z výsledků studie můžeme zjistit, že místním řízením vytápění můžeme průměrně uspořit 14 – 25 % a potenciál jen automatického řízení vytápění činí průměrně 7 – 17%. Obě tyto možnosti řízení právě využívá i tento návrh a je možné tedy odhadnout předpokládanou úsporu energie na vytápění, když známe z projektové dokumentace tepelnou ztrátu budovy a roční spotřebu tepla na vytápění, která činí 324 MWh. Můžeme si z aktuálních cen (5/2015) za zemní plyn určit předpokládané roční náklady, které činí 440 000 Kč. Pro výpočet jsem použil cenu 13 Kč za 1 m³ s účinností kondenzačního kotle 102% (vztažena ke spalnému teplu ZP).

Bereme-li konzervativně nejnižší možnou úsporu 14% místním vytápěním, vypočteme minimální potenciální úsporu 61 600 Kč/rok. Společně vytápění s řízením osvětlení nám vzniknou úspory o hodnotě 95 400 Kč/rok. Vezmeme-li v úvahu 25% úsporu energie na vytápění, tak potenciální úspory činí 110 000 Kč, tedy v kombinaci s osvětlením až 143 800 Kč ročně.

Doba návratnosti investice

Pro výpočet doby návratnosti se nám nabízejí dvě možnosti výpočtu. Jako první je varianta prosté doby návratnosti (T_s), která je nejjednodušší a často využívaná pro výpočty tohoto účelu. Nicméně není zcela vhodná vzhledem k tomu, že neuvažuje efekty po uplynulé době návratnosti a zanedbává vložení finančních prostředků do jiných investičních příležitostí. Její výpočet se počítá podle následujícího vzorce:

$$T_s = \frac{IN}{CF}$$

Kde IN je jsou investiční náklady a CF jsou roční peněžní toky .

Jako druhou variantu výpočtu můžeme použít diskontovanou dobu návratnosti (T_{ds}), která se liší od prosté varianty tím, že využívá namísto ročního peněžního toku diskontovaný peněžní tok. Výpočet se provádí dle následujícího vzorce:

$$T_{ds} = \frac{IN}{DCF} \quad DCF = \frac{CF}{(1+r)^t}$$

Kde DCF je diskontovaný peněžní tok, r je diskont a t je rok ke kterému se DCF počítá.

Jako další ukazatel můžeme určit čistou současnou hodnotu NPV, ve které je zahrnuta doba životnosti projektu a možnost investovat do jiného projektu. Výpočet NPV se provádí dle následujícího vzorce:

$$NPV = \sum_0^t DCF = \sum_0^t \frac{CF}{(1+r)^t}$$

Zde DFC jsou peněžní toky v jednotlivých letech a t je doba životnosti projektu. Vyjde-li NPV jako kladná hodnota, lze projekt doporučit k realizaci.

Výpočet doby návratnosti

Prostou i diskontovanou dobu návratnosti jsem vypočet pomocí kalkulátoru [zdroj]. Jako předpokládanou dobu životnosti projektu jsem zvolil 30 let. Nepředpokládá se budoucí výměny celé elektroinstalace nad rámec případných servisních úkonů. Dále z výpočtu není odečtena cena klasických prvků elektroinstalace a tím je celková cena investice do inteligentní elektroinstalace vyšší než ve skutečnosti může být. Při stavbě budovy je nutné v každém případě investovat do elektroinstalace a celková cena investice by měla být vypočítána:

$$IN = IN_i - IN_k$$

Kde IN_i je cena investice do inteligentní elektroinstalace a IN_k je cena investice do prvků klasické elektroinstalace. V případě tohoto projektu neznám IN_k a tedy ji ani nemohu požit ve výpočtu.

V tomto projektu jsem počítal se dvěma variantami celkových ročních úspor. Jako první dobu návratnosti s konzervativní úsporou za vytápění [příloha C], která činí celkem 94 500 Kč/rok. V tomto případě vypočteme prostou dobu návratnosti 20 let a diskontovaná doba návratnosti činí 27 let. Vzhledem k tomu že NPV vyšlo kladné, můžeme dle ekonomických měřítek říci, že investice inteligentní elektroinstalace je rentabilní.

V případě, že použijeme k výpočtu roční úsporu 143 000 Kč v případě optimistických úspor za vytápění [příloha D]. Již lze předem říci, že i tato varianta bude rentabilní, nicméně s odlišnou dobou návratnosti. Prostá doba návratnosti je v této variantě 14 let a diskontovaná doba návratnosti činí 18 let.

7. Závěr

Cíle a výsledky této práce lze rozdělit na tři hlavní bloky. V první části se zabývám rešerší prvků systému iNELS BUS System, jejím vlastnostem a teoretickým rozbohem problematiky. V druhé části tohoto projektu se již věnuji konkrétní aplikaci inteligentní elektroinstalace v budově pro seniory se zaměřením na požadavky jako je bezpečnost, jednoduché ovládání, interní komunikace a v neposlední řadě jsem bral v úvahu i potenciální úspory inteligentního řízení, které je možné vytvořit oproti klasické elektroinstalaci. V této části jsem se dále věnoval problematice řízení osvětlení, kde jsem se rozhodoval mezi řízením osvětlení za pomoci DALI sběrnice a řízením čistě po sběrnici CIB, tedy prvky iNELS BUS System. V případě řízení osvětlení jsem se rozhodl o kombinaci prvků iNELS a DALI sběrnice z důvodu jednodušší instalace osvětlení které je stmívatelné nebo automaticky spínané (většina osvětlení ve společných prostorech) ve prospěch DALI sběrnice. V bytových jednotkách jsem se rozhodl zachovat čistě iNELS BUS System, kde jsem dal přednost určité decentralizaci ovládacích prvků, které se nacházejí v místním rozvaděči každé bytové jednotky. Dále jsem se věnoval problematice napojení a řízení vytápění, napojení vzduchotechnického vybavení do systému a vybavení objektu multimediálním systémem určeným k interní komunikaci pomocí SIP protokolu a ve společenské místnosti slouží k přehrávání různého multimediálního obsahu. Součástí práce je návrh umístění elektrotechnických prvků do půdorysu jednotlivých pater popis základní funkčnosti elektroinstalace a detailní popsání funkcí jedné bytové jednotky. Pro tento účel jsem vybral jednotku typu „Q“, na které byla nejvhodnější demonstrace funkčnosti systému iNELS.

Ve třetím bloku této práce se věnuji celkovým nákladům implementace inteligentního systému řízení a jeho případné návratnosti, která se výpočty potvrdila a můžeme konstatovat, že investice do inteligentního systému je z ekonomického hlediska opodstatněná a vzniknou nám tím dostatečné úspory spotřeby energie, aby vynahradily vyšší pořizovací náklady. Z výsledků můžeme vidět, že největší vliv na úspory a tím i návratnost má samotné řízení vytápění a osvětlení zastává menší, ale ne zanedbatelnou část výsledných úspor. Tento výsledek odpovídá i rozložení energií spotřebovaných v bytech a domácnostech, kde největší část má právě vytápění. Dle průzkumu teplárenského sdružení vytápění ČR

[13] zastává až 56,4% spotřebované energie právě vytápění a 2,1% na osvětlení. V samotných domácnostech stmívané osvětlení má relativně malý vliv na úsporu energie, ale ve veřejných prostorech budovy dané budovy je potenciál úspor automatického stmívání a ovládání osvětlení podstatně větší.

Samozřejmě přínos inteligentního systému není jen ekonomický, ale poskytuje residentů větší komfort samotného bydlení, vzniká i jistá přidaná hodnota díky prestiži inteligentních systémů a do budoucna se s tímto typem elektroinstalace budeme setkávat stále častěji.

Dalším navazujícím projektem, o který by se tato práce mohla rozšířit a na který již nebyl v rámci diplomové práce prostor je navrhnutí elektronického zabezpečovacího systému (EVS) společně s elektronickým požárním systémem (EPS), které by komunikovali s centrální jednotkou v iNELS.

8. Seznam obrázků

Obr. 2-1 Stromová topologie [7].....	- 4 -
Obr. 2-2 Sběrníková topologie [7].....	- 4 -
Obr. 2-3 Topologie hvězda [7].....	- 5 -
Obr. 3-1 Centrální jednotka CU3-02M [1].....	- 6 -
Obr. 3-2 Jednotka MI3-02M a oddělovač napětí BPS3-02M[1]	- 7 -
Obr. 3-3 Stabilizovaný zdroj PS3-100/iNELS [1].....	- 8 -
Obr. 3-4 Převodník DALI/iNELS EMDC-64M [1]	- 10 -
Obr. 3-5 GSB3 jednotky (zleva GSB3-40, GSB3-60, GSB3-80) [1]	- 11 -
Obr. 3-7 Regulátor teploty IDRT3 [1]	- 12 -
Obr. 3-8 Ovládací displej EST3/B/RGB [1]	- 12 -
Obr. 3-9 jednotka LARA Intercom [1]	- 13 -
Obr. 3-10 iHC-TA na tabletu s OS Android [1]	- 14 -
Obr. 3-11 iNELS Connection server [1]	- 15 -
Obr. 3-12 iMM Client/Server [1]	- 16 -
Obr. 3-13 jednotka iMM Audio Zone-R [1]	- 17 -
Obr. 3-14 jednotka eLAN-IR-003 [1]	- 17 -
Obr. 3-15 jednotka IM3-20B	- 18 -
Obr. 3-16 Převodník ADC3-40M [1].....	- 19 -
Obr. 3-17 Jednotka teplotních vstupů TI3-60M [1]	- 20 -
Obr. 3-18 Spínací aktor SA3-012M [1].....	- 21 -
Obr. 3-19 Roletový aktor JA3-02B [1]	- 22 -
Obr. 3-20 Převodník DAC3-04B [1].....	- 22 -
Obr. 3-21 jednotka DA3-22M [1].....	- 23 -
Obr. 3-22 jednotka LBC3-02M [1].....	- 24 -
Obr. 3-23 Termopohon TELVA 230V [1]	- 25 -
Obr. 3-24 Senzory (zleva) TC, TZ a PT100 [1]	- 26 -
Obr. 4-1 Vizualizace objektu [3]	- 27 -
Obr. 4-2 schéma propojení iNELS BUS Systém [1].....	- 29 -
Obr. 4-3 Kombinace sériové a hvězdicové topologie zdroj: [6]	- 30 -
Obr. 4-4 Schéma zapojení DALI převodníku k centrální jednotce	- 31 -
Obr. 4-5 Stmívací logaritmická křivka [5]	- 32 -

Obr. 4-6 J-Y(ST)Y 2x2 kabel.....	- 33 -
Obr. 4-7 Kabel CYKY-J 3x1,5.....	- 34 -
Obr. 4-8 Schéma zapojení panického tlačítka a termo senzoru na ovladač WSB3	- 35 -
Obr. 4-9 Detail zapojení zdroje PS3-100 k centrální jednotce.....	- 37 -
Obr. 4-10 Detail připojení termopohonů a osvětlení k aktorům	- 38 -
Obr. 4-11 schéma zapojení interní komunikace [1]	- 42 -
Obr. 4-12 schéma propojení komunikačních zařízení [1]	- 43 -
Obr. 4-13 schéma propojení multimediálních prvků iNELS [1].....	- 44 -
Obr. 4-14 detail zapojení prvků v rozvaděči - spínané osvětlení	- 48 -
Obr. 4-15 detail zapojení prvků v rozvaděči - stmívané osvětlení.....	- 49 -
Obr. 4-16 detail zapojení prvků v rozvaděči - fotosenzory.....	- 50 -
Obr. 4-17 detail zapojení ovladačů WSB a roletových aktorů	- 51 -
Obr. 4-18 detail zapojení termoregulačního ovladače IDRT3 a multifunkční jednotky EST3.....	- 52 -
Obr. 6-1 Graf poměru spotřeb energií v domácnostech [13]	- 57 -
Obr. 6-2 úhel γ_0, θ_V	- 60 -

9. Zdroje:

- [1] web ELKO EP (www.elkoep.cz) – Katalogové listy
- [2] web SHRACK (www.schrack.com)
- [3] web RODOP (www.rodop.cz)
- [4] web B.U.Pro (www.bupro.cz)
- [5] web MONDARC (www.mondarc.com)
- [6] web DALI-AG (www.dali-ag.org)
- [7] web Wikipedia - soubory obrázků (<http://commons.wikimedia.org/>)
- [8] web TZB-INFO (<http://www.tzb-info.cz/>) – odborné články a kalkulátory
- [9] Česká technická norma - ČSN EN 15193 Energetická náročnost budov - Energetické požadavky na osvětlení
- [10] Technická normalizační informace - TNI 73 0327 Energetická náročnost budov - Energetické požadavky na osvětlení
- [11] Becker, M., Knoll, P. 2007. Untersuchungen zu Energieeinsparpotenzialen durch Nutzung integrierter offener Gebäudeautomationssysteme auf Basis der Analyse DIN V 18599 und prEN 15232
- [12] Efektivní způsob regulace teploty bez stavebních úprav – dostupné na webu (<http://www.elkoep.cz/ke-stazeni/tiskove-materialy/inels-rf-control>)
- [13] web Teplárenské sdružení ČR (www.tscr.cz)

10. Přílohy

A – Elektronické DWG výkresy

B – Výpočty osvětlení a seznamy prvků iNELS v XLS souboru

C – Výpočty návratnosti (Varianta A) [8]

Základní parametry investice			
Doba životnosti projektu	<input type="text" value="30"/>	[počet let] ???	
Celková investice do zařízení	<input type="text" value="2427419"/>	[Kč] ???	
Úvěr nutný pro pořízení zařízení ???			
Úvěr (vypůjčená částka)	<input type="text" value="0"/>	[Kč]	
Úroková sazba	<input type="text" value="0"/>	[%]	
Doba splácení úvěru	<input type="text" value="0"/>	[počet let]	
Roční výnos z provozovaného zařízení ???			
Roční výnos z pořizovaného zařízení	<input type="text" value="95400"/>	[Kč]	
Roční změna výnosu z pořizovaného zařízení	<input type="text" value="3"/>	[%]	
Roční náklady na provoz pořizovaného zařízení ???			
	Roční náklady [Kč]		Roční změna nákladů [%]
č. 1	<input type="text" value="0"/>		<input type="text" value="0"/>
č. 2	<input type="text" value="0"/>		<input type="text" value="0"/>
Doplňkové parametry investice			
Diskont - výnos alternativní investice	<input type="text" value="3"/>	% ???	
Bude se danit zisk z projektu? ???	<input checked="" type="radio"/> Ne <input type="radio"/> Ano		
<input type="button" value="Vypočítat"/>			
VÝSLEDKY			
NPV - čistá současná hodnota projektu:	351222 Kč ???		
Roční ekvivalentní finanční toky investice:	17919 Kč ???		
Doba návratnosti:	20 let ???		
Diskontovaná doba návratnosti:	27 let ???		
IRR - vnitřní výnosové procento investice:	4 % ???		

D – Výpočty návratnosti (Varianta B) [8]

Základní parametry investice		
Doba životnosti projektu	30 [počet let] ???	
Celková investice do zařízení	2427419 [Kč] ???	
Úvěr nutný pro pořízení zařízení ???		
Úvěr (vypůjčená částka)	0 [Kč]	
Úroková sazba	0 [%]	
Doba splácení úvěru	0 [počet let]	
Roční výnos z provozovaného zařízení ???		
Roční výnos z pořízovaného zařízení	143800 [Kč]	
Roční změna výnosu z pořízovaného zařízení	3 [%]	
Roční náklady na provoz pořízovaného zařízení ???		
	Roční náklady [Kč]	Roční změna nákladů [%]
č. 1	0	0
č. 2	0	0
Doplňkové parametry investice		
Diskont - výnos alternativní investice	3 % ???	
Bude se danit zisk z projektu? ???	<input checked="" type="radio"/> Ne <input type="radio"/> Ano	
<input type="button" value="Vypočítat"/>		
VÝSLEDKY		
NPV - čistá současná hodnota projektu:	1760931 Kč ???	
Roční ekvivalentní finanční toky investice:	89841 Kč ???	
Doba návratnosti:	14 let ???	
Diskontovaná doba návratnosti:	18 let ???	
IRR - vnitřní výnosové procento investice:	7 % ???	