

Návrh inteligentního rodinného domu

Intelligent house design

Bc. Petr Směták

Diplomová práce
2007



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

*** nescannované zadání str. 1 ***

ABSTRAKT

Ve své práci se zabývám návrhem inteligentního řešení rodinného domu. Jedná se o návrhy vytápění, větrání, inteligentního osvětlení, zabezpečení a návrhy servisních služeb. Při volbě vytápění je brán ohled na životní prostředí, na využití obnovitelných zdrojů a v neposlední řadě na ekonomickou stránku zvoleného systému. Cílem inteligentního řešení je zkombinovat všechny technologie tak, aby byla dosažena vzájemná koordinace a integrace jednotlivých zařízení od různých výrobců pomocí jednotného sběrnicevého systému, který umožňuje výměnu dat mezi jednotlivými přístroji zapojenými v elektrické instalaci. Díky tomuto systému, je pak možné vše kontrolovat, řídit a zabezpečovat z jednoho centra v domě nebo z jakéhokoli místa na světě přes internet nebo telefon.

Klíčová slova: inteligentní dům, sběrnicevý systém, vzduchotechnika, zabezpečovací, přístupový a požární systém, větrání, vytápění, komunikace.

ABSTRACT

This thesis is a project on obtaining an intelligent solution for a low-energy family house. It contains the sub-projects of air heating, ventilation, intelligent lighting, security and plans of service. When choosing the method of heating, I considered the environment, usage of recoverable resources and, last but not least, the economic matters of the chosen system. The goal of the intelligent solution is to combine all the technologies to achieve mutual coordination and integration of individual devices from different producers using a single bus system, which allows the exchange of data amongst the individual devices connected to each other in the electric wiring. Thanks to this system, all elements can be controlled, managed and ensured from one center in the house, or from any other place in the world using the internet or a mobile phone.

Keywords: intelligent house, bus system, air conditioning, security, identification and fire alarm system, ventilace, heating, communication.

Poděkování, motto

Především bych chtěl poděkovat Ing. Martinu Zálešákovi CSc., který mě po celou dobu mé práce věnovala spoustu času a předával důležité rady, díky nimž jsem se mohl o dané problematice dozvědět spoustu nových informací a úspěšně tak dokončit svou práci.

Dále bych chtěl poděkovat své sestře Ing.arch. Ivaně Smětákové a všem ostatním, kteří mě byly nápomocni při řešení daných problémů.

Prohlašuji, že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků, je-li to uvolněno na základě licenční smlouvy, budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně

.....
Podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 INTELIGENTNÍ DŮM	11
1.1 Hlavní přednosti a uplatnění inteligentních domů.....	11
1.2 Systém inteligentního řízení budov.....	12
1.3 Sběrníkový systém KNX.....	13
1.3.1 Základná charakteristika sběrnice KNX.....	14
1.3.2 Oblasti použití sběrníkového systému.....	14
1.3.3 Hlavní prvky sítě KNX.....	15
1.3.4 Fyzická a Linková vrstva.....	16
1.3.5 Topologie sítě.....	17
1.3.6 Struktura sítě - adresovací systém.....	17
1.3.7 Komunikační KNX rámec (KNX Frame).....	18
1.3.8 Volba a připojení kabelů sběrnice KNX/EIB.....	19
1.3.9 Napájení sběrnice a sběrníkových spojek.....	20
1.3.10 Propojení PC a sběrníkového systému KNX pomocí rozhraní EIB/KNX.....	21
1.4 MULTIMÉDIA.....	22
1.5 SYSTÉMY DOMOVNÍHO ZABEZPEČENÍ EZS.....	23
1.6 SYSTÉMY DOMOVNÍHO ZABEZPEČENÍ EPS.....	24
1.7 KOMUNIKAČNÍ BRÁNA GSM.....	26
1.7.1 GSM síť – schéma a princip.....	26
1.7.1.1 Mobilní stanice (Mobile station MS).....	26
1.7.1.2 Systém základnových stanic (BSS).....	27
1.7.1.3 Síťový podsystém (NSS).....	27
1.7.1.4 Služby SMS a GPRS.....	28
1.7.1.5 Protokoly GSM.....	28
II PRAKTICKÁ ČÁST	30
2 CHARAKTERISTIKA NAVRŽENÉHO RODINNÉHO DOMU	31
3 STANOVENÍ VÝKONOVÝCH PARAMETRŮ A VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT V DOMĚ PODLE NORMY ČSN EN 12831	33
3.1 TEPLOTNÍ ÚDAJE.....	33

3.2	VÝPOČET CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM.....	34
3.3	VÝPOČET CELKOVÉHO ZÁTOPOVÉHO TEPELNÉHO VÝKONU.....	35
3.4	VÝPOČET CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM.....	36
3.4.1	Výpočty tepelných ztrát (vzniklé prostupem tepla stavebními částmi) mezi jednotlivými místnostmi.....	37
3.5	VÝSLEDNÝ VÝPOČET CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM.....	40
3.6	VÝPOČET CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY A ZÁTOPOVÉHO TEPELNÉHO VÝKONU.....	40
3.7	CELKOVÉ VÝSLEDKY TEPELNÉHO VÝKONU CELÉHO DOMU.....	41
3.7.1	Dosažené výsledky.....	41
4	POPIS A NÁVRH ŘEŠENÍ VYTÁPĚCÍHO A VĚTRACÍHO SYSTÉMU V DOMĚ.....	42
4.1	SCHÉMA PROVEDENÍ VZDUCHOTECHNICKÝCH ROZVODŮ V DOMĚ.....	46
4.2	NÁVRH A VÝPOČET SMĚŠOVACÍHO VENTILU A PLOCHY TEPELNÉHO VÝMĚNÍKU.....	48
4.2.1	Výpočet hodnoty kvs pro volbu směšovacího ventilu.....	48
4.2.2	Dosažené výsledky.....	49
4.2.3	Výpočet teplosměnné plochy výměníku.....	50
4.2.4	Dosažené výsledky.....	52
4.2.5	Funkce a princip činnosti PI regulátoru řídicího základní funkce teplotního ohříváče pomocí ovládání servopohonu směšovacího ventilu.....	52
4.3	POUŽITÁ ZAŘÍZENÍ V NÁVRHU A JEJICH VÝKONOVÉ PARAMETRY.....	54
4.3.1	Větrací a vytápěcí jednotka DUPLEX - RC s rekuperací.....	54
4.3.2	Provozní režimy jednotky.....	55
4.3.2.1	Digitální systém regulace jednotky.....	57
4.3.3	Integrovaný zásobník tepla – IZT-SN 925 l.....	59
4.3.3.1	Výhody integrovaného zásobníku tepla IZT-SN.....	60
4.3.3.2	RG2-IZT-SN: silová rozvodnice integrovaných zásobníků IZT-SN.....	61
4.3.4	Elektrický koupelnový radiátor BK.ES.....	62
5	POPIS A NÁVRH ŘEŠENÍ SILNOPROUDÝCH ROZVODŮ V DOMĚ.....	63
5.1	SCHÉMA PROVEDENÍ ZÁSUVKOVÝCH A SVĚTELNÝCH ROZVODŮ V DOMĚ.....	64
5.2	SEZNAM POUŽÍVANÝCH NOREM.....	66
5.3	ROZVOD ELEKTRICKÉ ENERGIE - DOMOVNÍ ROZVODY.....	66
5.3.1	Druhy a rozdělení sítí.....	67
5.3.2	Jmenovitá napětí rozvodných zařízení.....	68
5.3.3	Dimenzování vodičů.....	68
5.3.4	Světelné obvody.....	69
5.3.5	Zásuvkové obvody.....	70

5.3.6	<i>Elektroinstalace v koupelnách.....</i>	71
5.3.7	<i>Ochrana před dotykovým napětím v koupelně</i>	72
6	<i>POPIS A NÁVRH ŘEŠENÍ SLABOPROUDÉ ELEKTROINSTALACE S NAPOJENÍM NA JEDNOTNÝ SBĚRNICOVÝ SYSTÉM</i>	74
6.1	<i>SCHÉMA PROVEDENÍ SBĚRNICOVÉ INSTALACE V DOMĚ</i>	76
6.2	<i>SCHÉMA ZPŮSOBU PŘIPOJENÍ JEDNOTLIVÝCH SENZORŮ A AKTORŮ NA NAVRŽENÝ SBĚRNICOVÝ SYSTÉM KONEX BUS</i>	77
6.3	<i>VZÁJEMNÉ VZTAHY MEZI SENZORY A AKTORY KOMUNIKUJÍCÍCH PŘES KNX.....</i>	78
6.4	<i>CHARAKTERISTIKA EIB/KNX PRVKŮ A ZAŘÍZENÍ POUŽITÝCH V NÁVRHU</i>	79
7	<i>POPIS A NÁVRH ŘEŠENÍ ZABEZPEČOVACÍHO A POŽÁRNÍHO SYSTÉMU.....</i>	82
7.1	<i>SCHÉMA PROVEDENÍ A UMÍSTĚNÍ PRVKŮ EZS A EPS V DOMĚ</i>	84
7.2	<i>POUŽITÁ ZAŘÍZENÍ V NÁVRHU A JEJICH VÝKONOVÉ PARAMETRY.....</i>	85
8	<i>NÁVRH SERVISNÍCH SLUŽEB.....</i>	89
8.1	<i>ZPŮSOB KOMUNIKACE S NAVRŽENÝM SYSTÉM SLUŽEB.....</i>	89
8.2	<i>PARAMETRY A CHARAKTERISTIKA POUŽITÝCH KOMUNIKAČNÍCH ZAŘÍZENÍ</i>	91
9	<i>TECHNICKO EKONOMICKÉ HODNOCENÍ SYSTÉMU.....</i>	92
9.1	<i>ROČNÍ NÁKLADY NA ELEKTRICKOU ENERGII V NAVRŽENÉM DOMĚ.....</i>	92
9.2	<i>EKONOMICKÁ EFEKTIVNOST NAVRŽENÉ VARIANTY VYTÁPĚNÍ, POROVNÁNÍ, VYHODNOCENÍ A VÝHLED DO BUDOUCNOSTI.....</i>	93
9.2.1	<i>Zhodnocení a diskuse výsledků při ekonomickém bilanci navrženého systému</i>	96
9.2.2	<i>Výhody navrženého energetického systému teplovzdušného podlahového vytápění a větrání s akumulacním elektrickým zásobníkem.....</i>	97
	<i>ZÁVĚR.....</i>	98
	<i>ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ</i>	100
	<i>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</i>	102
	<i>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</i>	104
	<i>SEZNAM OBRÁZKŮ</i>	107
	<i>SEZNAM TABULEK.....</i>	109

ÚVOD

Inteligentní systémy nízkoenergetických domů zaznamenávají v posledních letech velký rozmach v zahraničí, ale i u nás. Vděčí se za to bezpochyby zejména komfortu, bezpečnosti a šetrnosti, které dům poskytuje svému uživateli. Inteligentní systémy jsou aplikace, které s pomocí sítě měřících, akčních a komunikačních prvků, počítače a programového vybavení dokáží rychle, předvídavě, úsporně a účelně řídit požadované činnosti v domě z jednoho centra kdekoliv na světě. Z těchto jednotlivých procesů, které probíhají v domě, jsou získávána data, zpracovávají a následně přenášeny i na vzdálené místo k uživateli. Všechny tyto monitorované a zaznamenané data o procesech, jsou uchovávány v databázi údajů o veškerých zásazích obsluhy, proto lze snadno provést pozdější vyhodnocení daného úkonu. Veškerá data se nepřetržitě ve zvolených intervalech ukládají a jsou tak trvale k dispozici. Vyhodnocovat tedy lze i data naměřená v průběhu více let a tím porovnávat jednotlivé období (např. zjišťování ekonomických údajů za spotřebu energii v jednotlivých letech). To vše lze kontrolovat a řídit z jakéhokoli místa na světě přes Internet nebo pomocí telefonu. Připojit ke sledovanému objektu a zjistit aktuální stav, případně zadat příslušné instrukce. Koordinace a integrace jednotlivých zařízení a prvků od různých výrobců se provádí na bázi sběrnicevého systému. Snahou je dosáhnout vzájemné komunikace všech jednotlivých.

Cílem mé diplomové práce bylo navrhnout moderní 'inteligentní' technologie pro nízkoenergetický dům. Jedná se o návrhy vytápění, větrání, osvětlení, zabezpečení EZS a EPS, návrh servisních služeb a monitorování dat ze všech procesů a stavů v domě. Hlavním snahou je tedy usnadnit a zpříjemnit bydlení uživatelům. Což znamená všechnu techniku v domě propojit tak, aby dokázala navzájem spolupracovat a komunikovat. Zároveň sjednotí její ovládání, a to jak z hlediska vzhledu vypínačů a displejů na zdi, tak především poskytne jednotný způsob ovládání, přizpůsobený na míru pro konkrétní dům a jeho obyvatele. Zvláštní pozornost je věnována vhodnému výběru vytápění a větrání s využitím obnovitelných zdrojů. Vhodný typ vytápění je volen na základě výpočtu tepelných ztrát a topného výkonu, potřebného k vytápění domu v otopném období. Samozřejmě volba použití vytápěcí varianty závisí také na dalších faktorech (tj. roční náklady, návratnost navržené varianty, výhledy do budoucna). Proto je nutné celý navržený vytápěcí systém ekonomicky a technicky vyhodnotit a porovnat z dalšími možnostmi.

Pro svou práci jsem čerpal informace a znalosti z předmětů Projektování řídicích a informačních systémů a Technických prostředků automatizace. Dále z pravidelných konzultací se svým vedoucím diplomové práce, z občasných konzultací přímo s odborníky při řešení konkrétního problému a samozřejmě z dostupné literatury a internetu. Veškeré dokumentace návrhů, jak návrhu vytápění a větrání, tak i silnoproudé a slaboproudé elektroinstalace jsou značeny jako přílohy. Jako grafické prostředí pro kreslení návrhů, schémat a některých obrázků jsem použil prostředí AutoCad.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 INTELIGENTNÍ DŮM

Inteligentní dům je především systém pro řízení tepelné pohody v jednotlivých místnostech objektu a koordinaci různých tepelných zdrojů. Řídící systém je navržen tak, aby minimalizoval spotřebu energie efektivním využitím alternativních zdrojů (*solární kolektory, tepelné čerpadlo, teplovzdušné vytápění*) v optimální kombinaci s tradičními zdroji (*kotle, elektřina*). Inteligentní dům umí sám rozhodnout, která energie je momentálně nejlevnější a tu použít. Systém je řízen počítačem a lze jej ovládat i na dálku přes internet či mobilní telefon.

Skutečný přínos inteligentního domu není v samotném využití alternativních zdrojů energie či možnosti nastavení topného režimu, ale v integraci těchto prvků tak, aby bylo dosaženo vysokého komfortu maximálně úsporným způsobem. [26]

1.1 Hlavní přednosti a uplatnění inteligentních domů

- Díky efektivnímu využití obnovitelných zdrojů se šetří nejen příroda, zdraví člověka, ale především peníze. Obnovitelnými zdroji energie obvykle nazýváme technologie využívající k produkci tepla nebo elektřiny energii slunce, vody, větru, biomasy, geotermální energii a energii tepla okolního prostředí.
- Investice do nízkoenergetických inteligentních domu dává jakousi pojistku pro případ budoucího vysokého zdražení některých druhů paliv pro vytápění.
- Díky volbě délce otopného období, které se může rok od roku měnit, získáváme větší životnost jednotlivých komponent, které jsou v domě použity
- Dokáží omezit produkování škodlivých spalin na minimum a šetří tak životní prostředí i zdraví uživatelů
- Systém Inteligentní dům šetří uživateli čas tím, že umožňuje nastavit takřka libovolný režim vytápění a integruje všechny ovládací prvky v jednom místě, takže v každodenním životě starost o topení prakticky odpadá. Vytápění v domě je navíc možné sledovat a regulovat přes internet prakticky odkudkoliv z kanceláře, z chaty, z dovolené nebo třeba z automobilu.

- Inteligentní domy dosahují vyššího komfortu a pohodlí zejména díky zjednodušení a zrychlení ovládání, automatickému provádění rutinně se opakujících činností a tomu, že inteligentní řízení např. topení, světel, rolet, zabezpečovacího systému tyto systémy správně nastaví podle očekávání obyvatel a případné změny jsou snadno a rychle proveditelné.
- Systém Inteligentní dům měří a zaznamenává aktuální údaje o teplotách v jednotlivých místnostech, dodávkách tepla z jednotlivých zdrojů a případně i další informace (např. vlhkost vzduchu v místnosti). Tyto údaje lze posléze zobrazovat ve formě grafu, dále zpracovávat a vyhodnocovat. To poskytuje uživateli perfektní přehled o spotřebě a nákladech, umožňuje zjistit, kde dochází k největším ztrátám a provést cílené zateplení.

1.2 Systém inteligentního řízení budov

Systém je založen na komunikaci pomocí společné sběrnice, která předává informace mezi jednotlivými ovládacími členy a výkonovými - akčními prvky. Oproti klasické instalaci, kde se zapojení spínačů a ovládaných spotřebičů provádí pouze v silové části 230 V, se u systémového řízení používá jedna společná datová sběrnice pro ovládání a každý spotřebič je spínán samostatně podle instrukcí získaných ze sběrnice. Výběr typu komunikační sběrnice, stejně tak i výběr topologie sítě, je závislý na rozsahu elektrické instalace, na požadavcích na ovládání a také na kompatibilitě prvků instalace.

Všechny inteligentní systémy domovní elektroinstalace nabízí uživateli větší pohodlí bydlení, bezpečí, snadné ovládání a širokou variabilitu. Využívají ke své činnosti komunikační sběrnici (*Bus*), která umožňuje výměnu dat mezi jednotlivými přístroji zapojenými v elektrické instalaci. Tvoří ji obvykle pár vodičů, na které jsou připojeny jednotlivé ovládací, řídicí a ovládané - řízené prvky. Sběrnice má za úkol cíleně přenášet informace mezi jednotlivými prvky instalace, které jsou na ni paralelně připojeny.

Podle předem definované adresy mezi přijímačem a vysílačem lze pak komunikovat mezi libovolnými komponenty této instalace, které lze rozdělit do tří skupin, a to na *senzory, aktory a systémové přístroje*.

Senzory jsou přístroje, které reagují na události v systému, jako je například sepnutí spínače, změna sledované veličiny (*teplota, tlak, vlhkost ap.*). Jakékoliv změny v systému jsou senzory hlášeny na sběrnici. K sensorům patří tlačítkové spínače snímač přítomnosti a pohybu, binární vstupy, infračervené (*IR*) přijímače, termostaty, centrální ovládací tabla, domovní telefony, , požární hlásiče, regulační moduly vytápěcích systémů ap.

Aktory zajišťují provedení určité operace jako důsledek změny v systému. Po stlačení tlačítka se rozsvítí světlo, po poklesu teploty v místnosti se zapne vytápění a podobně. Mezi aktory patří především výkonové spínače, binární výstupy, stmíváče a žaluziové akční členy.

Systémové přístroje a komponenty vytváří infrastrukturu systému a zajišťují jeho základní funkce. Mezi systémové přístroje patří sběrnice napáječe (*zdroje napětí*), vazební členy mezi jednotlivými úseky sběrnice (*router*), sběrnice zesilovače (*repeater*), logické automaty a řadiče, rozhraní pro připojení počítačů nebo modemu aj.

Centralizované a decentralizované systémy - existují dva základní typy sběrnice systémů: centralizované a decentralizované. Stupeň centralizace závisí na počtu lokalit inteligentních prvků, odpovídajících za řídicí a monitorovací funkce. Hybridní systémy jsou kombinací centralizovaných a decentralizovaných systémů. [28]

1.3 Sběrnice systém KNX

Sběrnice Konnex Bus, sdružuje tři existující technologie sběrnice EIB (*European Installation Bus*), BatiBus a EHS (*European Home System*). Konnex tak umožňuje komunikaci mezi mnoha přístroji od různých výrobců. Zařízení vhodná pro přímé napojení jsou označena logem KNX. Díky tomuto sjednocení jsou všechny výrobky a zařízení určené pro sběrnici EIB plně kompatibilní i se standardem KNX (*a často bývají současně označovány oběma ochrannými známkami EIB a KNX*). Standard KNX rozšiřuje EIB o větší objem funkcí, které umožňují připojení a řízení většího sortimentu nejrůznějších přístrojů, možnost využití dalších přenosových médií, integraci různých zařízení (*pro topení, větrání, ovládání domácích spotřebičů*), jakož i nové druhy uvádění do provozu umožňují propojení plnou automatizací budov i domácností do skutečného inteligentního domu. [20]

1.3.1 Základná charakteristika sběrnice KNX

Charakteristické rysy standardní konfigurace lze shrnout do následujících bodů:

- Přenos dat s různou rychlostí *1.2, 2.4, 4.8, 9.6 nebo 32 kb/s*, v závislosti na použitém komunikačním médiu
- Maximální velikost sítě (*end-to-end network distance*): *1000 m*
- Maximální vzdálenost mezi připojenými zařízeními: *700 m*
- Možnost napájení jednotek po sběrnici
- Adresace v celé síti až přes *65 tisíc* jednotek, až *256* v každé podsíti
- Datové pakety s volitelnou délkou *14* nebo *248* bajtů
- Segmentace pro vytváření rámců z větších bloků dat
- Využití různých přenosových standardů
- KNX (*Konnex Bus*) plně definuje síťovou, transportní a aplikační vrstvu, hierarchii adresování, strukturu uzlů a komunikujících zařízení

1.3.2 Oblasti použití sběrnice systému

- Řízení a automatizace budov - klimatizace, topení, zapínání / vypínání osvětlení a jiných libovolných zařízení
- Zabezpečovací zařízení
- Protipožární ochrana
- Dálkové řízení libovolných procesů
- Řízení v oblasti dopravy
- Bezpečnostní zařízení
- Měření a Regulace (*MaR*)
- HMI (*Human-Machine Interface*) - přenos a přímé zpracování dat od libovolných senzorů, klávesnic a zobrazení na displejích, LED apod.
- Ovládání akčních členů - motory, topná tělesa, sirény apod.

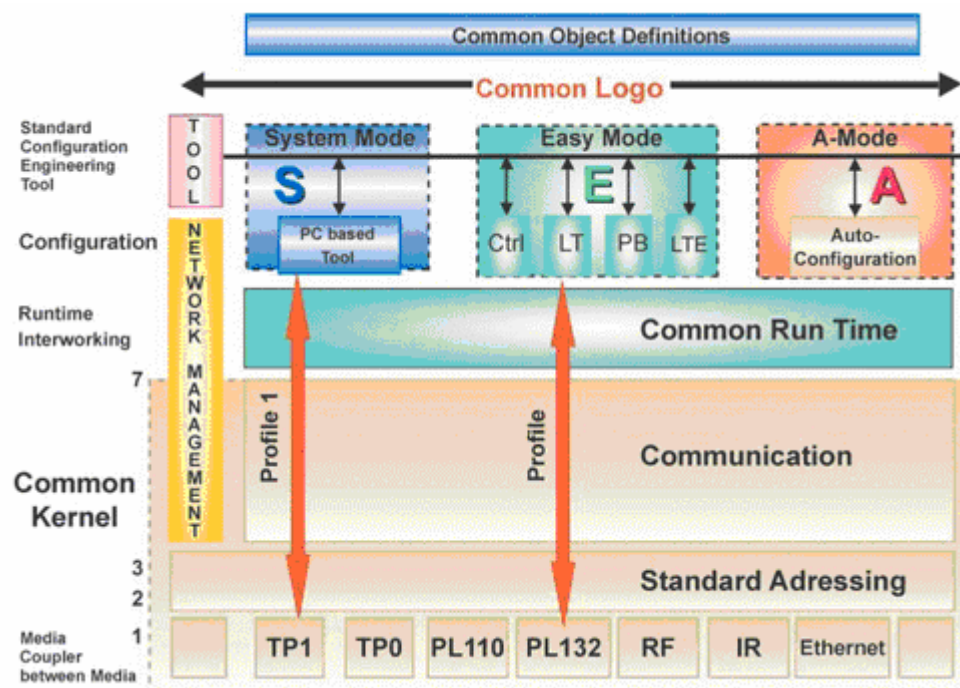
1.3.3 Hlavní prvky sítě KNX

Common Object Definitions - vzájemně propojené distribuované aplikační modely pro zpracování a přizpůsobení různých úloh z oblasti automatizace domácností a budov

Configuration Tools - schémata pro konfiguraci a přesné řízení všech síťových zdrojů a pro povolení logického propojení částí distribuovaných aplikací, běžící na různých uzlech. Struktura KNX je zde založena na tzv. konfiguračních módech.

Communication - KNX Common Kernel - komunikační systém, který spravuje komunikaci po fyzickém médiu, protokol zpráv a příslušné modely v komunikačním stacku každém módu. Zároveň podporuje a vyřizuje všechny komunikační požadavky pro konfiguraci a řízení instalace, stejně jako běžících distribuovaných aplikací.

Média coupler - konkrétní hardwarové provedení rozhraní pro připojení a přístup zařízení na zvolený typ komunikačního média [20]



Obrázek 1: Graficky znázorněná struktura standardu KNX

1.3.4 Fyzická a Linková vrstva

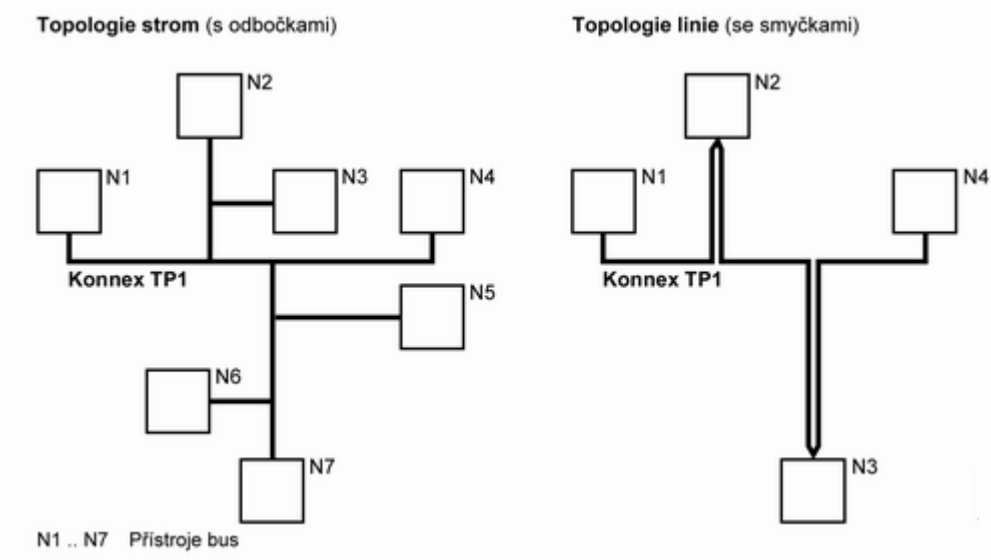
KNX systém je z pohledu volby fyzické vrstvy nezávislý a umožňuje volit z několika známých standardů i je vzájemně kombinovat v jedné KNX síti. Linková vrstva poskytuje konkrétnímu zařízení řízení přístupu na médium a základní řízení navázání vzájemné komunikace. Její provedení a funkce je přímo závislá na médiu, připojeného k jednotce. [20]

Použit lze následující fyzická přenosová média:

- **Zkroucené páry (Twisted pair)** - metalické vodiče - v rámci standardu KNX existují dvě definovaná provedení, které však mají společné vlastnosti v podobě napájení a přenosu dat po jednom společném páru, asynchronní přenos dat poloduplexním systémem:
- **Napájecí vedení (Power line)** - metalické vodiče - v rámci standardu KNX existují dvě definovaná provedení, které však mají společné vlastnosti v podobě kódování komunikace SFSK (Spread frequency shift keying) a asynchronní přenos dat poloduplexním systémem
- **Radiový přenos (RF = Radio Frequency)** - bezdrátový - plně specifikovaná standardem KNX umožňuje bezdrátovou komunikaci, kódovanou systémem FSK (Frequency Shift Keying), jednosměrný nebo poloduplexní obousměrný přenos dat rychlostí 32 kbit/s a metodou přístupu CSMA. Médium na úrovni linkové vrstvy je specifikováno standardem CEN TC294 for metering, aby bylo schopné sdílet různé hardwarové platformy
- **Infračervený přenos (Infra)** - bezdrátový - byl plně převzat ze standardu EIB
- **Mimo výše vyjmenovaná média lze díky unifikovaným KNX službám použít i média, jejichž založená na IP komunikaci**, jako jsou Ethernet IEEE 802.2, Bluetooth, WiFi /Wireless LAN (IEEE 802.11) nebo FireWire (IEEE 1394). Využívá se k tomu tzv. ANubis mód (Advanced Network for Unified Building Integration & Services). [20]

1.3.5 Topologie sítě

Při propojování přístrojů v systémové instalaci KNX je možné vést kabel sběrnice libovolně, bez ohledu na příslušnost použitých prvků k jednotlivým funkcím – vždy co nejkratším směrem. Je tedy možná liniová-sběrnice, hvězdicová nebo stromová struktura nebo jejich kombinace. Jedinou zakázanou strukturou je kruhová. K propojování a současně i pro připojování k přístrojům slouží dvoupólové, čtyřnásobné bezšroubové svorkovnice. Na nich je možné rozvětvit sběrnici vždy až do čtyř směrů. Přestože celková maximální délka všech vodičů v jedné linii (*části sběrnice/sítě bez oddělovačů linií a zón - viz níže - struktura sítě*) může být až 1000 m, maximální vzdálenost mezi dvěma sousedními přístroji může být maximálně 700 m. Pokud navíc je připojený přístroj napájen po sběrnici, nesmí se nacházet dále než 350 m. [20]

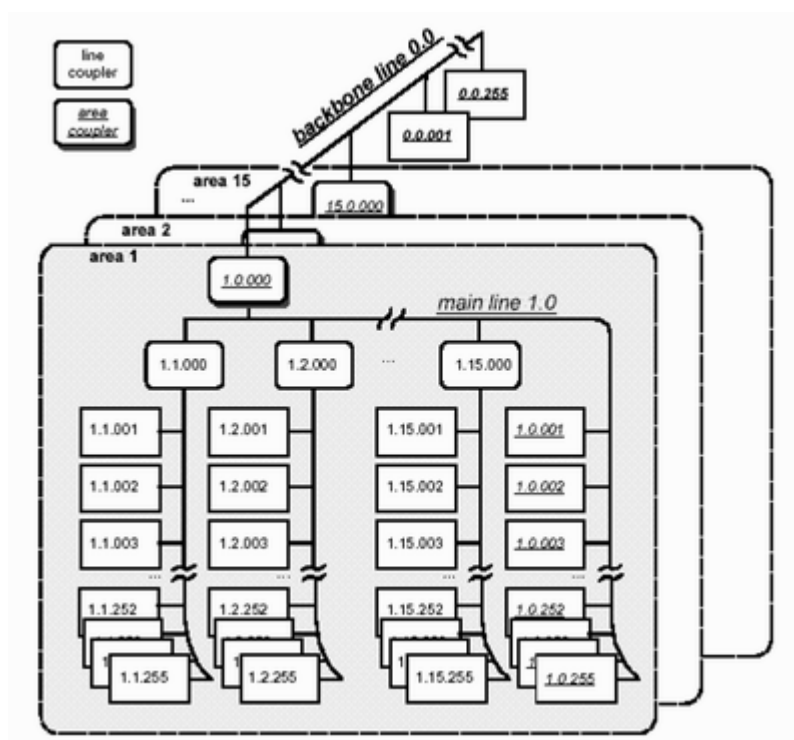


Obrázek 2: Příklady topologie využívající médium TP1

1.3.6 Struktura sítě - adresovací systém

KNX je plně distribuovaný systém, ve kterém může vzájemně komunikovat až 65 536 zařízení/uzlů pomocí 16 bitového adresování. Celá síť Konnex se skládá ze tří úrovní. Nejvyšší úroveň je centrální/páteřní linie (*backbone line*) s 15 hlavními liniemi (*main line - střední úroveň*) a na každou z nich může být napojeno dalších 15 linií (spodní úroveň - podsítě). Struktura podsítě umožňuje připojit až 256 zařízení na jednu linku, které mohou být spolu s hlavní linií a částí páteřní sběrnice zahrnuty do jedné skupiny zvané zóna 1 až 15 (*area 1 až 15*). Tříúrovňová struktura sítě však vyžaduje oddělovače zón (*area coupler*)

a linií (*line coupler*). Bez nich je struktura sítě omezena jen na jednu linii (*páteřní*) s maximálně 256 připojenými jednotkami. KNX volitelně umožňuje i integraci podsítě přes IP. Jak je ukázáno na obrázku, logická topologie odráží číselnou strukturu individuálních adres, které jedinečně identifikují příslušný uzel v síti. Při komunikaci po napájecím vedení jsou sousední domény logicky separované 16bitovou doménovou adresou. Bez adres rezervované pro spojovací zařízení (*couplers*) je možné připojit $(255 \times 16) \times 15 + 255 = 61\,455$ koncových zařízení k síti KNX. [20]



Obrázek 3: Struktura sítě rozdělená adresací na zóny

1.3.7 Komunikační KNX rámec (KNX Frame)

Pro přenos dat se využívá KNX rámce, který definuje a přenáší všechna potřebná data a informace zajišťující správnou komunikaci jednotek a zařízení. Jeho standardní délka může být až 22 bajtů - viz obrázek 4. První bajt (*octet 0*) obsahuje řídicí pole, které definuje prioritu rámce a rozlišuje mezi standardním a rozšířeným (*extended*) módem. Po něm následuje individuální adresa konkrétního zdroje rámce (*Source Address*) a individuální (*unicast komunikace point-to-point*) nebo skupinová (*multicast komunikace*) cílová adresa (*Destination Address*). Typ cílové adresy je určeno speciálním polem - *Address Type & NPCI & length*. Toto pole zároveň definuje tzv. hop counter = čítač přeskoků a délku rámce. Čítač přeskoků (*průchodů*) je dekrementován při každém

průchodu routerem a tím se zamezí obíhání rámce v nekonečném kruhu. Jestliže se dekrementované číslo rovná nule, je rámec skartován.

Pak již následují pole, které definují vlastnosti transportní vrstvy a vyšších. Oktet číslo 6, označený jako TPCI (*Transport Layer Protocol Control Information*), řídí komunikaci mezi transportními vrstvami, tzn. navazuje a udržuje point-to-point spojení. Naopak oktet označený jako APCI (*Application Layer Protocol Control Information*) udává aplikační vrstvě, co se má následně provést, tzn. určuje službu aplikační vrstvy, která je dostupná pro daný typ adresování a komunikačním módu a která má být vykonána (např. příkazy: přečti (*Read*), zapiš (*Write*), odpověz (*Response*), apod.).

V závislosti na adresovací schématu a hodnotě APCI může standardní rámec nést až 14 bajtů dat. V případě, že má být přenesen větší "balík" dat, provádí se jejich segmentace. Tento princip přenosu dat je kompatibilní se sběrnici EIB. Rozšířený rámec může přepravit až 248 bajtů dat. Poslední pole obsahuje kontrolní součet, který zabezpečuje přenos dat a jejich konzistenci. [20]

octet 0	1	2	3	4	5	6	7	8	...	N - 1	N ≤ 22
Control Field	Source Address		Destination Address		Address Type; NPCI; length	TP CI	AP CI	data /AP CI	data		Frame Check

Obrázek 4: KNX rámec pro komunikaci a přenos sítě Konnex bus

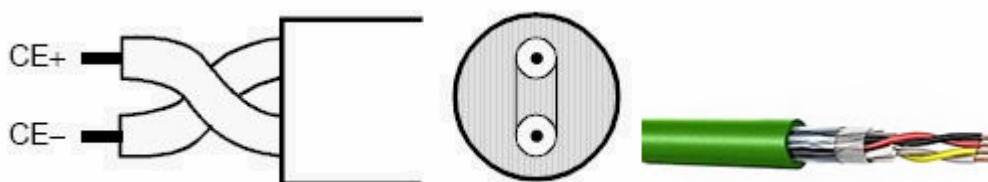
1.3.8 Volba a připojení kabelů sběrnice KNX/EIB

Pro propojení zařízení a modulů prostřednictvím KNX, existuje více médií. Senzory a akční členy komunikují a lze vzájemně propojit 4 typy kom. médií:

1. **Nízkonapěťový kabel** - zkroucený pár vodičů (24V) = "bus cable" -nejpoužívanější volba
2. **Vysokonapěťový síťový napájecí kabel (230 V)** = "powerline" - jen v nejnútnejší míře – např. pro propojení akčních členů s ovládanými elektrickými předměty.
3. **Bezdrátový radiový přenos** = radio frequency
4. **Infračervený bezdrátový přenos** = Infrared communication

Mezi nejvyžívanější a jako základ pro přenos informací mezi jednotlivými prvky instalace a současně pro napájení vstupních elektronických částí (*sběrnicových spojek*), popř. i všech následujících přístrojů (*snímačů*) slouží sběrnice, tvořená TP sdělovacím kabelem.

Červeným pláštěm je opatřen vodič připojený ke kladnému pólu napájecího zdroje, černou barvou je označen vodič připojený k zápornému pólu. I když pro komunikaci i napájení postačuje jeden pár vodičů, je předepsáno používání kabelu se dvěma kroucenými páry vodičů. Druhý pár (jeden vodič s bílou, druhý se žlutou izolací) je určen jako rezerva pro případ poškození některého z vodičů sběrnice.[20]



Obrázek 5: Struktura základního kabelu TP1 pro KNX/EIB

1.3.9 Napájení sběrnice a sběrnicových spojek

Prostřednictvím instalační sběrnice jsou napájeny sběrnicové spojky všech snímačů, akčních členů a liniových spojek umístěných obvykle v jedné linii. Všechny sběrnicové spojky musí spolehlivě pracovat při jmenovitém napětí $24V DC$. S ohledem na přípustné délky a na možné úbytky napětí na vedení sběrnice, musí být zajištěna správná funkce mikroelektronických obvodů při napájecím napětí od $15V$ do cca $30V$. Pro splnění všech požadovaných podmínek je potom zapotřebí, aby zdroj $24V DC$, $640mA$, měl výstupní napětí naprázdno $29V DC$. Tento zdroj je dimenzován pro napájení jedné, plně osazené linie (*jmenovitě 50 sběrnicových spojek, lze až do 64 připojovacích bodů*). Pro menší instalace nebo jejich části se využívá napájecích zdrojů se jmenovitým výstupním proudem $320mA$, určeného pro 25 připojovacích bodů, nejvýše pro napájení 32 sběrnicových spojek. Napájecí zdroj je vybaven tlumivkou zamezující šíření poruchových signálů ze sítě a současně zabraňující úniku telegramů mimo sběrnici.

Propojení mezi zdrojem a sběrnicovými spojkami jsou zajišťována kabelem sběrnice prostřednictvím svorek. Zdroj se připojuje k síťovému napětí $230V$, $50Hz$.



Obrázek 6: Napájecí zdroj 640 mA pro napájení sběrnice EIB/KNX

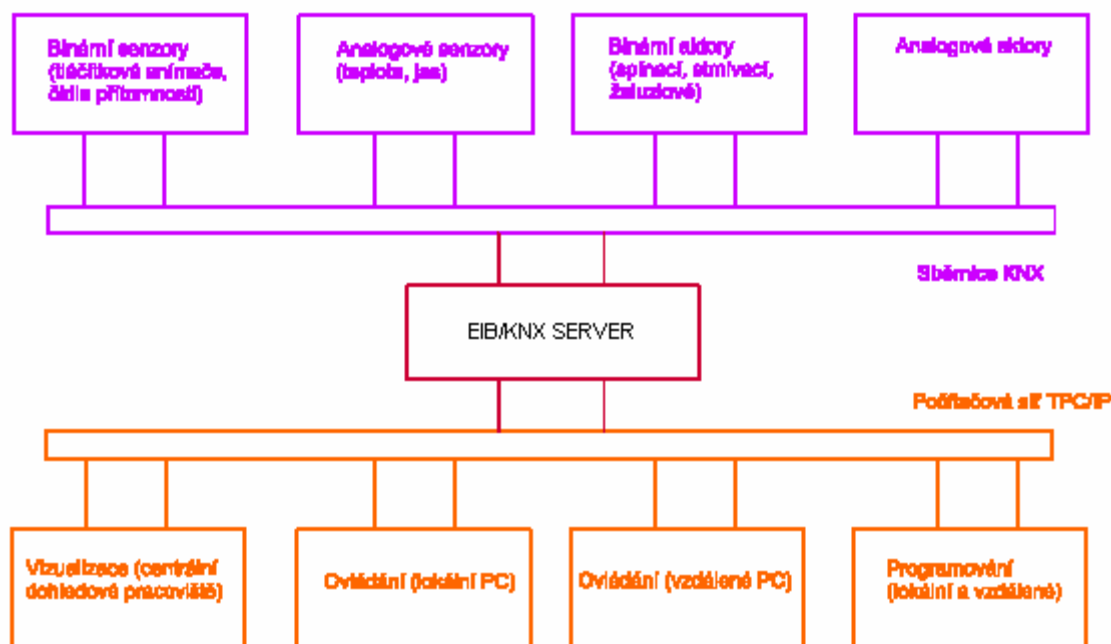
1.3.10 Propojení PC a sběrnice systému KNX pomocí rozhraní EIB/KNX

Internetové rozhraní (*server EIB/KNX*) slouží jako interface mezi sběrniceovými instalacemi a sítěmi IP. Uživatel pak ke komunikaci se systémem EIB/KNX využívá běžnou počítačovou síť –v protokolu TCP/IP . To uživateli umožňuje vzdálený přístup k systémové instalaci z libovolného internetového přípojného místa nebo z lokální sítě (*PC v domě*). IP adresa může být pevně dána nebo ji lze obdržet serverem DHCP.

IP - Internet Protocol - nejzákladnější protokol, neobsahuje potvrzování. Zabezpečuje správné doručování dat k jednotlivým počítačům v síti.

TCP - Transmission Control Protocol - je potvrzovaný. TCP vytváří takzvané virtuální spojení. Toto spojení trvá po dobu než aplikace spojení ukončí.

DHCP - Dynamic Host Configuration Protocol, - což se běžně překládá jako "protokol pro konfiguraci síťových hostitelů", napovídá, že 'umí' konfigurovat parametry TCP/IP jednotlivých klientů serveru. [20].



Obrázek 7: Využití EIB/KNX serveru jako rozhraní mezi TCP/IP komunikací od ovládacích prvků, vizualizace a KNX přenosem dat k čtení hodnot senzorů a regulaci akčních členů

1.4 Multimédia

Multimédia jsou oblast informačních a komunikačních technologií, která je charakteristická sloučením audiovizuálních technických prostředků s počítači či dalšími zařízeními. Jako multimediální systém se označuje souhrn technických prostředků (např. osobní počítač, zvuková karta, grafická karta nebo videokarta, kamera, mechanika CD-ROM nebo DVD, příslušný obslužný software a další), který je vhodný pro interaktivní audiovizuální prezentaci.

Od počátku 90. let minulého století se začalo používat označení multimediální aplikace nebo multimediální software, které využívaly kombinace textových, obrazových, zvukových či animovaných nebo filmových dat. V roce 1991 vydalo konsorcium pod vedením společnosti Microsoft specifikaci standardního multimediálního počítače (*MPC*). Ta byla v dalších letech několikrát aktualizována, dnes jsou prakticky všechny osobní počítače multimediální.

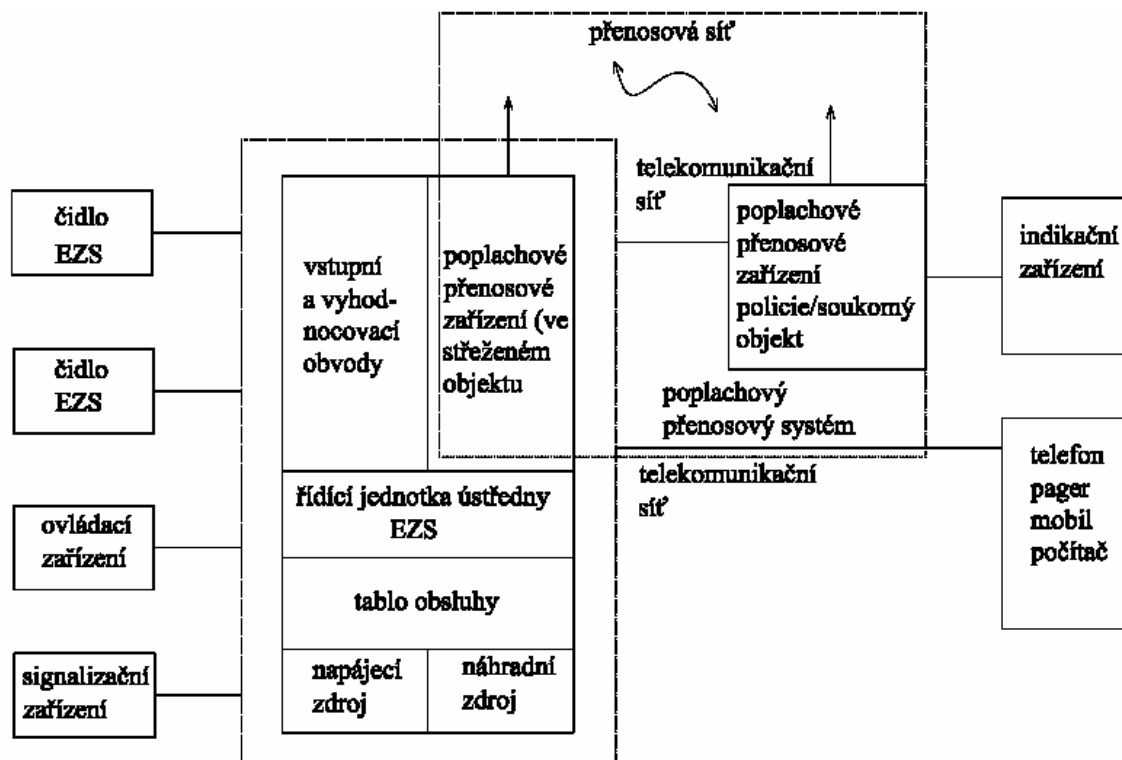
MPC byla doporučená konfigurace pro osobní počítač s zvukovou kartou a CD-ROM mechanikou. Libovolný osobní počítač s požadovanými standardy mohl být označován jako „*MPC*“. [29]

1.5 Systémy domovního zabezpečení EZS

Zkratka EZS znamená soubor čidel, tísňových hlásičů, ústředen, prostředků poplachové signalizace, přenosových zařízení, jejichž prostřednictvím je opticky nebo akusticky signalizováno na určeném místě narušení střeženého objektu nebo prostoru. Norma zahrnující všeobecné požadavky na EZS je *EN 50131-1*.

Tabulka 1: Rozdělení prvků EZS

Prvky plášťové ochrany	Magnetické kontakty Čidla na ochranu prosklených ploch Mechanické kontakty Vibrační čidla Drátová čidla
Prvky prostorové ochrany	Pasivní infračerná čidla Aktivní infračervená čidla Ultrazvuková čidla Mikrovlnná čidla
Prvky předmětové ochrany	Otřesová čidla Kapacitní čidla Čidla na ochranu zavěšených předmětů
Prvky tísňové ochrany	Veřejné tísňové hlásiče Skryté tísňové hlásiče Osobní tísňové hlásiče
Čidla speciální	Tlaková čidla Nášlapné koberce
Ovládací zařízení	Blokovací zámky Spínací a propouštěcí zámky Kódové klávesnice Kartové ovládání
Prvky venkovní obvodové ochrany	Mikrofonické kabely Infračervené závory Mikrovlnné bariéry Zemní tlakové hadice
Signalizační výstražná zařízení	Zábleskový maják Siréna
Přenosová zařízení	Automatické telefonní hlásiče Bezdrátová přenosová zařízení
Poplachové ústředny EZS	Ústředny s přímou adresací Ústředny s bezdrátovým přenosem od čidel



Obrázek 8: Blokové schéma znázornění systému EZS

Ovládání EZS systémů může být manuální a to klávesnicemi, nebo dálkové pomocí mobilu, klíčenek atd. Zabezpečení může být provedeno, buď drátovým, nebo bezdrátovým způsobem. Bezdrátový systém má využití tam, kde už není možnost vytvořit drátové vedení, vzhledem ke stávajícímu stavu objektu. Každý systém EZS má mnoho softwarových funkcí, které se dají využívat pro různá ovládání, spínání dalších zařízení. Pro větší přehlednost a zvýšení ochrany se každé zařízení může připojit na pult centralizované ochrany, kde je objekt monitorován a je tak vytvořen dokonalý přehled o samotném zařízení a také o objektu. EZS systém se dá připojit na PCO (*pult centralizované ochrany*) pomocí telefonní linky, radiového vysílače, nebo GSM brány. Po tomto vedení je pak poplach vyhodnocen dispečery PCO a je vyslána zásahová ozbrojená jednotka, která provede zajištění objektu. [12]

1.6 Systémy domovního zabezpečení EPS

Systémy elektronické požární signalizace EZP jsou zapotřebí všude tam, kde hrozí nebezpečí vzniku požáru, nebo úniku nebezpečných plynů. Pomocí detekčního zařízení - čidla identifikujeme požár, změnu teploty, nebezpečné plyny, oheň, nebo kouř. Mezi hlavní úkoly EPS patří rychlé a spolehlivé určení místa požáru již v samém počátku,

vyhlášení poplachu, aktivace a řízení evakuačního systému s hasičským záchranným sborem. [12]

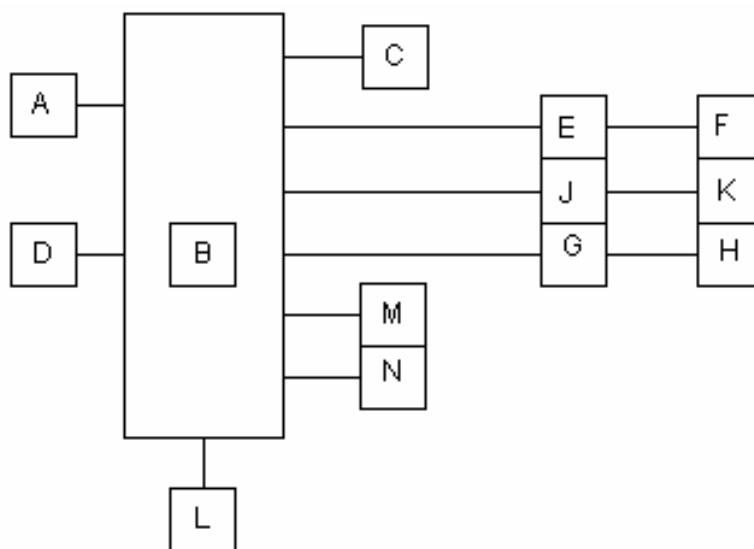
Přehled norem stahujících se k oboru EPS, a které souvisejí s požární bezpečností:

Skupina norem ČSN 3890x-x Požární předpisy

Skupina norem ČSN 3892x-x Stabilní hlásicí zařízení

Skupina norem ČSN 3896x-x Prevence a ochrana proti výbuchu

Skupina norem ČSN 7308x-x Požární bezpečnost staveb



Obrázek 9: Blokové schéma EPS systému

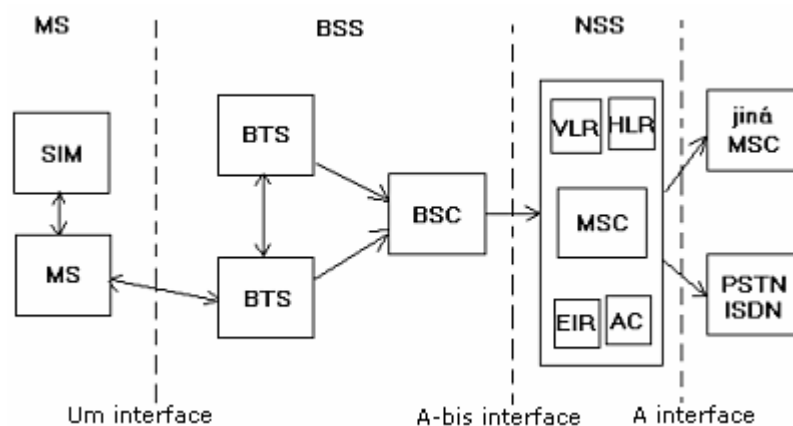
A – Hlásiče požáru *B* – Ústředna EPS *C* – Požární poplachové zařízení *D* – Hlásiče tlačítkové *E* – Zařízení přenosu poplachu *F* – Ohlašovna požáru *G* – Řídící jednotka samočinného zařízení *H* – Samočinné zařízení požární ochrany *J* – Zařízení přenosu poruchových stavů *K* – Přijímací místo hlášení poruchových stavů *L* – Napájení zařízení *M* - Obslužné pole požární ochrany *N* – Klíčový trezor požární ochrany *G,H* – možnost samostatného napájecího zdroje

1.7 Komunikační brána GSM

Komunikační brána GSM slouží pro propojení mezi analogovou linkou a telefonním přístrojem. To umožňuje volat ze svého běžného domácího telefonního přístroje na mobilní telefony za nižší ceny (*GSM/GSM*) nebo posílat sms zprávy na zvolenou předplacenou službu. Ve spojení s PC se GSM brána stává CSD nebo GPRS modemem, díky čemuž je možno využít celou řadu nabízených výhodných datových tarifů. Nachází se uživatel třeba mimo dům, kde nemá možnost přístup k PC nebo domácímu telefonu, využije ke kontaktu se zvolenou službou svůj mobilní telefon. Veškeré tyto tři způsoby komunikace jsou tarifní, tudíž uživatel musí za ně platit paušály.

1.7.1 GSM síť – schéma a princip

GSM síť je rozdělena na 3 hlavní části, a to mobilní stanice (*MS*) spolu se základnovou stanicí (*BTS*), udržují mezi sebou radiové spojení **900MHz**. Druhou částí je subsystém základnových stanic (*BSS*). Poslední částí je síťový a spínací podsystém (*NSS*) - provádí spojení mezi jednotlivými účastníky a účastníky jiných telekomunikačních sítí.



Obrázek 10: Blokové schéma sítě GSM

1.7.1.1 Mobilní stanice (Mobile station MS)

Obsahuje: fullduplexní transceiver, displej, digitální signálový procesor (*DSP*), smart (*SIM*) kartu.

SIM karta - obsahuje informace o uživateli, seznam tel. čísel, seznam uložených SMS zpráv, prostě vše co zajistí uživateli přihlášení do GSM sítě. SIM lze použít v jakémkoliv mobilním telefonu, kromě těch které si operátor blokuje pouze na svou síť.

Mobilní telefon je identifikován IMEI (*International Mobile Equipment Identity*) číslem. SIM karta obsahuje IMSI kód (*International Mobile Subscriber Identity*), tajný klíč a ostatní uživatelské informace.

1.7.1.2 *Systém základnových stanic (BSS)*

Tvoří :Základnové stanice (*BTS - Base Transceiver Station*)

Základnová řídicí jednotka (*BSC - Base Station Controller*)

Systém základnových stanic (*BSS*) řídí pomocí radioreléových spojů jednu nebo více *BTS* stanic. *BSS* zajišťuje přidělování radiových kanálů i dynamické přidělování kanálů během komunikace a předávání hovorů mezi *BTS* v případě že se pohybujete.

BSC vytváří komunikační spojnici mezi *MS* a *MSC* a překládá *13kbps* hlasový kanál do standardního *64 kbps* kanálu (*PSTN, ISDN*).

1.7.1.3 *Sít'ový podsystém (NSS)*

Hlavní komponentou je **mobilní spínací ústředna (*MSC*)**, která zajišťuje funkci telefonní ústředny. Základní funkce: registrace v síti, ověřování, lokalizace polohy, směrování hovorů, roaming a spojení mezi pevnou sítí.

Domovský lokační registr (*HLR - Home Location Register*) - databáze uschovávající všechny informace o účastnících "domovské" oblasti této *HLR*. Jsou to informace o předplacených službách. Existuje pouze jedna *HLR* na *GSM* síť.

Návštěvní lokační registr (*VLR - Visitor Location Register*) - obsahuje vybrané informace z *HLR* nezbytné pro řízení hovorů těch mobilních stanic, které se právě pohybují v dané geografické oblasti spravované danou *MSC*.

Registr mobilních stanic (*EIR - Equipment Identity Register*) - databáze, která obsahuje seznam všech platných mobilních telefonů celé sítě, kde je každý účastník identifikován pomocí *IMEI* čísla.

Autentifikační centrum (*AuC - Authentication Center*) - je chráněná databáze, která obsahuje kopii tajných klíčů, která jsou uložena na *SIM* kartě a které se používají při přihlášení do sítě.

1.7.1.4 Služby SMS a GPRS

SMS - Krátké textové zprávy. Uživatel napíše zprávu a pošle ji na nějaké číslo veřejné telefonní sítě. Nejbližší ústředna přepošle SMS na SMS centrum. SMS centrum přečte parametry zprávy (*kódování, do jaké sítě je určena, doba platnosti, zda má být poslán Výpis...*). Pokud je příjemcův telefon nedostupný, uloží ji na dobu max. 72 hodin, dokud se příjemce nepřihlásí do sítě. Pokud je telefon dostupný, sestaví s ním datové spojení a pošle zprávu. Telefon ji uloží na SIM kartu nebo do telefonu a potvrdí příjem zprávy. Telefon ukončí datové spojení.

GPRS – General Packet Radio Service – Univerzální rádiová packetová služba. GPRS je nástavbou sítě GSM pro přenos dat. Nejedná se o telefonní hovor. Při dobrém signálu telefon volí kódovací schémata, která umožňují rychlejší přenos dat na jeden timeslot. Při horším musí volit pomalejší schémata, protože dochází k větším chybám při přenosu dat, vinou šumu. GPRS využívá volné, nevyužité timesloty. Čím víc jich je, tím větší je rychlost. Počet timeslotů je závislý na využívání sítě v dané oblasti. GPRS se využívá pro přenos MMS zpráv (*multimediální zprávy, fotky a audio*). Dále se GPRS využívá pro přístup na WAP, do LAN sítě a poslední dobou také pro přístup do sítě Internet. Rychlost přenosu dat je až na 108 kbps, záleží na použitém mobilu či modemu, na kvalitě signálu a zatížení BTS. U GPRS se platí za objem přenesených dat nebo paušálem za neomezené připojení. Neplatí se zde za dobu spojení, protože GPRS nevyžaduje trvalé přidělení timeslotu jako telefonní hovor a tudíž při přetížení se prostě GPRS danému uživateli zpomalí nebo na chvíli vypne a timeslot se využije k telefonnímu hovoru.

1.7.1.5 Protokoly GSM

SIM Application Toolkit - Nejstarší platformou, na které lze vytvářet různé aplikace pro mobilní telefony, je tzv. SIM Application Toolkit. Jeho původ je třeba hledat ve významu karty SIM (Subscriber Information Module), která byla původně ryze pasivní komponentou - pamětí, ve které byly nahrány důležité údaje pro identifikaci účastníka mobilní sítě. S postupem času a se zavedením tzv. SIM Application Toolkit-u se tato paměťová karta dostala do výrazně aktivnější role, v tom smyslu že se stala hostitelem celých aplikací, resp. jejich klientských částí. Lze si představit, že nyní mohou být na SIM kartě kromě původních identifikačních údajů umístěné i kódy aplikací (resp. jejich klientských částí), a SIM Application Toolkit vytváří jednak prostředí pro manipulaci s

těmito aplikacemi (*např. zavádění jejich kódu na SIM karty*), ale zejména vytváří prostředí pro provozování (*běh*) těchto aplikací přímo v mobilním terminálu. Aplikace pak mají přístup k důležitým údajům přímo na SIM kartě, ale kromě toho mohou využívat i schopnosti samotného mobilního terminálu - mohou například na jeho displeji vytvářet různá menu, pomocí kterých vyzývají uživatele k zadání konkrétních údajů či příkazů nebo voleb, nebo mu naopak prezentují výsledky jeho předchozích příkazů.

WAP - Wireless Application Protocol – sada komunikačních protokolů pro jednoduchý přístup k online informacím z mobilního telefonu. WAP byl vyvinut společnostmi Ericsson, Motorola, Nokia a Unwired Planet (*dnes Phone.com*). WAP forum je průmyslová asociace s více než 200 členy.

Mobile Station Application Execution Environment (MExE) - Bylo by chybou myslet si, že WAP je jakýmsi "konečným řešením", za které se již nedá jít, resp. že se již nedá vymyslet a realizovat nic co, co by mohlo mít ještě výhodnější vlastnosti.

WAP je řešením které umožňuje jen velmi omezené programování činností probíhajících přímo u uživatele (*prostřednictvím skriptování*), ale rozhodně nejde o možnost používání "plnohodnotných" aplikací přímo na mobilním terminálu. Takovouto možnost nabízí až protokol MExE (*Mobile Station Application Execution Environment*), Jeho podstatou není nic jiného než vybudování JVM (*Java Virtual Machine*) na mobilním terminálu, s možností "stahovat" celé aplikace vytvořené v Javě v okamžiku jejich skutečné potřeby.

Pravdou je, že implementace MExE vyžaduje poměrně velkou výpočetní kapacitu, a tak jde o řešení určené spíše pro budoucí generaci mobilních terminálů, které již budou potřebou výpočetní sílu mít. Samozřejmě i MExE může používat různé přenosové mechanismy, od SMS po GPRS, i připravované přenosové mechanismy mobilních sítí třetí generace. [27]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

2 CHARAKTERISTIKA NAVRŽENÉHO RODINNÉHO DOMU

Tabulka 2: Okrajové podmínky

Základní údaje o objektu	
Objekt	<i>Rodinný dům</i>
Délka otopného období	<i>216 dní</i>
Průměrná venkovní teplota (Oblast Zlína)	<i>3,6 °C</i>
Obytná plocha	<i>125 m²</i>
Průměrná výška místností	<i>2,50 m</i>
Obestavěný prostor	<i>312 m³</i>
Vytápěný prostor (pokoj1, pokoj2, kuchyň + obývací, koupelna)	<i>235 m³</i>
Tepelná ztráta vytápěných místností	<i>6600 W</i>
Průměrná teplota interiéru	<i>20 °C</i>
Venkovní výpočtová teplota	<i>-12°C</i>

Rodinný dům je postaven v horní části stavebního pozemku. Jedná se o poměrně prudký jižní svah. Vlastní objekt domu je polovinou svého objemu zapuštěn do svahu. Svah za objektem plynule přechází v zelenou střechu domu. Dispoziční řešení je plně podřízeno orientaci pozemku, všechny obytné místnosti jsou orientovány na jih. V severní části dispozice jsou pak umístěny užitkové místnosti domu. V návaznosti na obytné místnosti je navržena venkovní terasa podél celé jižní straně domu.

V mém návrhu jde o podzemní rodinný dům s obytnou plochou *124,6 m²*

Obývací pokoj, kuchyň a jídelna 55,6 m²

Ložnice 16m²

Dětský pokoj 16 m²

Šatna 3,8 m²

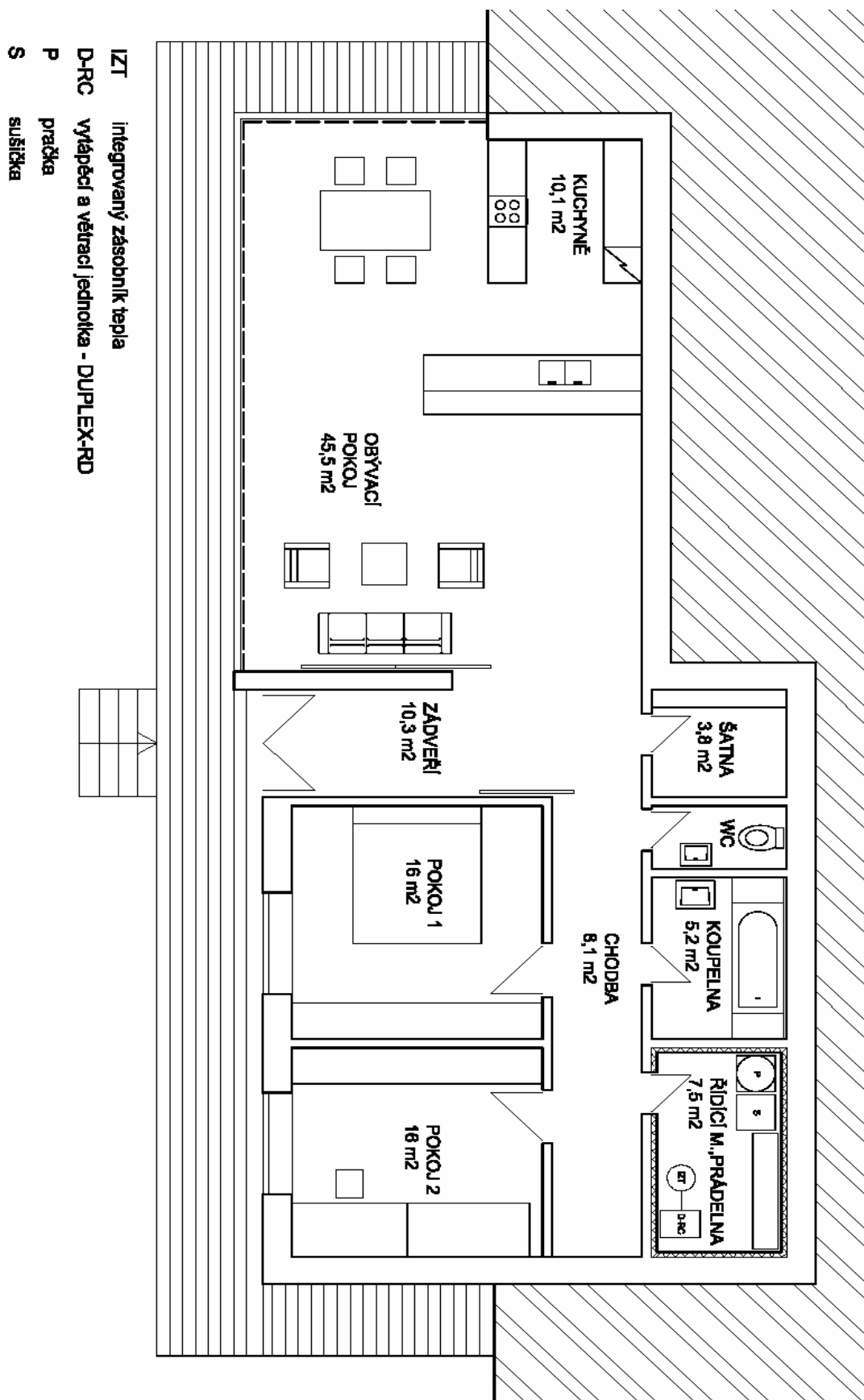
WC 2,1 m²

Koupelna 5,2 m²

Kontrolní místnost 7,5 m²

Zádveří 10,3 m²

Chodba 8,1m²



Obrázek 11: Základní nákres domu

3 STANOVENÍ VÝKONOVÝCH PARAMETRŮ A VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT V DOMĚ PODLE NORMY ČSN EN 12831

Norma stanovuje postup výpočtu dodávky tepla nutného k bezpečnému dosažení výpočtové vnitřní teploty.

Norma popisuje výpočet tepelné ztráty:

- pro jednotlivé místnosti nebo vytápěný prostor
- pro celou budovu nebo její funkční část

Norma udává postupy pro výpočet návrhové tepelné ztráty a návrhového tepelného výkonu pro standardní případy při návrhových podmínkách.

Standardní případy zahrnují všechny budovy:

- s omezenou výškou místnosti (*nepřesahující 5m*)
- s vytápěním do ustáleného stavu při návrhových podmínkách

3.1 Teplotní údaje

Pro naše území byly stanoveny tři základní výpočtové **venkovní teploty** $\theta_e = -12$ °C, $\theta_e = -15$ °C a $\theta_e = -18$ °C. Konkrétně pro oblast Zlína je venkovní teplota stanovena na $\theta_e = -12$ °C. Otopné období je 216 dnů s měsíční průměrnou teplotou 3,6 °C. **Vnitřní teplota** pro výpočet navrhovaných tepelných ztrát je výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$. V průběhu otopného období musí být ve vytápěných místnostech zabezpečená teplota stanovená normou ČSN 12831. Pro obytné budovy jsou trvale používané teploty 20 °C a pro koupelnu 24 °C. Potom pro teplotní rozdíl $\theta_{int,i} - \theta_e$ jsou rozdíly mezi venkovní a vnitřní teplotou 32 °C a pro koupelnu 28 °C.

Venkovní teplota	θ_e	-12 °C
Vnitřní teplota	$\theta_{int,i}$	20 °C
Teplotní rozdíl	$\theta_{int,i} - \theta_e$	32 °C

Místnostech	Navrhovaná teplota	Plocha $A_i (m^2)$	Objem $V_i (m^3)$
WC	20 °C	2,1 m ²	5,25 m ³
Šatna	20 °C	3,8 m ²	9,25 m ³
Koupelna	24 °C	5,2 m ²	13 m ³
Technická místnost	20 °C	7,5 m ²	18,75 m ³
Pokoj 1	20 °C	16 m ²	40 m ³
Pokoj 2	20 °C	16 m ²	40 m ³
Obývací + Kuchyň	20 °C	55,6 m ²	139 m ³
Chodba	20 °C	8,1 m ²	20,2 m ³

3.2 Výpočet celkové tepelné ztráty větráním

Nejmenší intenzita výměny vzduchu za hodinu $n_{\min} (h^{-1})$ se stanoví v národní příloze k této normě nebo ve specifikaci. Pro obytné místnosti má n_{\min} hodnotu 0,5 h^{-1} . Výměna vzduchu vychází z vnitřních rozměrů (objem V_i jednotlivých částí)

Tepelné ztráty větráním	Vnitřní objem $V_i (m^3)$	Nejmenší intenzita výměny vzduchu za hodinu $n_{\min} (h^{-1})$	Celkový tepelný součinitel ztráty větráním $H_{V,i} = 0,34 \cdot V_i \cdot n_{\min}$ (W/K)	Celková tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_{\varepsilon})$ (W)
WC	5,2	0,5	0,88	28,16
Šatna	9,25	0,5	1,57	50,24
Koupelna	13	0,5	2,21	70,72

Tech. místnost	18,75	0,5	3,19	102,08
Pokoj 1	40	0,5	6,80	217,6
Pokoj 2	40	0,5	6,80	217,6
ObývacíKuchyň	139	0,5	23,63	756,16
Chodba	20,2	0,5	3,43	109,76

3.3 Výpočet celkového zátopového tepelného výkonu

Základní hodnoty pro zátopový korekční činitel vychází z vnitřních rozměrů podlahové plochy a jsou užívány pro místnosti menší jak 3,5 m. Zátopový korekční činitel se určuje podle hmotnosti budovy (*nízká, střední, vysoká*), podle předpokládaného poklesu vnitřní teploty během teplotního útlumu (*2, 3 nebo 4 K*) a podle zátopového času. To vše zjistíme z normovaných tabulek stahujících se k této normě. V mém výpočtu jsem volil tyto případy: hmotnost budovy je nízká, předpokládaný pokles vnitřní teploty během teplotního útlumu je 2 K a doba ohřátí je 3 hod.

Zátopový tepelný výkon	Podlahová plocha $A_i (m^2)$	Zátopový činitel $f_{RH} (W / m^2)$	Celkový zátopový tepelný výkon $\theta_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$ (W)
WC	2,1	6	12,60
Šatna	3,8	6	22,80
Koupelna	5,2	6	31,20
Technická místnost	7,5	6	45,00
Pokoj 1	16	6	96,00
Pokoj 2	16	6	208
Obývací + Kuchyň	55,6	6	722,8
Chodba	8,1	6	105,3

3.4 Výpočet celkové tepelné ztráty prostupem

Hodnoty pro výpočet *teplotního korekčního činitele* jsou uvedeny v normovaných tabulkách pro jednotlivé stavební části při uvažování rozdílu teploty uvažovaného případu a výpočtové venkovní teploty. *Součinitel prostupu tepla* stavební částí U_k se musí provést s ohledem na okrajové podmínky a vlastnosti materiálů, které jsou stanoveny v EN normách. Současně platné požadavky na tepelně izolační vlastnosti konstrukcí podle ČSN 73 0540 jsou uvedeny v normovaných tabulkách . [24]

Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla U_k dle ČSN 73 0540- 2

Druh konstrukce	Rozlišení konstrukce Podle tepelné setrvač,	Normové hodnoty $U_N [W/(m^2.K)]$		E_2 [-]	$b1$ [-]
		Pož.	Dop.		
střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně, strop pod nevytápěným podstřešním prostorem, podlaha nad venkovním prostorem, podlaha s podlahovým vytápěním, stěna se stěnovým vytápěním	- lehké	0,24	0,16	0,8	1,25
	- těžké	0,30	0,20	0,8	1
Stěna venková, střecha strmá se sklonem nad 45°	- lehké	0,30	0,20	1,0	1,25
	- těžké	0,38	0,25		
Podlaha a stěna přilehlá k zemině (s výjimkou podle poznámky 1), strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru		0,60	0,40	0,8	0,48
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k částečně vytápěnému prostoru		0,75	0,50	0,8	0,4
Stěna mezi sousedními budovami, strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10°C včetně		1,05	0,7	0,8	0,29
Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 5°C včetně		2,2	1,45	0,8	0,14
Stěna mezi vnitřními prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně		2,7	1,8	1,0	0,14
Okno a dveře venková z vytápěného prostoru (pro rám se přitom požaduje nejvýše 2,0 W/(m ² .K))	Nové	1,8	1,2	5,5	1,15
	Upravené	2,0	1,35	6,0	1,15
Dveře, vrata a jiná výplň otvoru z částečně vytápěného nebo nevytáp. prostoru vytápěné budovy		3,5	2,3	6,0	0,66

3.4.1 Výpočty tepelných ztrát (vzniklé prostupem tepla stavebními částmi) mezi jednotlivými místnostmi

Pokoj 2	Teplotní korekční činitel f_K	Plocha stavební části $A_K (m^2)$	Součinitel prostupu tepla stavební části $U_K (W/m^2 K)$	$f_K A_K U_K$ (W/K)
Okna	1	4,5	2	9,00
Vnitřní dveře	1,12	1,4	2,3	3,61
Venkovní stěna	1	10	0,6	6,00
Venkovní stěna	1	6,25	0,6	3,75
Vnitřní stěna	0,42	10	0,75	3,15
Vnitřní stěna	0,42	8,6	0,75	2,71
Podlaha	0,42	16	0,24	1,61
Pokoj 1	Teplotní korekční činitel f_K	Plocha stavební části $A_K (m^2)$	Součinitel prostupu tepla stavební části $U_K (W/m^2 K)$	$f_K A_K U_K$ (W/K)
Okna	1	4,5	2	9,00
Vnitřní dveře	1,12	1,4	2,3	3,61
Venkovní stěna	1	6,25	0,6	3,75
Vnitřní stěna	0,42	10	0,75	3,15
Vnitřní stěna	0,42	10	0,75	3,15
Vnitřní stěna	0,42	8,6	0,75	2,71
Podlaha	0,42	16	0,24	1,61

Obývací kuchyň	Teplotní korekční činitel f_K	Plocha stavební části $A_K (m^2)$	Součinitel prostupu tepla stavební části $U_K (W/m^2 K)$	$f_K A_K U_K$ (W/K)
Okna	1	25,5	2	51,00
Vnitřní dveře	1,12	5,6	2,3	14,43
Venkovní stěna	0,3	22,5	0,2	1,35
Venkovní stěna	0,3	9,25	0,2	0,56
Podlaha	0,3	55	0,24	3,96
Chodba	Teplotní korekční činitel f_K	Plocha stavební části $A_K (m^2)$	Součinitel prostupu tepla stavební části $U_K (W/m^2 K)$	$f_K A_K U_K$ (W/K)
Vnitřní dveře 5x	1,12	7	3,5	27,44
Podlaha	0,42	8,1	0,6	2,04
WC	Teplotní korekční činitel f_K	Plocha stavební části $A_K (m^2)$	Součinitel prostupu tepla stavební části $U_K (W/m^2 K)$	$f_K A_K U_K$ (W/K)
Vnitřní dveře 1x	1,12	1,4	2,3	3,61
Venkovní stěna	0,3	2,5	0,2	0,15
vnitřní stěna	0,42	5,5	0,2	0,46
vnitřní stěna	0,42	5,5	0,2	0,46
Podlaha	0,42	2,1	0,6	0,53
Šatna	Teplotní korekční činitel f_K	Plocha stavební části $A_K (m^2)$	Součinitel prostupu tepla stavební části $U_K (W/m^2 K)$	$f_K A_K U_K$ (W/K)
Vnitřní dveře 1x	1,12	1,4	2,3	3,61

Venkovní stěna	0,3	4,25	0,2	0,26
vnitřní stěna	0,42	5,5	0,6	1,39
vnitřní stěna	0,42	5,5	0,75	1,73
vnitřní stěna	0,42	3,5	0,75	1,10
Podlaha	0,42	3,8	0,6	0,96
Koupelna	Teplotní korekční činitel f_K	Plocha stavební části $A_K (m^2)$	Součinitel prostupu tepla stavební části $U_K (W/m^2 K)$	$f_K A_K U_K$ (W/K)
Vnitřní dveře 1x	1,12	1,4	2,3	3,61
Venkovní stěna	0,3	6	0,6	1,08
vnitřní stěna	0,42	5,5	0,75	1,73
vnitřní stěna	0,42	5,5	0,75	1,73
vnitřní stěna	0,42	4,25	0,75	1,34
Podlaha	0,42	5,2	0,24	0,52
Tech. místnost	Teplotní korekční činitel f_K	Plocha stavební části $A_K (m^2)$	Součinitel prostupu tepla stavební části $U_K (W/m^2 K)$	$f_K A_K U_K$ (W/K)
Vnitřní dveře 1x	1,12	1,4	2,3	3,61
Venkovní stěna	0,3	8	0,6	1,44
Venkovní stěna	0,42	5,5	0,6	1,39
vnitřní stěna	0,42	5,5	0,75	1,73
vnitřní stěna	0,42	6,6	0,75	2,08
Podlaha	0,42	7,5	0,24	0,76

3.5 Výsledný výpočet celkové tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty prostupem	Celkový tepelný součinitel ztráty prostupem $H_{T,i} = \sum f_k \cdot A_k \cdot U_k \text{ (W/K)}$	Celková tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_{\varepsilon}) \text{ (W)}$
WC	5,20	166,4
Šatna	9,04	289,3
Koupelna	10,00	280,0
Technická místnost	11,00	352,0
Pokoj 1	26,90	860,8
Pokoj 2	29,82	954,2
Obývací+kuchyň	71,30	2281,3
Chodba	29,48	943,4

3.6 Výpočet celkové tepelné ztráty a zátopového tepelného výkonu

Místnost	Celková tepelná ztráta větráním a prostupem $\Phi_i = \Phi_{V,i} + \Phi_{T,i} \text{ (W)}$	Navrhovaný tepelný výkon $\Phi_{HL,i} = \Phi_i + \Phi_{RH,i} \text{ (W)}$
WC	194,5	207,1
Šatna	339,5	362,3
Koupelna	350,7	381,9
Technická místnost	454,0	499,
Pokoj 1	1078,4	1174,4
Pokoj 2	1171,8	1379,8
Obývací + Kuchyň	3037,1	3759,9
Chodba	1053,1	1158,4

3.7 Celkové výsledky tepelného výkonu celého domu

Teplotní korekční činitel $f_{\Delta\theta}$ zohledňuje dodatečné tepelné ztráty místností vytápěných na vyšší teplotu než mají sousední vytápěné místnosti..Většinou se používá při stejném vytápění jako u sousední místnosti hodnota teplotního činitele $f_{\Delta\theta}=1,0$.

Místnosti	Tepelné ztráty prostupem	Tepelné ztráty větráním	Korekční činitel	Zátopový tepelný výkon	Celkový tepelný výkon
	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{V,i}$	$f_{\Delta\theta}$	$\Phi_{RH,i}$	$\Phi_{HL,i}$
	[W]	[W]	-jednotka-	[W]	[W]
WC	166,4	28,1	1,0	12,60	207,1
Šatna	289,3	50,2	1,0	22,80	362,3
Koupelna	280,0	70,7	1,0	31,20	382,0
Tech. místnost	352,0	102,0	1,0	45,00	499,0
Pokoj 1	860,8	217,6	1,0	96,00	1174,4
Pokoj 2	954,2	217,	1,0	12,60	1379,8
Obývací+Kuchyň	2281,3	756,1	1,0	22,80	3759,9
Chodba	943,4	109,7	1,0	31,20	1158,5
Celkem	6127	1552	-	274	8923

3.7.1 Dosažené výsledky

V tabulce jsou uvedeny konečné výsledné hodnoty vypočítaných jednotlivých tepelných ztrát a celkový tepelný výkon, který je potřebný k vytápění v otopném období (216 dní při průměrné venkovní teplotě 3,6 °C) . Z výpočtů byly zjištěny celkové tepelné ztráty všech místností v domě, jejichž hodnota je **8,9 kW** . Z toho tepelné ztráty vytápěných místností činí **6,7 kW** (jedná se o pokoj1, pokoj2, obývací, kuchyň a koupelnu). Díky těmto zjištěným hodnotám je potřebné zvolit takový systém vytápění, aby jeho výkonové parametry dokázaly pokrýt potřebný vypočítaný tepelný výkon v otopném období.

4 POPIS A NÁVRH ŘEŠENÍ VYTÁPĚCÍHO A VĚTRACÍHO SYSTÉMU V DOMĚ

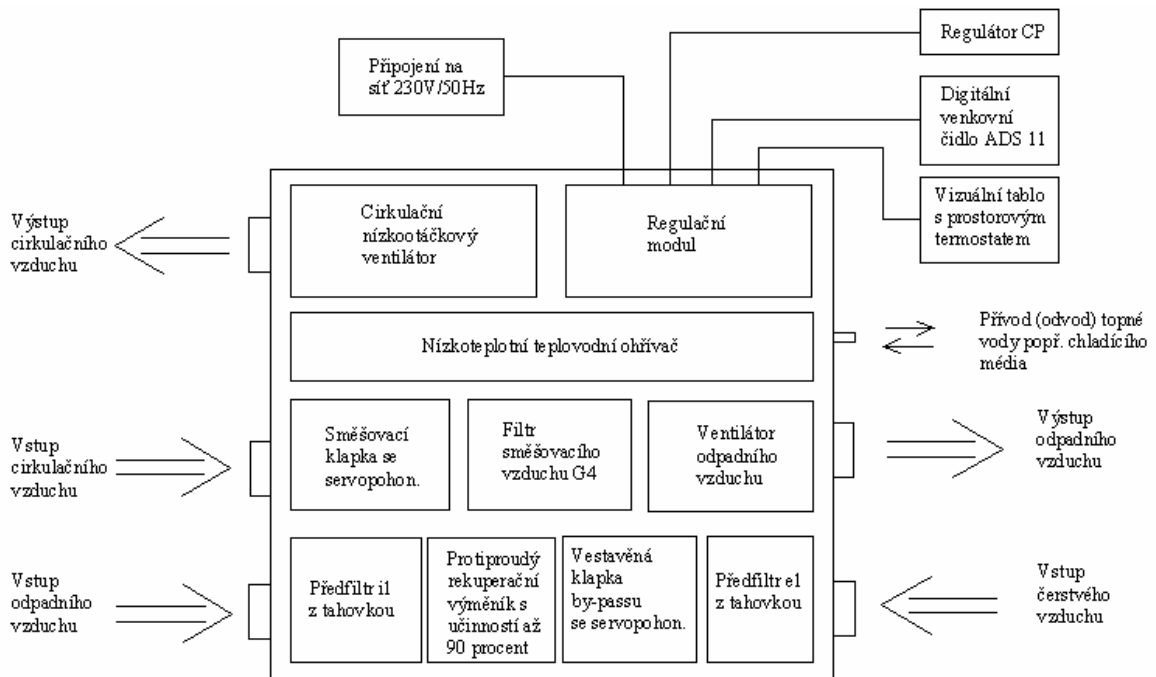
Popis řešení - Na základě zjištěných tepelných ztrát všech místností v domě (*jejichž hodnota je 8,9 kW a z toho tepelné ztráty vytápěných místností činí 6,7 kW*) jsem zvolil k vytápění teplovzdušnou vytápěcí a větrací jednotku s rekuperací tepla s maximálním topným výkonem výměníku voda-vzduch *9,1 kW*. Je určena pro podlahové větrání a teplovzdušné vytápění s rekuperací tepla. Jednotka je navíc spojena s integrovaným zásobníkem pro solární ohřev teplé užitkové vody a akumulaci elektrickou podporu vytápění. Energetická sestava je nainstalována v technické místnosti v domě.

Vzduch odsávaný z místností (cirkulační) a čerstvý vzduch do obytných místností se společně rozvádí z centrální rozdělovací podlahové komory jednotlivými plochými vzduchovody z pozinkovaného plechu rozměru *200 x 50 mm*, uloženými v tepelně - izolační vrstvě podlahy. Tento typ přívodu zajistí shodné rozložení teplot v místnosti. Podlahové výustky jsou umístěny pod okny kvůli eliminaci chladu, a proti případnému zastavení nábytkem. V domě jde konkrétně celkem o pět vyústek - v dětském pokoji, ložnici, koupelně a dva v obývacím pokoji. Je možná i ruční regulace vzduchových výkonů a tím i teplot v jednotlivých místnostech. To zajišťují ručně ovládané klapky v podlahových vyústkách rozměru *250 x 100 mm*. Odtah cirkulačního vzduchu z obytných místností je řešen tak, že se odvádí štěrbinami pod dveřmi bez prahů do chodby a zde je nasáván zpět do jednotky pomocí odsávacích ventilů umístěných ve dvou řadách ve stropě chodby. V jednotce se do cirkulujícího vzduchu současně přimísí v nastavitelném poměru čerstvý vzduch, který se přivádí z fasády nebo zemního registru přes předfiltr a predehřívá v rekuperačním výměníku s účinností až *91 %*. Ten se pak filtruje a dohřeje se na teplovodním registru ($t_w = 60 \text{ } ^\circ\text{C}$) a následně radiálním pomaloběžným ventilátorem (*s nastavitelným výkonem*) se již takto ohřátý vzduch rozvádí přes rozdělovací komoru s tlumičem hluku zpět do místností. Jde o tzv. **primární okruh**

Odpadní vzduch z WC, šatny, kuchyně a koupelny se trvale nebo s nárazovým zvýšením odvádí odsávacími ventily a potrubními kruhovými rozvody průměru *100 až 160 mm* přivádí k jednotce. Tyto rozvody jsou osazeny do stropu. V těchto prostorech je nutné mít samostatnou otopnou plochu (*v mém návrhu se jedná o elektrický topný žebřík, který je instalovaný v koupelně*). V jednotce je pak přes rekuperační křížový výměník, kde

předá odpadní vzduch teplo čerstvému vzduchu, odváděn menším větracím ventilátorem do atmosféry (*děj rekuperace*). Tento odpadní vzduch je dokonale oddělen od vzduchu čerstvého tj. cirkulační a čerstvý vzduch se s odpadním vzduchem z WC, šatny, kuchyně a koupelny v jednotce nemísí!!! Odvedený vzduch z WC, šatny a koupelny je pak nahrazován vzduchem z obytných místností a chodeb a je přiváděn štěrbinami pod dveřmi.

V kuchyni je instalována cirkulační digestoř, která zachycuje mastnotu a pachy. V blízkosti digestoře je umístěno odvětrání napojené na VZT systém, který odvádí zbývající pachy a teplo. Uvedení systému odvětrání do chodu je provedeno zapnutím a vypnutím vypínače, který je umístěn na stěně u sporáku. Kompletní návrh využívání odpadního vzduchu se nazývá tzv. *sekundární okruh*.

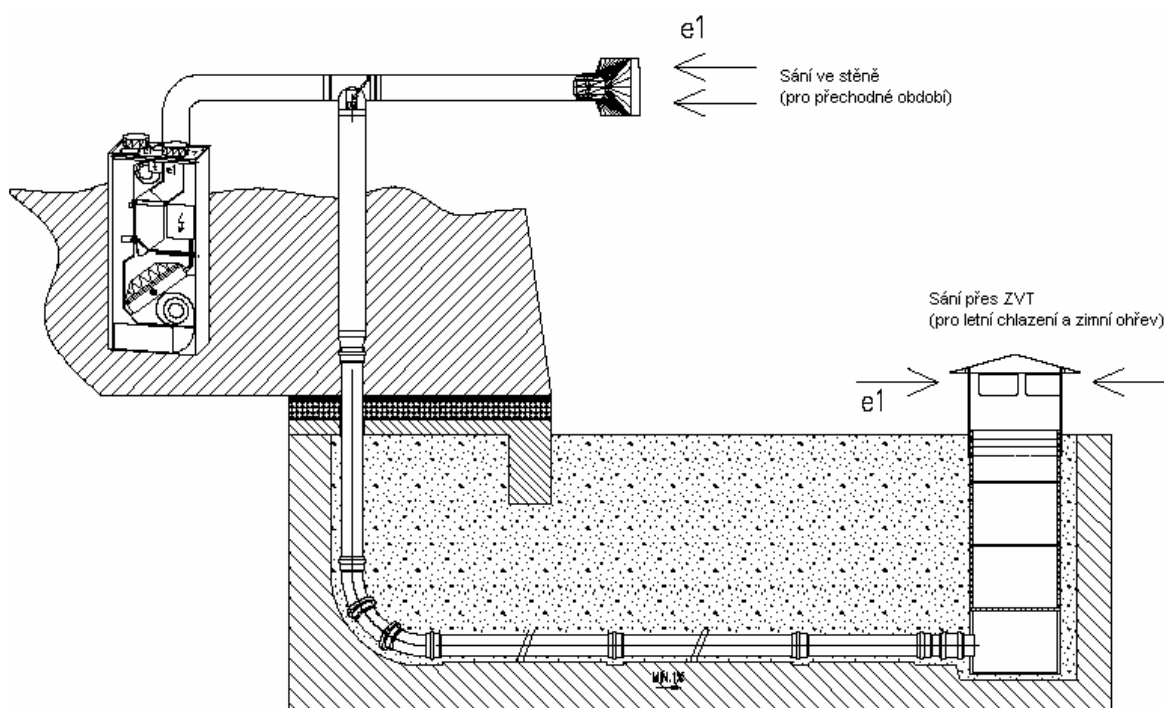


Obrázek 12: Blokové znázornění větrací a vytápěcí jednotky

Nasávání čerstvého vzduchu z exteriéru se přivádí z fasády přes protidešťovou žaluzii nebo přes zemní registr ZVT. Zemní výměník tepla (ZVT) slouží k přirozenému klimatizování (chlazení) objektů v letním období, v topném období předehřívá přiváděný větrací vzduch a tím také slouží jako částečná protimrazová ochrana rekuperačního výměníku VZT jednotky. ZVT se skládá z potrubí vedeného v zemi v délce 20 až 25 m, vstupní šachty a nadzemního krytu s filtrem. V zimním období má zemina jako sezónní akumulátor solární energie v hloubce 1,8 – 2m teplotu 4 – 8 °C. Při průtoku větracího vzduchu (cca 150 m³/h) potrubím o 200 mm uložené v jílovité vlhké zemině v hloubce 2 m

a délce 20 – 25 m se nasávaný venkovní vzduch teploty -15°C ohřívá průchodem potrubím na $+2$ až $+5^{\circ}\text{C}$ na výstupu ze ZVT. V letním až přechodném období má zemina v hloubce 2 m průměrnou teplotu $10 - 14^{\circ}\text{C}$. Při přetlakovém větrání (až $600 \text{ m}^3/\text{h}$) se přiváděný venkovní vzduch o teplotě 32°C průchodem potrubím o průměru 200 mm uložené v jílovité vlhké zemině v hloubce 2 m a délce 20 – 25 m ochlazuje na $+17$ až $+22^{\circ}\text{C}$.

V přechodném období je větrací vzduch přiváděn k jednotce z venkovní žaluzie na fasádě objektu přes typovou tvarovku „T“ s klapkami a servopohonem s automatickým řízením podle čidla venkovní teploty umístěného na severní fasádě domu. Tím se optimalizuje energetická náročnost větrání a zamezuje vyčerpání tepelné kapacity zeminy. Umožňuje také ovládání externího elektrického pohonu klapky zemního registru podle venkovní teploty.

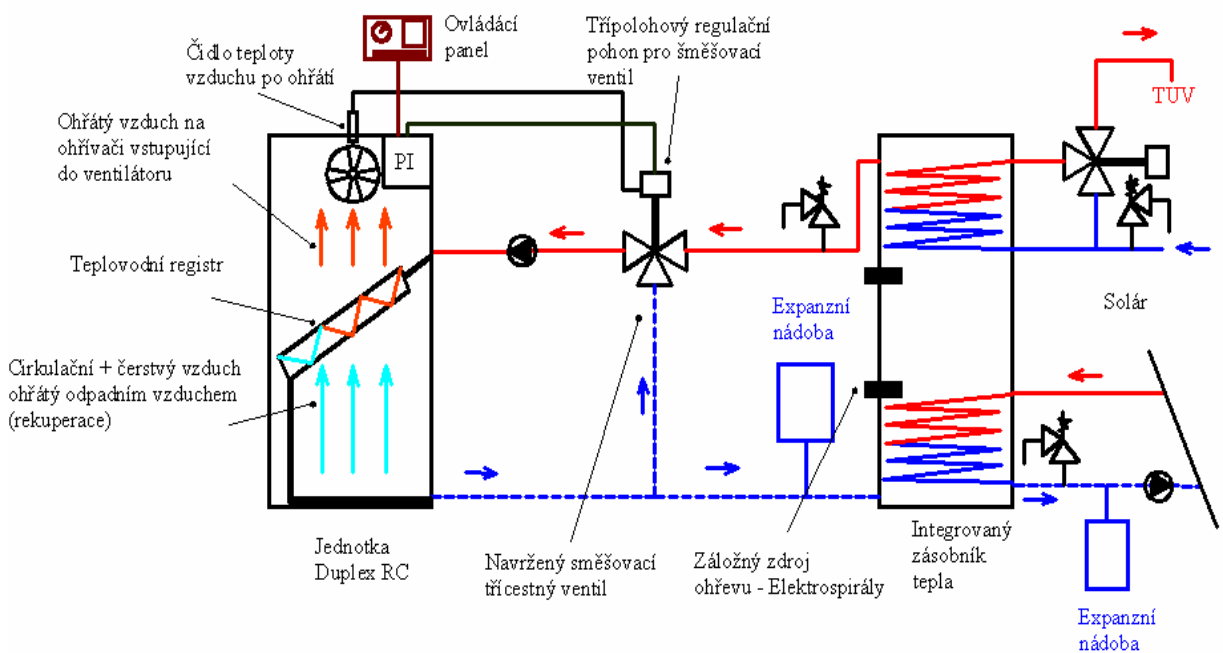


Obrázek 13: Schéma funkce ZVT

Vytápěcí a větrací jednotka je navíc ve spojení s *integrováním zásobníkem tepla IZT-SN*, který slouží pro solární ohřev TUV a podporu vytápění. Pro sezónní ohřev teplé užitkové vody jsou ve střeše objektu instalovány solární vakuové kolektory s plochou 7m^2 .

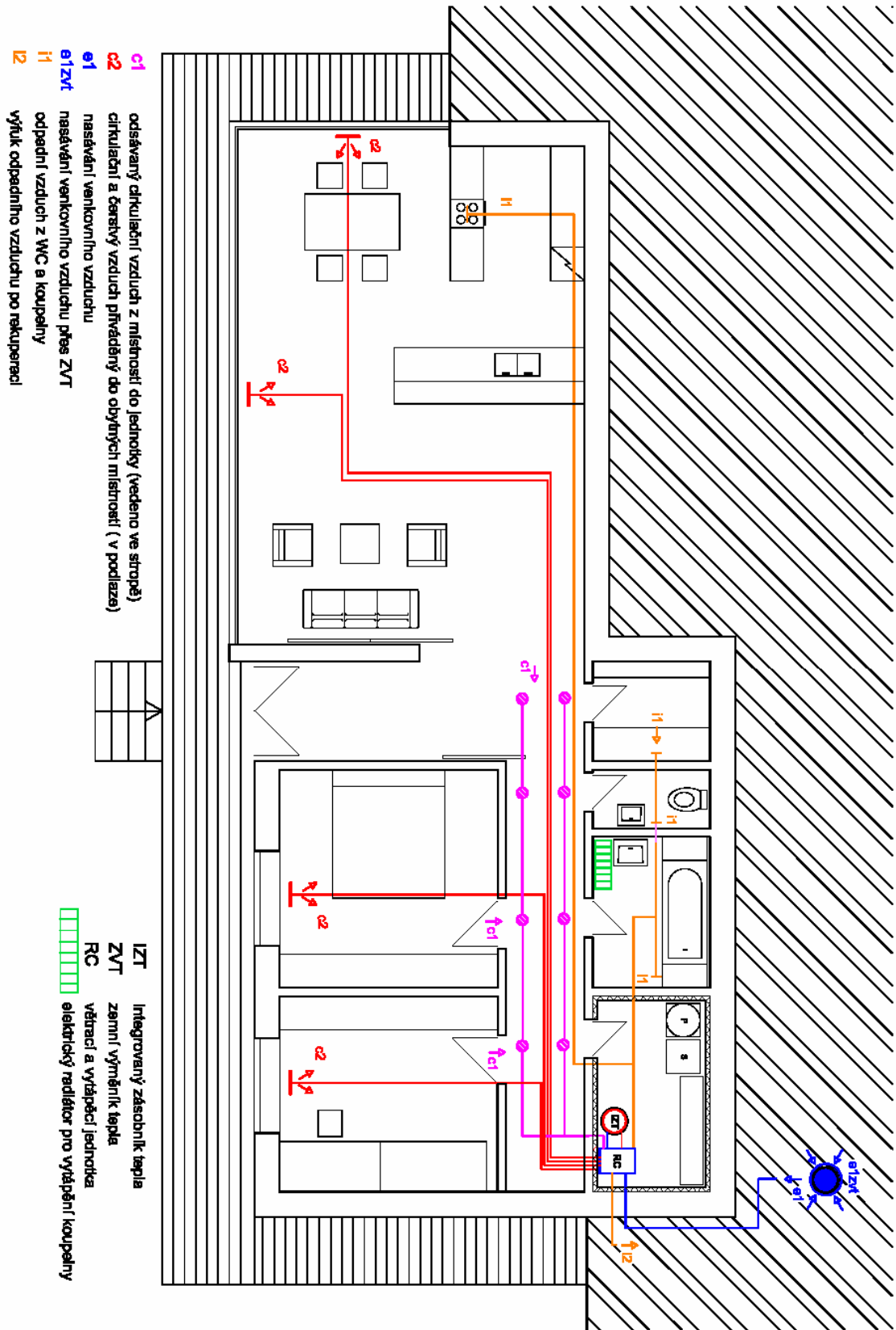
Jsou osazené ve sklonu 38° , s odchylkou 7° na JJZ a zajišťují přípravu TUV. Akumulaci solárních zisků zajišťuje integrovaný zásobník tepla v topné vodě IZT obsahu 950 l , s vestavěnou vložkou solárního výměníku, elektrospiralami záložního ohřevu a horní vložkou průtočného ohřevu TUV. Ohřev TUV zajišťuje výměník z nerezových trubek, které jsou umístěny v horní části nádrže. Tam se ustálí nejvyšší teplotní hladina otopné vody. Solární ohřev zajišťuje výměník z nerezových trubek, který je umístěný v dolní části nádrže. Ten předává teplo ze solárních kolektorů do spodní nejchladnější části, s nejvyšší účinností.

Jako záložní zdroj je ve střední části nádrže osazena jedna elektrospiraála o výkonu 4 kW pro rychlý letní dohřev TUV. V dolní části jsou osazeny dvě elektrospiraláky o výkonu 2 kW a 4 kW pro ohřev v zimním období. IZT je vybaven rozvodnicí RG2, která je určena pro jeho napájení a ovládání. Je vybavena provozním termostatem $0 - 90^\circ\text{C}$, kterým se řídí teplota vody v horní části nádrže a udržuje se teplota vody pro ohřev teplovodního ohříváče ve střední části nádrže. Max. teplota vody v zásobníku je 95°C . [16]

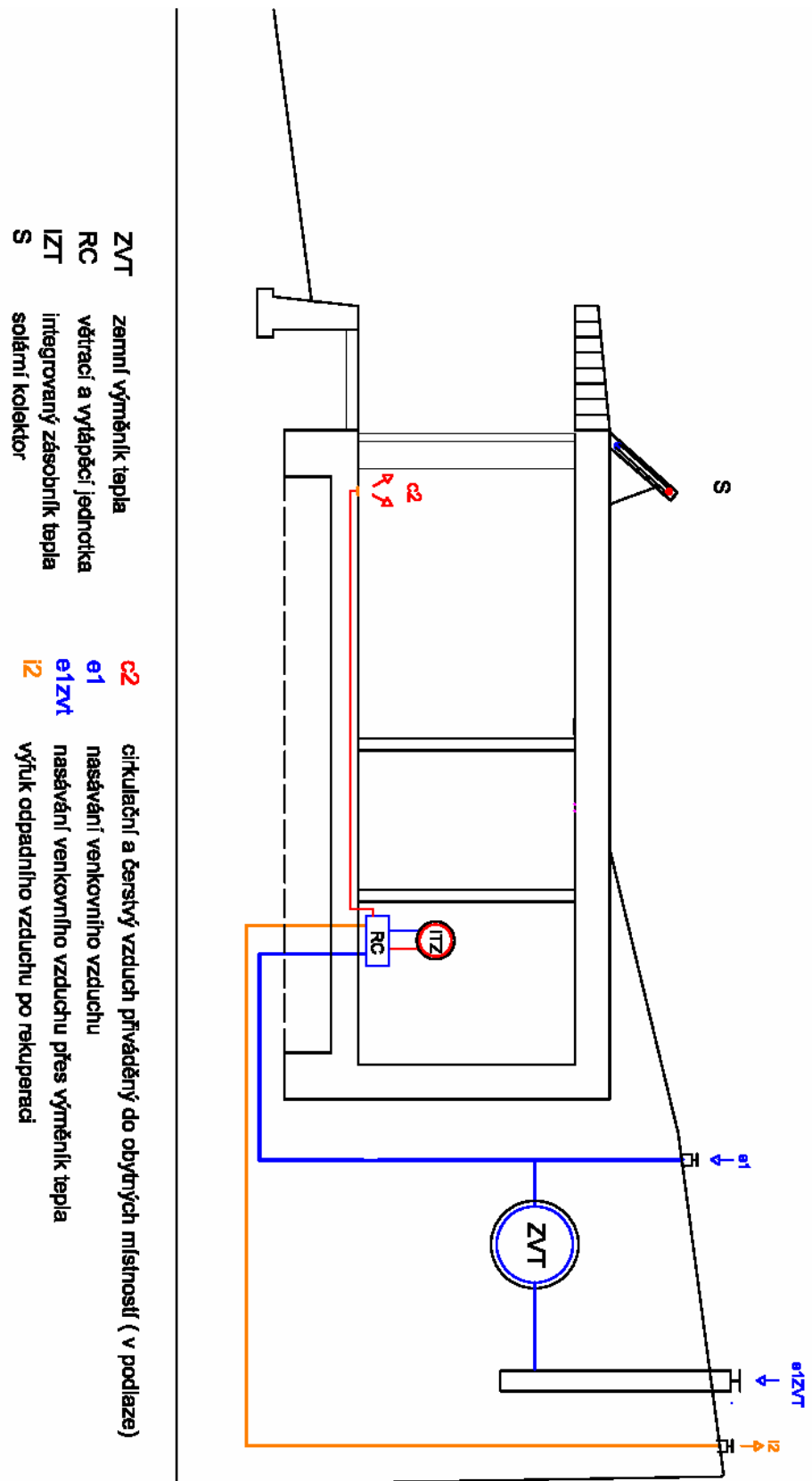


Obrázek 14: Schéma propojení vytápěcí a větrací jednotky se zásobníkem tepla

4.1 Schéma provedení vzduchotechnických rozvodů v domě

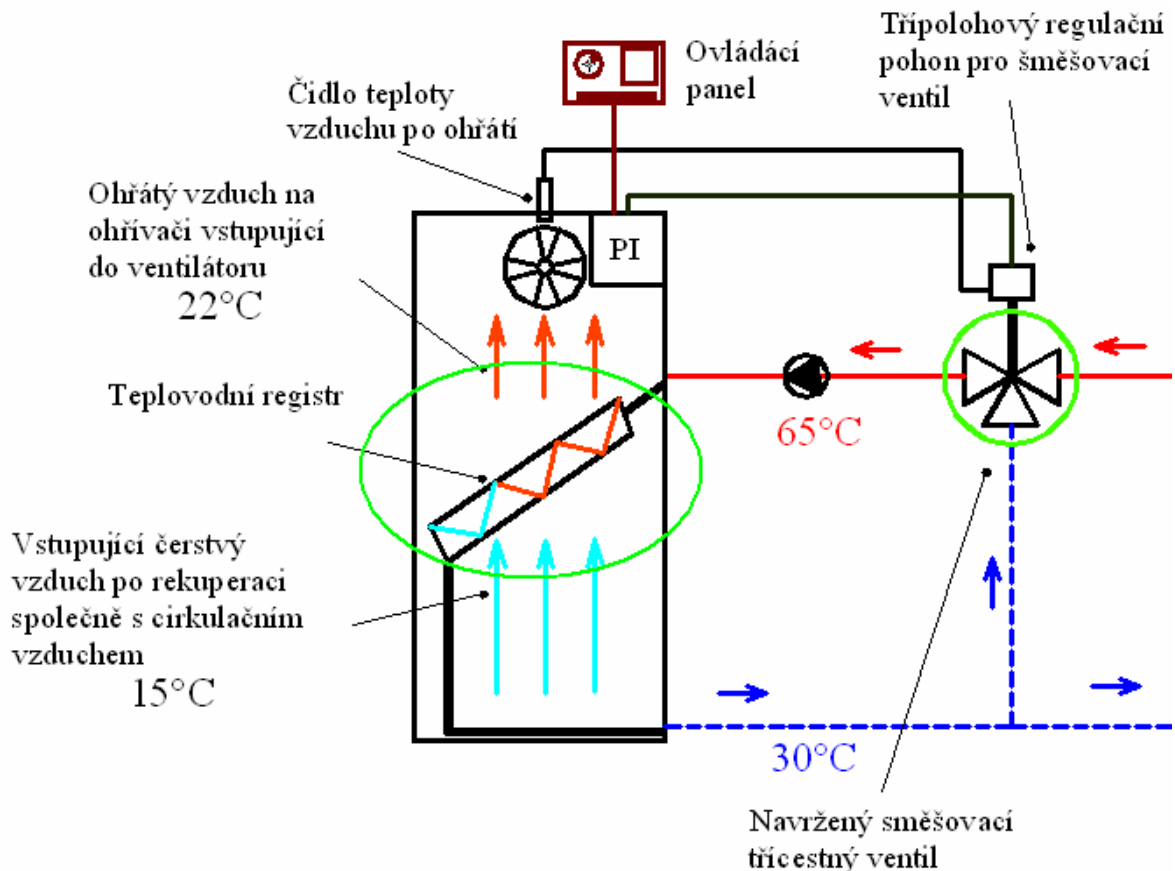


Obrázek 15: Schéma návrhu vytápění a větrání v domě - (půdorys)



Obrázek 16: Schéma návrhu vytápění a větrání v domě - (venkovní provedení)

4.2 Návrh a výpočet směšovacího ventilu a plochy tepelného výměníku



Obrázek 17: Schéma funkce výměníku voda-vzduch při vytápění v zimním období

4.2.1 Výpočet hodnoty k_{vs} pro volbu směšovacího ventilu

Při výpočtu třicestného směšovacího ventilu vycházím z výkonu Q , který potřebuji do směšovaného topného okruhu přenést a z daného teplotního spádu mezi přívodním a zpětným potrubím ΔT . Z těchto hodnot vypočteme potřebný objemový průtok dle vztahu:

$$\dot{V}_{100} = (Q \cdot 3600) / (\rho \cdot c \cdot \Delta T) \quad (1)$$

\dot{V}_{100} ... objemový průtok plně otevřeným ventilem (m^3/h)

Q ... přenášený tepelný výkon 9,1 kW

ρ ... Hustota vody 1000 kg/m^3

c ... Měrná tepelná kapacita vody 4200 $J/kg \cdot K$

ΔT ... Tepelný spád mezi přívodem a zpátečkou 15 K

$$\dot{V}_{100} = (Q \cdot 3600) / (\rho \cdot c \cdot \Delta T) = (9100 \cdot 3600) / (1000 \cdot 4200 \cdot 15) = 0,52 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Aby směšovací ventil mohl správně regulovat, je třeba, aby na něm při plném otevření vznikla tlaková ztráta, která je minimálně stejná jako na regulovaném okruhu s proměnným průtokem. U směšovaných topných okruhů bývá tlaková ztráta (*tlakový spád*) obvykle uvažován v rozmezí 3 až 8 kPa. Z tohoto údaje jsem schopný dopočítat doporučenou k_{vs} hodnotu navrhovaného ventilu dle vztahu:

$$K_{vs} = \frac{\dot{V}_{100}}{\sqrt{\frac{\Delta p_{v100}}{100}}} \quad (2)$$

k_{vs} ... je jmenovitý průtokový součinitel armatury (m^3/h),

\dot{V}_{100} ... je objemový průtok plně otevřeným ventilem (m^3/h)

Δp_{v100} ... je tlaková ztráta na plně otevřeném ventilu (kPa)

Předpokládaná tlaková ztráta na ventilu bude 7 kPa.

$$K_{vs} = \frac{\dot{V}_{100}}{\sqrt{\frac{\Delta p_{v100}}{100}}} = \frac{0,52}{\sqrt{\frac{7}{100}}} = 1,96 \text{ m}^3 / \text{h}$$

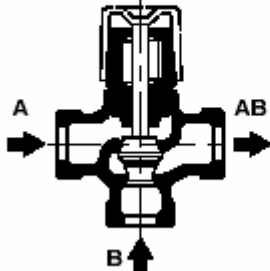





4.2.2 Dosažené výsledky

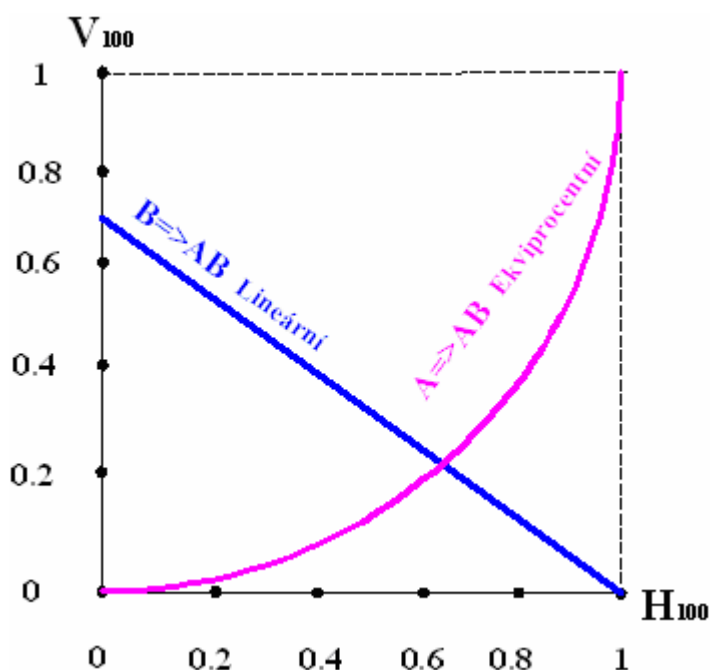
Z nabídky od firmy Siemens jsem, na základě zjištěné hodnoty $k_{vs} = 1,96 \text{ m}^3 / \text{h}$, vybral směšovací sadu s třícestným směšovacím ventilem s max. zdvihem ventilu 5,5 mm. Tato sada obsahuje ventil s tlakovou třídou PN 16 podle EN 133 s dovoleným pracovním tlakem 1600 kPa, hodnotou $k_v = 2,5 \text{ m}^3/\text{h}$, servopohon s tříbodovým řídicím signálem a oddělené čidlo pro snímání teploty cirkulačního vzduchu ohřátého na registru.

Pohon směšovacího ventilu je spojen a řízen regulátorem s PI regulací podle teploty vzduchu prošlého přes teplovodní ohřivač a vháněného zpět do místností.

Navržený ventil má průtokovou charakteristiku v přímém směru *ekviprocentní* a průtokovou charakteristiku v obtoku *lineární*, ventil lze použít pouze pro směšování s maximální teplotou média 110 °C.

Tabulka 3: Pracovní provedení směšovacího ventilu

Řez ventilem	Provedení	Vřeteno ventilu	
		zasunuto	vysunuto
		 A → AB ventil otevřen  B → AB ventil zavřen	 A → AB ventil zavřen  B → AB ventil otevřen



Obrázek 18: Průběh charakteristik navrženého směšovacího ventilu

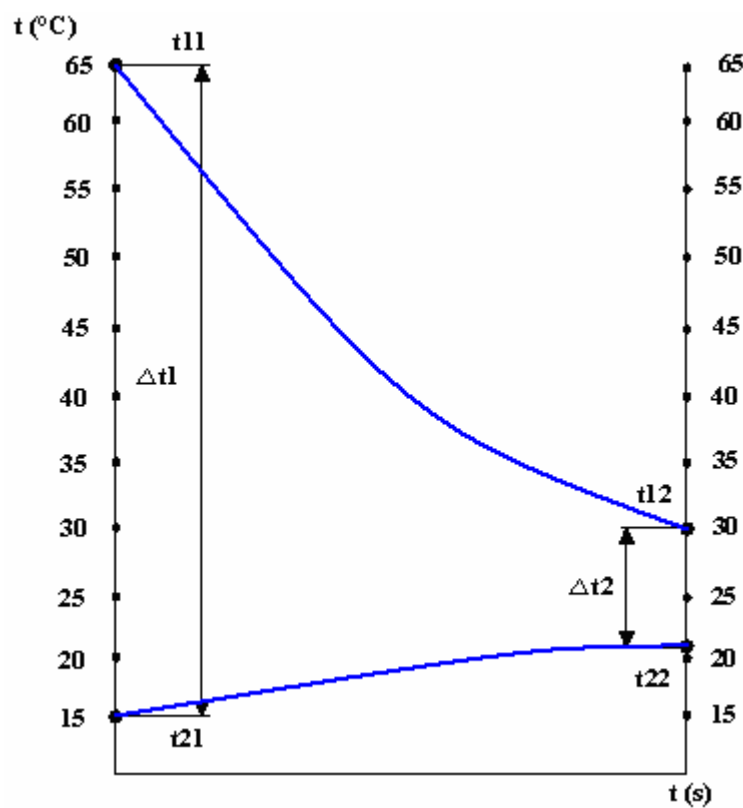
U směšovacích ventilů je průtok $[V_{100}]$ regulován změnou polohy kuželky $[H_{100}]$. Hodnoty kvs v obtoku $B \rightarrow AB$ (lineární charakteristika) u ventilů představují pouze 70 % hodnoty kvs v přímém směru $A \rightarrow AB$ (ekviprocentní charakteristika). Takto je kompenzována tlaková ztráta výměníku tepla okruhu pro udržení konstantní hodnoty průtoku V_{100} .

4.2.3 Výpočet teplosměnné plochy výměníku

Při výpočtu teplosměnné plochy výměníku pro ohřev cirkulačního vzduchu pro otopné období, vycházíme z těchto předem známých parametrů:

- max. tepelný výkon výměníku 9,1 kW
- součinitel prostupu tepla určen z materiálu a tloušťky stěny (nerez) 4206,7 W.m².K⁻¹
- vstupní teplota z primární strany 65°C
- výstupní teplota z primární strany 30°C
- vstupní teplota sekundární strany 15°C
- výstupní teplota sekundární strany 22°C

Z výše uvedených teplot je možné sestavit graf pro určení středního teplotního rozdílu: Δt



Obrázek 19: Graf průběhu teplot výměníku

Střední teplotní rozdíl je určen vztahem:

$$\Delta t = \frac{\Delta t_I - \Delta t_{II}}{\ln \frac{\Delta t_I}{\Delta t_{II}}} \quad (3)$$

Po dosazení do rovnice (3) dostaneme:

$$\Delta t = \frac{50 - 8}{\ln \frac{50}{8}} = 23^\circ\text{C}$$

Pro výpočet plochy výměníku se vychází ze vztahu:

$$Q = K \cdot S \cdot \Delta t \quad (4)$$

Q ... tepelný výkon výměníku (W)

K ... součinitel prostupu tepla ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)

Δt ... střední teplotní rozdíl mezi teplotným a ohřivaným médiem ($^{\circ}C$)

po upravení vztahu dostaneme:

$$S = \frac{Q}{K \cdot \Delta t} \quad (m^2) \quad (5)$$

a po dosazení do rovnice (5):

$$S = \frac{9100}{4206,7 \cdot 22} = 0,1 \quad m^2$$

4.2.4 Dosažené výsledky

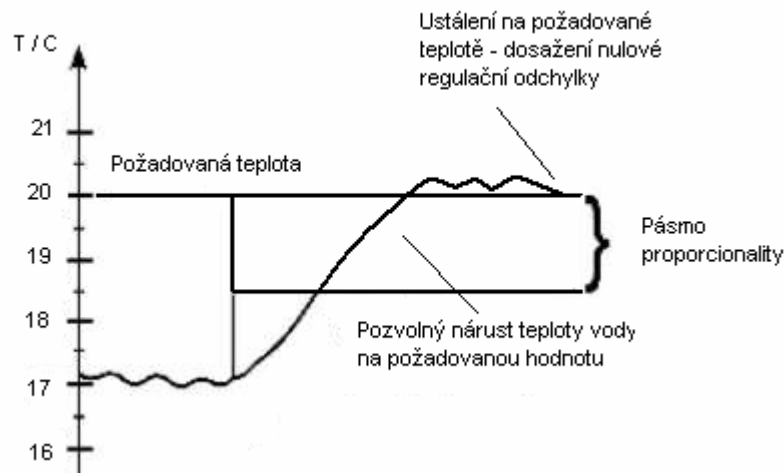
Z výpočtu jsem dostal hodnotu teplosměnné plochy výměníku $0,1 \text{ m}^2$, který slouží pro ohřev cirkulačního vzduchu vhaněného do místností. Teplovodní výměník je součástí vytápěcí a větrací jednotky. Jedná se o vestavěný registr voda-vzduch třířadé konstrukce z nerezových trubek a nalisovaných hliníkových lamel pro teploty do $90 \text{ }^{\circ}C$ a $1,0 \text{ MPa}$.

4.2.5 Funkce a princip činnosti PI regulátoru řídicího základní funkce teplotního ohřivače pomocí ovládní servopohonu směšovacího ventilu

System PI regulace dokáže z topné soustavy udělat ideálně vyváženou regulaci. Zaručí příjemnou tepelnou pohodu při optimálním využití energie.

U normálních soustav pracujících na principu skoku dochází k překmitům od požadované hodnoty. PI regulace zaručí téměř konstantní požadovanou teplotu vody v soustavě.

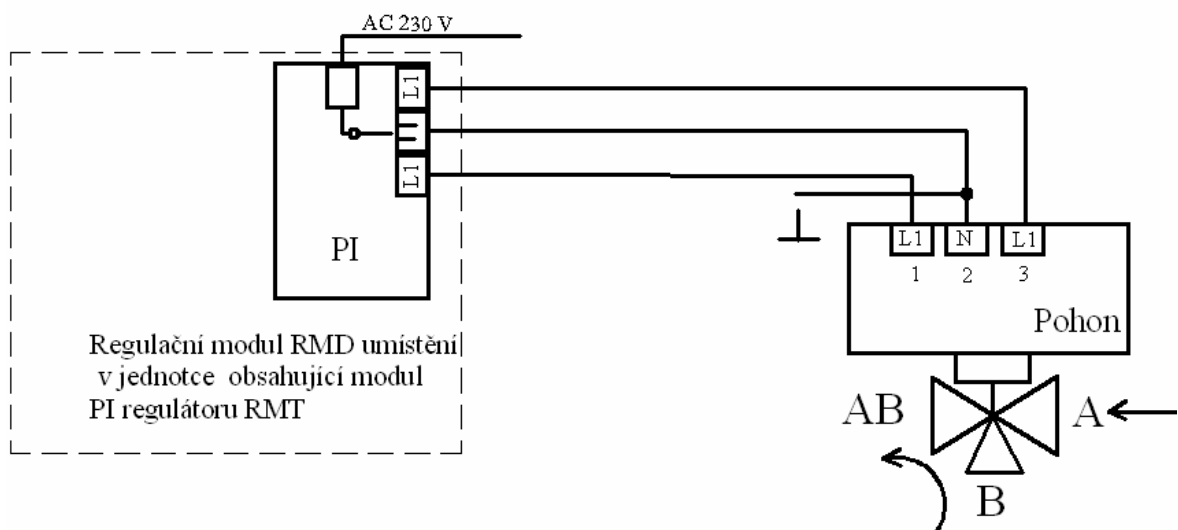
Princip činnosti PI regulace při ovládní ventilu: při zvyšování teploty je topná soustava zapnutá naplno. Po dosažení teploty pásma proporcionality začne regulátor v určených cyklech zapínat a vypínat pohon, čímž dosáhne *pozvolného nárustu* teploty vody na přesně požadovanou úroveň.



Obrázek 20: Průběh ustálení regulace na požadované teplotě vody

Regulátor (s *PI* regulací) pro řízení třicestného směšovacího ventilu plynule reguluje polohu ventilu pomocí jeho pohonu. Regulace tvoří řídicí signály odpovídající odchylce mezi nastavenou žádanou teplotou vody přiváděnou do teplovodního ohřívače a teplotou ohřátého vzduchu snímanou vestavěným čidlem. Možností změn integrační časové konstanty a zesílení regulátoru lze přizpůsobit regulaci vlastnostem otopné soustavy. Zesílení regulace lze nastavit následovně:

- Normálně dimenzovanou teplotu vody - přiváděnou do ohřívače
- Předdimenzovanou teplotu vody – pro vyšší teploty vody přiváděné do ohřívače
- Poddimenzovanou teplotu vody – pro nižší teploty vody přiváděné do ohřívače



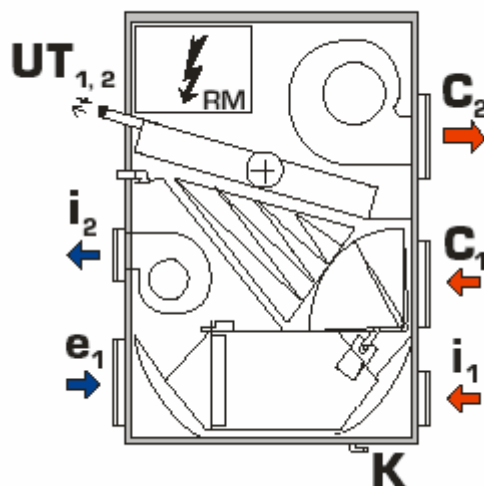
Obrázek 21: Ovládání a propojení pohonu ventilu pomocí *PI* regulátoru umístěného v regulačním modulu větrací a vytápěcí jednotky

4.3 Použitá zařízení v návrhu a jejich výkonové parametry

V návrhu je použita vytápěcí varianta s větrací a vytápěcí jednotku Duplex RC s rekuperací tepla, ve spojení s integrovaným zásobníkem tepla IZT-SN.

4.3.1 Větrací a vytápěcí jednotka DUPLEX - RC s rekuperací

Jednotka je určená pro cirkulační teplovzdušné podlahové vytápění a současně pro komfortní větrání s rekuperací tepla. Konstrukce zajišťuje současně primární cirkulační vytápění a větrání obytných místností domu a sekundární oddělené odvětrání sociálního příslušenství a prostoru kuchyně. Teplo z odsávaného vzduchu je využito pro předehřev čerstvého vzduchu v rekuperačním výměníku při dokonalém oddělení odsávaného a cirkulačního vzduchu. [16]



Obrázek 22: Schématické znázornění jednotky DUPLEX RC

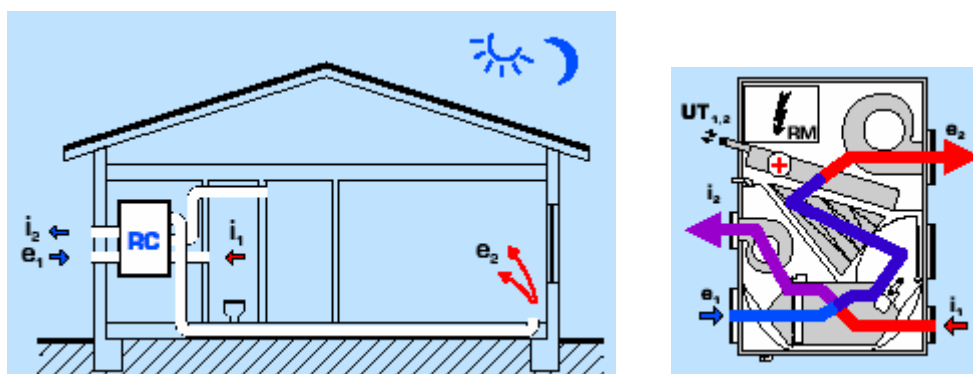
$c1$ - vstup cirkulačního vzduchu; $c2$ - výstup cirkulačního vzduchu; $e1$ - vstup čerstvého vzduchu; $i1$ - vstup odpadního vzduchu; $i2$ - výstup odpadního vzduchu; $UT1$ - přívod topné vody (alt. chladicího média); $UT2$ - zpátečka topné vody (alt. chladicího média); K - odvod kondenzátu

Tabulka 4: Výkonové a technické parametry jednotky DUPLEX RC

Technické parametry jednotky		
cirkulační vzduch - max.	m^3/h	2000
odpadní vzduch - max.	m^3/h	440
min. účinnost rekuperace	%	90
výška	mm	1250
hloubka	mm	510
šířka	mm	850
průměr přípojovacích hrdel	mm	$\varnothing 160, \varnothing 250,$
hmotnost	kg	98-108
počet ventilátorů	ks	2
napětí	V	230 / 50 Hz
jmenovitý proud pro jistící zařízení	A	25
odvod kondenzátu	mm	$\varnothing 30$
max. topný výkon	KW	9,1

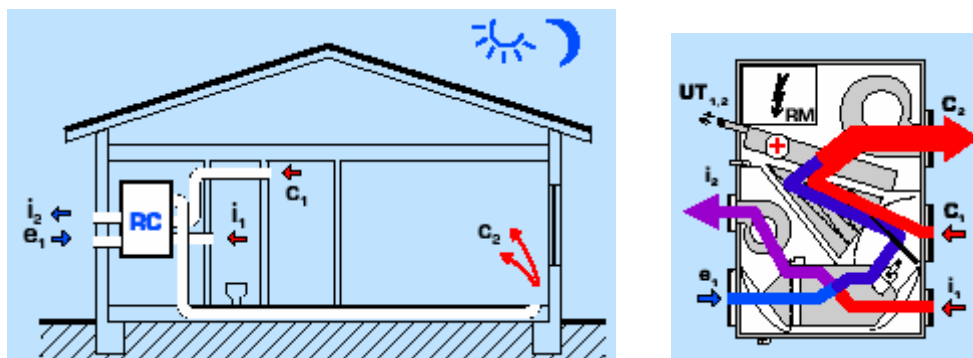
4.3.2 Provozní režimy jednotky

Rovnotlaký větrací režim - Rovnotlaké větrání s nastavitelným výkonem 80 až 250 m^3/h , s rekuperací nebo přes by-pass. Je určen pro větrání a dotápění (bez cirkulace) v přechodném období. Oba ventilátory zapnuty, směšovací klapka uzavřena.



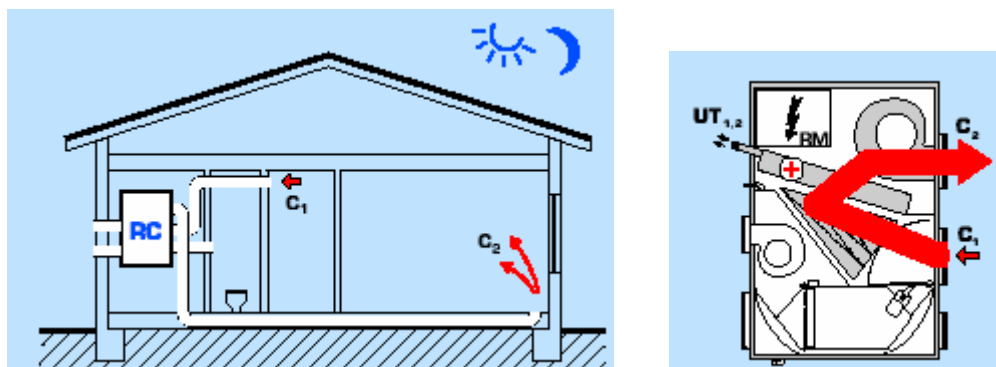
Obrázek 23: Rovnotlaký větrací režim

Cirkulační vytápěcí a větrací režim – Teplovzdušné cirkulační vytápění a rovnotlaké větrání s rekuperací s cirkulačním výkonem až 1200 m^3/h a větracím výkonem do 250 m^3/h . Oba ventilátory zapnuty, směšovací klapka směšuje venkovní a cirkulační vzduch.



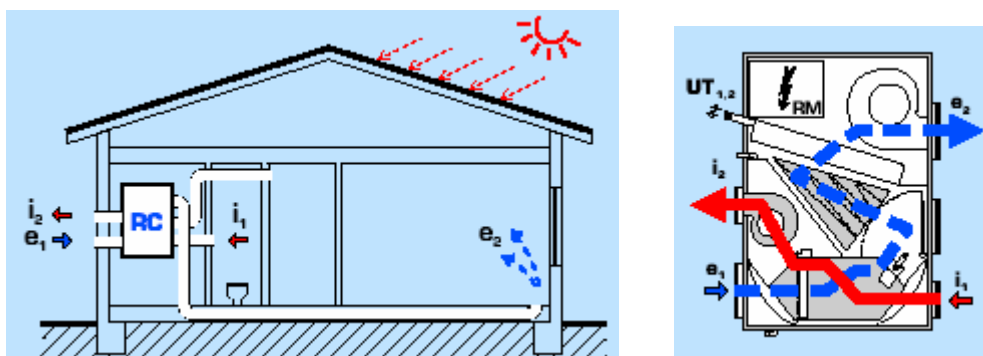
Obrázek 24: Cirkulační vytápěcí a větrací režim

Cirkulační vytápěcí režim s nárazovým větráním - Základní doporučený provozní režim cirkulačního vytápění. Při pobytu osob se impulsem z WC a koupelny přepíná nárazově na větrací režim č. 2 s nastavitelným doběhem, impulsem z kuchyně na režim č. 1 bez doběhu. Případně se cyklicky spíná v nastaveném intervalu větrací režim



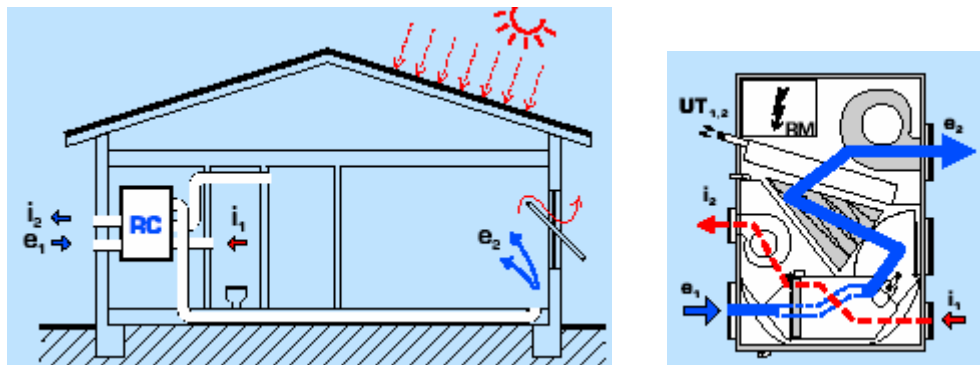
Obrázek 25: Cirkulační vytápěcí režim s nárazovým větráním

Větrací režim podtlakový - letní a přechodné období. Podtlakové odsávání sociálních zařízení, s částečným přívodem filtrovaného větracího vzduchu přes jednotku. Ventilátor cirkulace vypnut, směšovací klapka v poloze „2“.



Obrázek 26: Větrací režim podtlakový

Větrací režim přetlakový - letní období. Intenzivní letní přetlakové větrání obytných prostor plným přívodem venkovního vzduchu, případně ze zemního výměníku. Lze využít i pro noční předchlazení. Odvod vzduchu pootevřenými okny. Ventilátor odpadního vzduchu spínán impulsem, směšovací klapka v poloze „2“, klapka by-passu otevřena. [16]



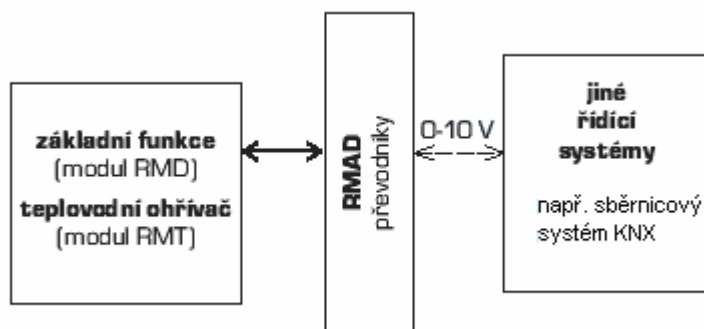
Obrázek 27: Větrací režim přetlakový

4.3.2.1 Digitální systém regulace jednotky

Jednotka obsahuje vestavěný digitální RMD modul, umístěný v jednotce v plastové rozvodnici. Obsahuje také PI regulátor (je součástí RTM modulu) pro řízení směšovacího ventilu pro teplovodní ohřivač vzduchu.

Systém je možné ovládat:

- **regulátorem řady CP 05 RD** – ovládací panel umožňující přímé ovládání funkcí jednotky
- **centrálním řídicím systémem signály 0 – 10 V** - např. pomocí prostorového termostatu, který je připojen na sběrnicevý systém nebo z domovní centrály (*dotykové vizualizační tablo s termostatem*) pro ovládání celého systému



Obrázek 28: Schéma regulace nadřazeným systémem

Tabulka 5: Příslušenství regulačního systému jednotky

Typ modulu	Popis a charakteristika regulačního modulu
RMD	<ul style="list-style-type: none"> • nezávislé ovládání otáček každého ventilátoru, rozsah regulace výkonu ventilátorů je přibližně 40 až 100 % jmenovitého výkonu • snímání teplot všech sektorů jednotky e1 , e2 , i1 , i2 • ochrana rekuperačního výměníku proti zamrznutí kondenzátu s automat. odmrazením • ochrana ventilátorů proti studeným startům • řízení klapky by-passu (letní režim, zimní režim, automatický režim na konstantní teplotu přívodního vzduchu e2), včetně regulace v letním období (tzv. rekuperace chladu) • řízení cirkulační klapky (nastavení poměru směšování od 0 do 100 %) včetně změn otáček odtahového ventilátoru • signalizace zanesení filtrů přívodního i odsávacího vzduchu • výstup pro ovládání klapky přívodního vzduchu e1 a odtahového vzduchu i1 • další funkce nutné z hlediska připojení ohřivačů (blokace při protimrazové ochraně teplovodního ohřivače, povolení chodu v závislosti na provozu ventilátorů, doběh přívodního ventilátoru po vypnutí jednotky s elektrickým ohřivačem, atd.) • výstup – signalizace chodu přívodního ventilátoru • vstup pro zastavení jednotky (například v případě reakce požárních klapek a pod.)
RTM	<p>Řídí základní funkce regulace teplovodního ohřivače ve spojení s modulem</p> <ul style="list-style-type: none"> • snímání teploty za ohřivačem (čidlo TA) • protimrazová ochrana ohřivače (dvoustupňová) + ochrana kapilárním termostatem nezávisle na modulu RMT • řízení směšovacího ventilu s PI charakteristikou podle teploty vzduchu za ohřivačem • řízení oběhového čerpadla (volitelně i spínání zdroje teplé vody) • reléový výstup pro signalizaci rizika zámrazu (s RMD zajistí vypnutí ventilátorů) • vstup pro povolení provozu podle chodu ventilátoru
RMAD23	Převodník pro propojení digitální regulace s nadřazeným řídicím systémem pomocí standardních analogových signálů 0 až 10 V.
ADS 100 (10)	Digitální čidlo teploty vzduchu – prostorové.
ADS 100 (11)	Digitální čidlo teploty vzduchu – venkovní.
Čidlo vlhkosti	Vhodné pro plynulou regulaci otáček ventilátorů větrací jednotky podle okamžité vlhkosti vzduchu.
Čidlo kvality	Vhodné pro plynulou regulaci otáček ventilátorů větrací jednotky podle koncentrace nežádoucích látek ve vzduchu.

4.3.3 Integrovaný zásobník tepla – IZT-SN 925 I



Obrázek 29: Integrovaný zásobník tepla – IZT-SN

IZT-SN zásobníky musí být vybaveny rozvodnicí RG-2 a zálohovým zdrojem tepla, ve třech úrovních vestavěnými elektrickými spirálami. Vlastní zásobník je beztlaká nádrž dle z nerezového plechu a instaluje se výhradně ve svislé poloze. Objem zásobníku je připojen na uzavřený teplovodní topný systém, který je zbaven vzduchu.

Uvnitř nádrže jsou instalovány dva spirálové trubkové výměníky:

- průtokový ohřev TUV zajišťuje výměník z nerezových trubek – umístěný v horní části nádrže, ve které se ustálí nejvyšší teplotní hladina otopné (*akumulační*) vody
- solární ohřev zajišťuje výměník z nerezových trubek – umístěný v dolní části nádrže, který předává teplo ze solárních kolektorů do spodní nejchladnější části, s nejvyšší účinností.

Výměník je obklopen ze spodní strany otevřenou částí stratifikátoru, horní část s perforací zajišťuje dokonalé rozvrstvení vody podle její teploty. Jako záložní zdroj je ve střední části nádrže osazena jedna elektrospirála o výkonu 4 kW pro rychlý letní dohřev TUV. V dolní části jsou osazeny dvě elektrospirály o výkonu 2 kW a 4 kW pro UT pro akumulační ohřev v zimním období .

Při instalaci zásobníku tepla s elektrickými topnými spirálami je doporučovaná sazba pro odběr elektrické energie D35 (tj. 16 hodin/den) nebo D45 (tj. 20 hodin/den) [16]

Tabulka 6: Technické parametry zásobníku IZT-SN

Technické parametry zásobníku IZT-SN		
objem nádrže	<i>litr</i>	925
vnější průměr bez izolace	<i>mm</i>	770
vnější průměr s izolací	<i>mm</i>	1 010
výška celkem bez izolace	<i>mm</i>	2 125
výška celkem s izolací	<i>mm</i>	2 245
hmotnost bez náplně	<i>kg</i>	130
hmotnost s náplní	<i>kg</i>	1 055
pracovní tlak nádrže	<i>kPa</i>	40 – 200
přetlakový pojistný ventil nádrže	<i>kPa</i>	250
max. pracovní teplota	<i>°C</i>	90
max. teplota (havarijní čidlo)	<i>°C</i>	95
Výměníky vestavěné (<i>nerez AISI 316 litrů</i>)		
teplá užitková voda (TUV)	<i>m²</i>	5,93
solar	<i>m²</i>	1,81
max. pracovní přetlak výměníků	<i>kPa</i>	600
přetlakový pojistný ventil výměníků	<i>kPa</i>	600
Zálohový zdroj - elektrospirály		
příkon pro TUV	<i>kW</i>	1x4
příkon pro výměník	<i>kW</i>	1x4 + 1x2
jmenovitý proud pro jistící zařízení	<i>A</i>	25
jmenovité napětí	<i>V</i>	400, 50 Hz
elektrický příkon celkem	<i>kW</i>	10
ochrana proti dotykovému napětí		(1x 4 kW) + (1x 2 kW)

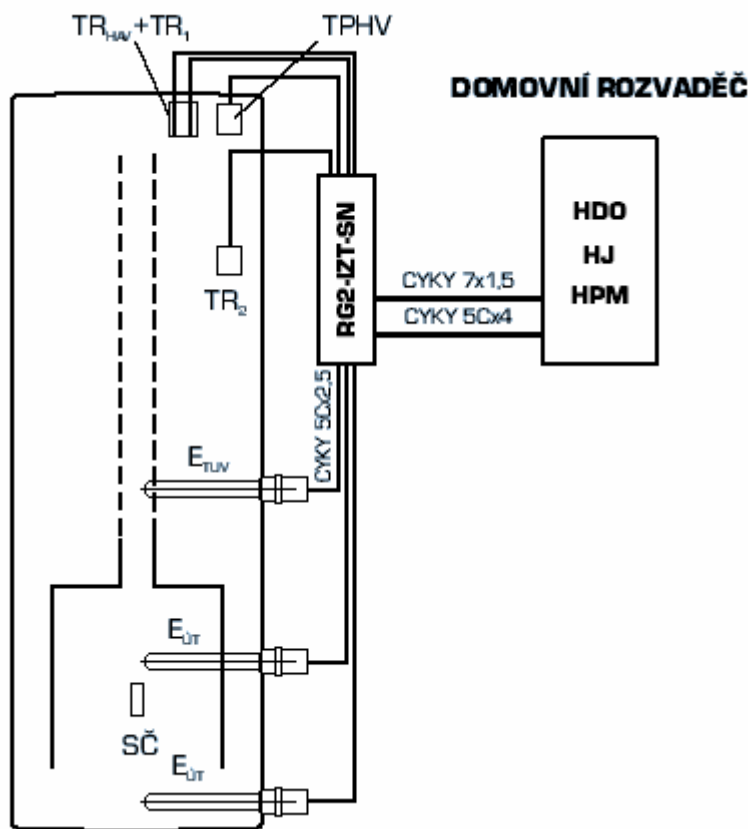
4.3.3.1 Výhody integrovaného zásobníku tepla IZT-SN

- kombinovaný ohřev TUV a vytápění ve společné nádrži
- výrazná teplotní stratifikace (*rozvrstvení*) po výšce nádrže
- využití sluneční energie pro ohřev TUV a zároveň pro podporu solárního vytápění
- dostatečná akumulace tepla pro vytápění i ohřev TUV v době přerušování dodávky elektrické energie.
- možnost připojení dalších zdrojů tepla (*např. krbová vložka, tep. čerpadlo a pod.*)

4.3.3.2 RG2-IZT-SN: silová rozvodnice integrovaných zásobníků IZT-SN

Integrované zásobníky jsou vybaveny silovou rozvodnicí RG2-IZT-SN, která je určena pro jeho napájení a ovládání. Rozvodnice je osazena jištěním, hlavním vypínačem, spínacími a signalizačními prvky. RG2- Rozvodnice je vybavena provozním diferenčním termostatem $0 - 90\text{ }^{\circ}\text{C}$, kterým se řídí a nastavuje teplota vody v horní části nádrže a udržuje se teplota vody pro ohřev teplovodního ohřivače ve střední části nádrže. Zároveň na displeji zobrazuje teplotu v horní části nádrže. Dále havarijním termostatem, který je pevně nastaven na $95\text{ }^{\circ}\text{C}$ a havarijním tlakovým snímačem. V případě poklesu tlaku v topném systému odpojí havarijní tlakový snímač hlavní vypínač. Po odstranění poruchy a napuštění systému je nutné zapnout hlavní vypínač. Kontrolkami na rozvodnici je signalizován provoz topných těles a porucha – havárie.

Napájení rozvaděče RG2-IZT je z hlavního domovního rozvaděče, spouštění el. spirál musí být blokováno přijímačem. V hlavním rozvaděči se doporučuje umístit hlídač proudového maxima, který hlídá současný odběr všech el. spotřebičů a při překročení nastavené hodnoty vypíná nejdříve topná tělesa a při trvajícím zvýšeném odběru i topné těleso TUV. [16]



Obrázek 30: Schéma elektroinstalace a osazení čidel IZT-SN

RG2-IZT-SN.....	Silová rozvodnice;
HJ	Havarijní jistič;
HDO.....	Přijímač hromadného dálkového ovládnání;
HPM.....	Hlídač proudového maxima;
TRhw.....	Čidlo havarijního termostatu;
TR1.....	Čidlo provozního termostatu;
TR2.....	Čidlo provozního termostatu (poměrové);
Etuv	1x elektrospirála 2 nebo 4 kW;
E.....	2x elektrospirála 2 nebo 4 kW;
SČ.....	Čidlo soláru
TPHV.....	Havarijní tlakový snímač

4.3.4 Elektrický koupelkový radiátor BK.ES

Kvůli odtahu odpadního vzduchu, který je umístěn ve stropě koupelny, musí být koupelna vybavena samostatným zařízením k vytápění. Nelze tam tedy využít podlahové horkovzdušné vytápění, kvůli nebezpečí míšení čerstvého a odpadního vzduchu (*hygienické předpisy*). Tudíž je koupelna vytápěna pomocí elektrického topného žebříku na požadovanou teplotu. Přívod čerstvého vzduchu je zajištěn pomocí mezer u prahů dveří.



Elektrické radiátory jsou plněny speciální nemrzoucí směsí do $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Elektrický radiátor je nejpoužívanějším typem mezi koupelkovými radiátory. Může mít funkci sušáku a topidla, které dodává koupelně maximální komfort a pohodlí s příjemným teplem příznivě ovlivňující i klima.

Technické parametry:

Žebřík je vyroben z příčných ocelových trubek $\varnothing 20\text{ mm}$ a dvou vertikálních ocelových stojin ve tvaru D o rozměru $35 \times 41\text{ mm}$. Konkrétní radiátor v mém návrhu má délku 750 mm , výšku 1290 mm a jeho příkon je 500 W .

5 POPIS A NÁVRH ŘEŠENÍ SILNOPROUDÝCH ROZVODŮ V DOMĚ

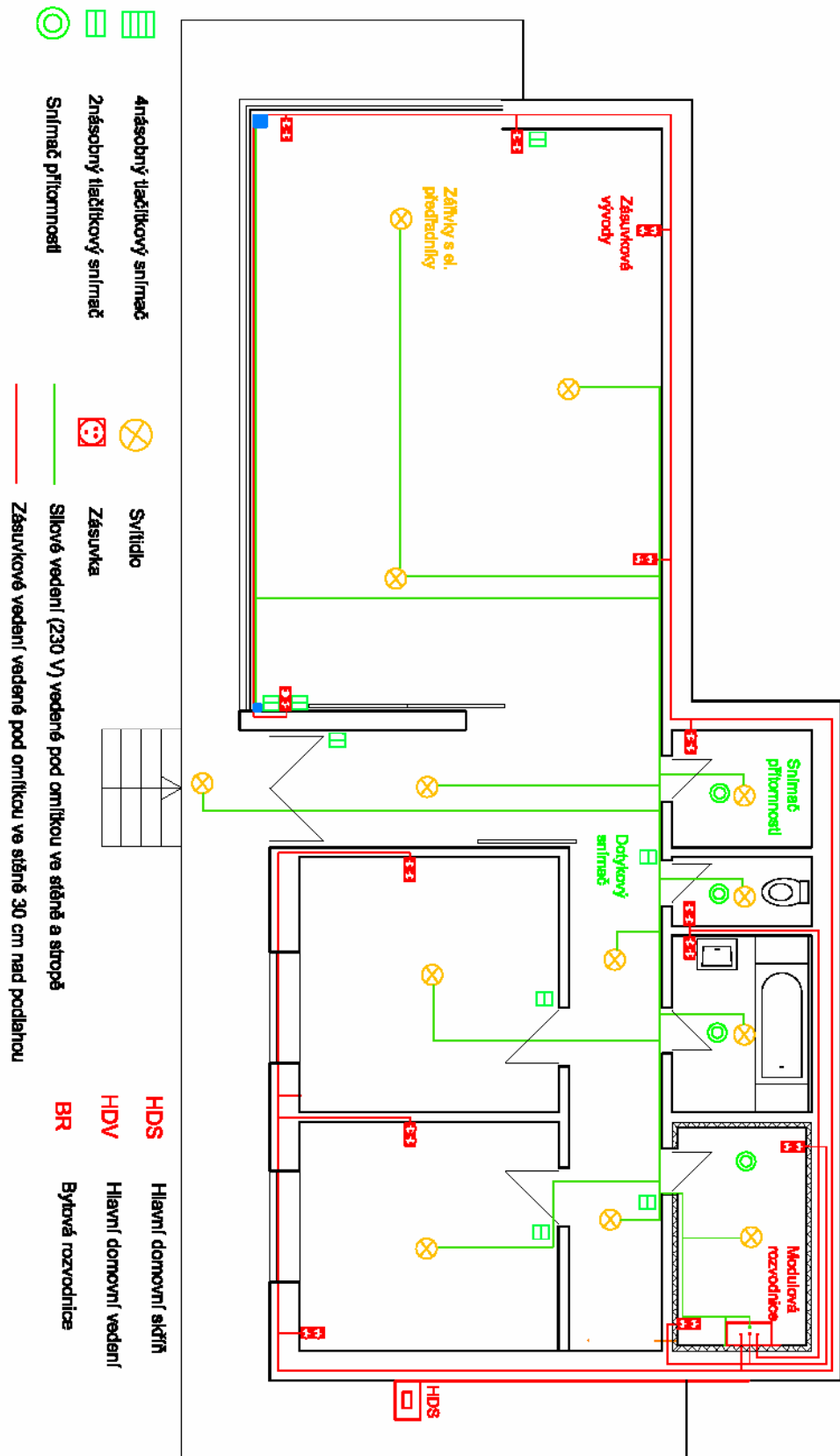
Silnoproudá elektroinstalace zahrnuje veškeré elektrické rozvody, které slouží k napájení spotřebičů elektrickou energií. V bytových objektech je to zejména světelná a zásuvková instalace.

Popis řešení - Dům je napojen k rozvodné síti NN (*nízké napětí*), ze které pomocí přípojovacího vedení (*vedené v zemi*) je napojeno na HDS (*hlavní domovní skříň*), která se nachází ve výšce *0,6 m* na východní straně domu. Skříň je provedena jako koncová přípojka se třemi pojistkami. Od vstupních pojistek z HDS vychází vedení, které se nazývá hlavní domovní vedení do bytové modulární rozvodnice BR. HDV vede po východní stěně a je provedeno jednožilovými izolovanými vodiči uloženými v kabelovém vedením a vedou do bytové rozvodnice, která je zapuštěna na stěně v kontrolní místnosti jako plastová skříňka. Modulární rozvodnice je osazena jednotlivými moduly (*4 až 48 a více modulů*) pro domovní rozvod a hlavním vypínačem. Jsou to moduly proudového chrániče, jističové moduly atd. V bytové rozvodnici se pomocí svorkovnice rozdělí obvody na světelné a zásuvkové. Z rozvodnice se potom zásuvkové obvody vedou vedením pod omítkou ve zdi, které ústí v jednotlivých místnostech asi *30 - 40 cm* nad podlahou. V kuchyni je navíc jeden vývod pod horní částí kuchyňské linky pro připojení kuchyňských spotřebičů.

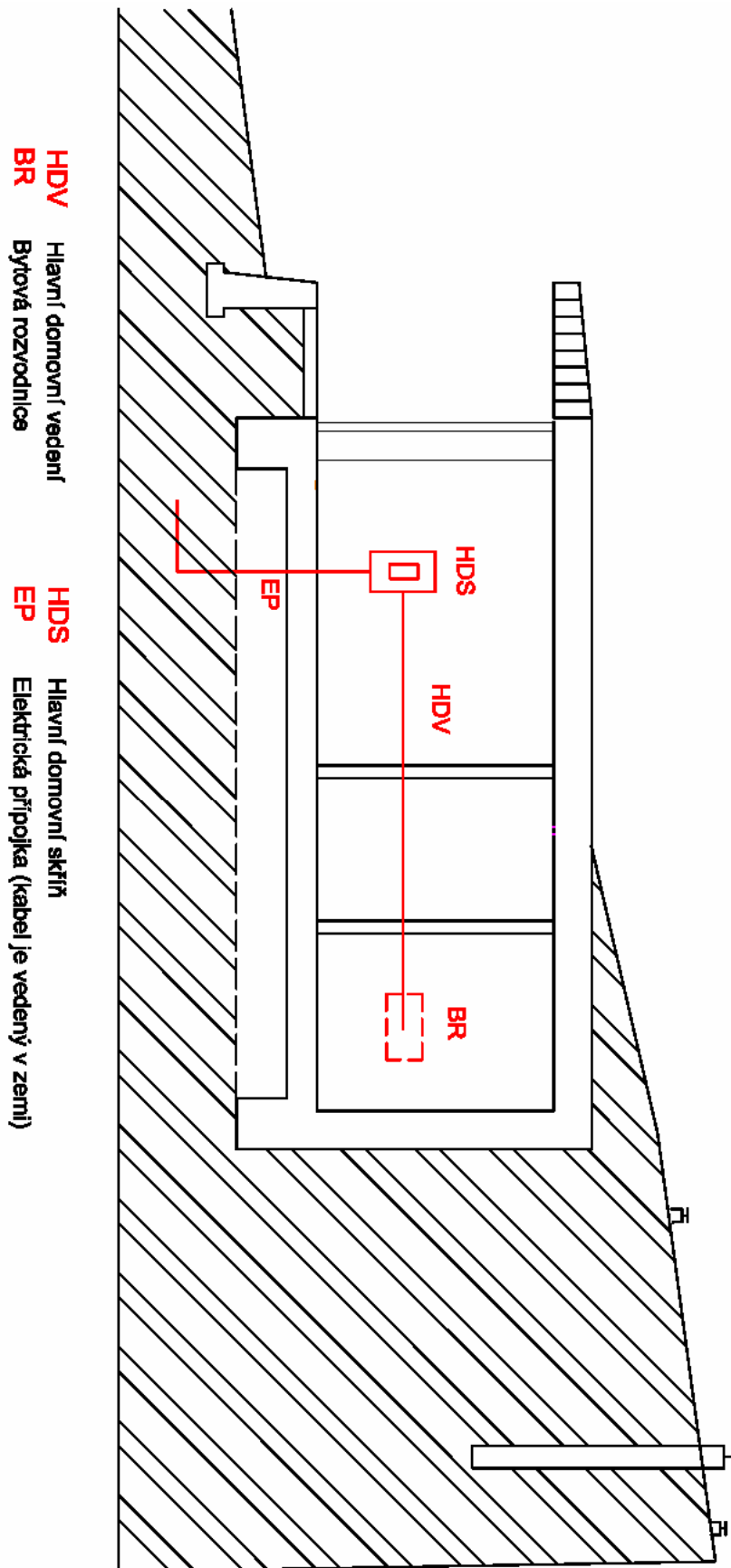
Pro koupelnový rozvod je rozvodnice, kvůli bezpečnosti, vybavena proudovým chráničem. Více o instalaci v koupelně kapitola 5.3.6. Dále jsou zřízeny tři zásuvkové vývody ke zvláštním účelům. Ty je možné zřídít kdekoliv; např. pro připojení televizoru apod. Světelné obvody jsou vedeny pod omítkou ve stěně (*společně se sběrníkovým kabelem*) a stropě. Svítidla jsou umístěny na stropě ve středu místnosti a jsou ovládány dotykovými snímači, které jsou umístěné u vchodu do každé místnosti. V technické místnosti, koupelně, WC a šatně jsou svítidla ovládány snímačem přítomnosti osob, který je umístěný na stropě kvůli maximálnímu pokrytí proti pohybu.

Specifikace domovního silnoproudého obvodu (*jmenovitý proud, jmenovité napětí a průřez jader vodičů vedení*) je v tabulkách 6,7,8,9,10.

5.1 Schéma provedení zásuvkových a světelných rozvodů v domě



Obrázek 31: Schéma návrhu silnoproudé elektroinstalace - pohled 1 (půdorys)



Obrázek 32: Schéma návrhu silnoproudé elektroinstalace – Pohled 2 (venkovní)

5.2 Seznam používaných norem

Normy jsou řazeny podle šestimístného znaku pro třídění

ČSN	xx	xx	xx
třída	skupina	číslo ve skupině	
	01	<i>obecná</i>	
	01	01	<i>obecná skupina postihující pojmy všech oborů</i>
	01	33	<i>výkresy v elektrotechnice</i>
	<i>33 – elektrotechnika – elektrotechnické předpisy:</i>		
	33	00	<i>terminologie: mezinárodní slovník</i>
	33	01	<i>jmenovité hodnoty a značení předmětů</i>
	33	06	<i>bezpečnost elektrických zařízení</i>
	33	13	<i>bezpečnost při zacházení zařízením</i>
	33	21	<i>vnitřní elektrické rozvody</i>
	<i>34 – elektrotechnika – konstrukční předpisy</i>		
	34	10	<i>kladení elektrického vedení</i>
	34	74	<i>silové vodiče</i>
	34	76	<i>silové kabely</i>
	<i>35 – elektrotechnika – elektrické stroje a jejich díly</i>		
	35	71	<i>silové rozvaděče</i>
	<i>36 – elektrotechnika – osvětlování, el. spotřebiče, sdělovací technika</i>		
	36	00	<i>osvětlování - všeobecně</i>
	36	04	<i>vnitřní a venkovní osvětlení</i>
	36	06	<i>elektrická svítidla</i>

5.3 Rozvod elektrické energie - domovní rozvody

Cílem je dopravit elektrickou energii od zdroje (*elektrárny, transformátor*), elektrické stanice ke spotřebiči (malo/velkoodběratel). Přenosová cesta je tvořena větvemi (*kabely*) a uzly (*rozvodnice, rozvaděče, rozvodny*). [18]

5.3.1 Druhy a rozdělení sítí

Tabulka 7: Rozdělení soustav podle počtu vodičů

Počet fází	Počet vodičů
Jednofázová soustava	2 nebo 3 vodiče
Dvoufázová soustava	3 nebo 4 vodiče
Třífázová soustava	4 nebo 5 vodičů

Tabulka 8: Význam písmen při značení sítí

První písmeno		Druhé písmeno		Třetí písmeno	
Písmeno	Význam	Písmeno	Význam	Písmeno	Význam
<i>T</i>	Spojení jednoho bodu sítě se zemí.	<i>T</i>	Přímé spojení neživých částí se zemí.	<i>S</i>	Funkce ochranného vodiče je oddělena od středního vodiče.
<i>I</i>	Oddělení všech živých částí od země.	<i>N</i>	Přímé spojení neživých částí s uzemněným bodem sítě.	<i>C</i>	Funkce středního a ochranného vodiče je sloučena v jednom vodiči PEN.

Tabulka 9: Charakteristika jednotlivých sítí

Druh sítě	Charakteristika
<i>TN-C</i>	Síť má jeden bod přímo uzemněný, neživé části připojených elektrických zařízení jsou spojeny s tímto bodem sítě prostřednictvím ochranného vodiče, který je zároveň i vodič střední.
<i>TN-S</i>	Síť má jeden bod přímo uzemněný, neživé části připojených elektrických zařízení jsou spojeny s tímto bodem sítě prostřednictvím ochranného vodiče, který je oddělen od středního vodiče.
<i>TN-S-C</i>	Síť má jeden bod přímo uzemněný, neživé části připojených elektrických zařízení jsou spojeny s tímto bodem sítě prostřednictvím ochranného vodiče, který je oddělen od středního vodiče, ale v části sítě jsou oba vodiče sloučeny do jednoho vodiče.
<i>TT</i>	Síť má jeden bod přímo uzemněný a neživé části připojených elektrických zařízení jsou v této síti spojeny se zemniči nezávislými na zemničích sítě.
<i>IT</i>	Síť má všechny živé části izolované od země nebo jeden bod spojený se zemí přes dostatečnou impedanci a neživé části připojených elektrických zařízení jsou spojeny se zemí jednotlivě nebo po skupinách nebo všechny společně spojeny s uzemněním.

5.3.2 Jmenovitá napětí rozvodných zařízení

Tabulka 10: Jmenovitá napětí rozvodných zařízení

Napětí	Zkratka	Velikost
Malé napětí	<i>MN</i>	6, 12, 24, 48 V
Nízké napětí	<i>NN</i>	110, 230, 380, 500, 600 V
Vysoké napětí	<i>VN</i>	3, 6, 10, 22, 35 kV
Velmi vysoké napětí	<i>VVN</i>	110 kV, 220 kV
Zvlášť vysoké napětí	<i>ZVN</i>	400 kV, 750 kV

Kategorie napětí	Označení napětí	Název napětí	Jmenovitá napětí		
			V uzemněné soustavě		V izolované soustavě
			mezi vodičem a zemí	mezi vodiči	mezi vodiči
<i>I</i>	<i>MN</i>	Malé napětí	do 50 V	do 50 V	do 50 V
<i>II</i>	<i>NN</i>	Nízké napětí	nad 50 V do 600 V	od 50 V do 1000 V	od 50 V do 600 V
<i>A</i>	<i>VN</i>	Vysoké napětí	od 0,6 kV do 30 kV	od 1 kV do 52 kV	od 1 kV do 52 kV
<i>B</i>	<i>VVN</i>	Velmi vysoké napětí	od 30 kV do 171 kV	od 52 kV do 300 kV	od 52 kV do 300 kV
<i>C</i>	<i>ZVN</i>	Zvlášť vysoké napětí		od 300 kV do 800 kV	
<i>cc</i>	<i>UVN</i>	Ultra vysoké napětí		nad 800 kV	

5.3.3 Dimenzování vodičů

Volba průřezu vodičů je jedna ze základních úloh při přenosu elektrické energie. Dbát musíme na těchto pět zásad:

- 1) Dovolené oteplení jader
- 2) Dovolený úbytek napětí
- 3) Mechanická pevnost
- 4) Zkratová bezpečnost

Tabulka 11: Dimenzování vodičů

Specifikace obvodu		Jmenovitý proud pro jistící zařízení	Průřez jader vodičů vedení v mm ²			
			V trubkách nebo lištách		Pod omítkou	
			Al	Cu	Al	Cu
Jednofázový	Světelný	10	2,5	1,5	2,5	1,5
	Zásuvkový	16	4	2,5	2,5	1,5
	Pro pračku	16	4	2,5	2,5	1,5
	Pro bytové jádro	16	4	2,5	2,5	1,5
	Zásobníkový	10	2,5	1,5	2,5	1,5
	Zvonky, telefon	4	2,5	1	2,5	1
Trojfázový	Kuchyňský sporák do 10 kW	16	4	2,5	2,5	1,5
	Akumulační kamna do 6 kW	10	2,5	2,5	2,5	1,5
	Akumulační kamna do 10 kW	16	4	2,5	4	2,5

5.3.4 Světelné obvody

Slouží k osvětlení místností. Nejčastěji se svítidlo umísťuje na strop do prostředí místnosti a ovládání se umísťuje ke vchodu do místnosti. Ovládání (*spínání, vypínání, přepínání*) slouží spínače nebo dotykové snímače, které se umísťují 1,2 m nad podlahou. Jmenovitý proud spínačů pro vnitřní osvětlení místností je 10 A. [18]

Tabulka 12: Počet svítidel v jednotlivých místnostech

Místnost	Minimální počet svítidel
Obývací pokoj + kuchyň	2
Pokoj 1	1
Pokoj 2	1
Technická místnost	1
Koupelna	1
WC	1
Chodba/zádveří/terasa	4
Šatna	1

5.3.5 Zásuvkové obvody

Zásuvkové obvody se zřizují pro připojení spotřebičů vidlicí do zásuvky. Zásuvka musí mít ochranný kolík (nahore) připojený na ochranný vodič a střední vodič se připojuje na pravou dutinku při pohledu zepředu (ČSN 33 21 80).

Na jeden zásuvkový obvod (*jednofázový*) lze připojit nanejvýš 10 zásuvkových vývodů (vícenásobná zásuvka se považuje za jeden zásuvkový vývod). Zásuvkové obvody se jistí 10 A jističem do celkového příkonu 2200 VA nebo 16 A jističem do celkového příkonu 3520 VA.

Zásuvky se umisťují v obytných místnostech (*ložnice, obývací pokoje*) zpravidla 30 – 50 cm nad podlahou (*v panelových domech jsou obvykle těsně nad podlahou*). V kuchyni se provádí alespoň jeden vývod pod horní části kuchyňské linky (*nad pracovní deskou*). K zvláštním účelům je možné zásuvkový vývod zřídít kdekoliv; např. pro připojení promítacího plátna, televizoru na konzole apod. [18]

Elektrické rozvody v bytě se provádějí v síti TN-S.

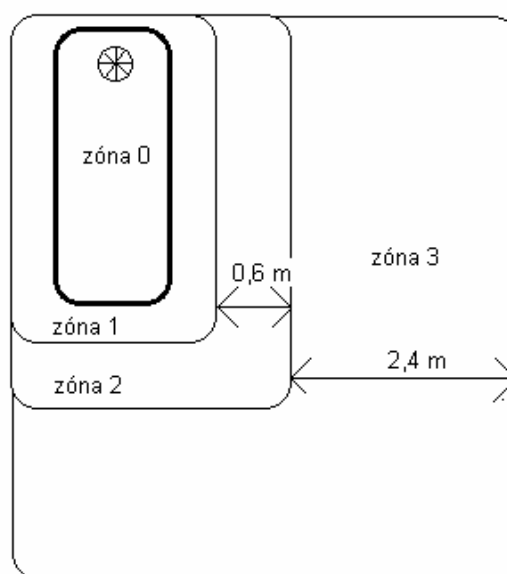
Tabulka 13: Počet zásuvek v jednotlivých místnostech

Místnost	Minimální počet zásuvek
Obývací pokoj + kuchyň	2
Pokoj 1	1
Pokoj 2	1
Technická místnost	1
Koupelna	1
WC	1
Chodba/zádveří/terasa	4
Šatna	1

Elektroinstalace v koupelnách

Tabulka 14: Dělení koupelny na zóny dle normy ČSN 33 2000-7-701

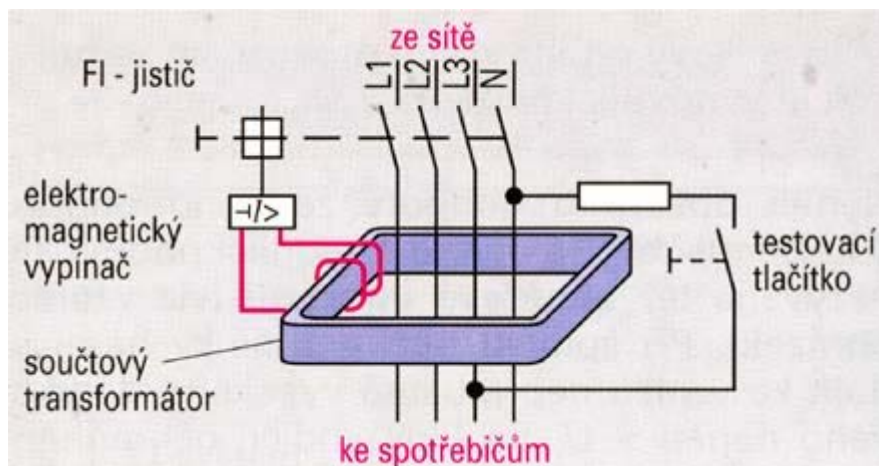
Zóna	Rozměry	Charakteristika
0	Od dna vany/sprchové mísy po okraj vany/sprchové mísy.	(vnitřek vany) V této zóně nesmějí být umístěny žádná žádná spínací zařízení a je zde povolena ochrana malým napětím do 12 VAC.
1	Ohraničena půdorysem dna vany/sprchové mísy nebo půdorysem prostoru s pevnou sprchou do výše 2,25 m od podlahy nad zónu 0.	Zde může být ohřívač vody nebo sprchové čerpadlo, dané elektrické zařízení musí odpovídat podmínkám pro tuto zónu. Zařízení musí odpovídat tomuto prostoru a obvody musí být chráněny proudovým chráničem s citlivostí 30 mA. Spínací zařízení v této zóně mohou být pouze pro obvody s napětím do 12 VAC.
2	Prostor od okraje vany/sprchové mísy do vzdálenosti 60 cm a do výše 2,25 m nad podlahu.	Mohou zde být svítidla, topidla, ventilátory a zařízení pro zónu 0, 1 a ještě vířivé vany, které vyhovují podmínkám a jsou vybaveny proudovými chrániči do 30 mA. Nesmějí tu být spínače a zásuvky s výjimkou spínačů a zásuvek pro obvody malého napětí a pro napájení holičích strojků a jističení proti přetížení musí být chráněno proudovým chráničem do 30 mA.
3	Prostor od okraje zóny 2 do vzdálenosti 2,4 m ve výši 2,25 m nad podlahou.	Mohou zde být zařízení pro zónu 0, 1, 2 dále vypínače a zásuvky bez předepsaného umístění. Obvody musí být připojeny „trojvodičově“ a chráněny proudovými chrániči.



Obrázek 33: Schématické znázornění jednotlivých zón

5.3.6 Ochrana před dotykovým napětím v koupelně

V elektrické instalaci v návrhu je použit proudový chránič pro zapojení koupelny. Úlohou proudového chrániče je odpojit během chvilky spotřebič, ve kterém vinou porušení izolace vzniklo nebezpečné dotykové napětí. (např. v případě, že se člověk dotkne živého vodiče nebo když fén spadne do vany atd.).

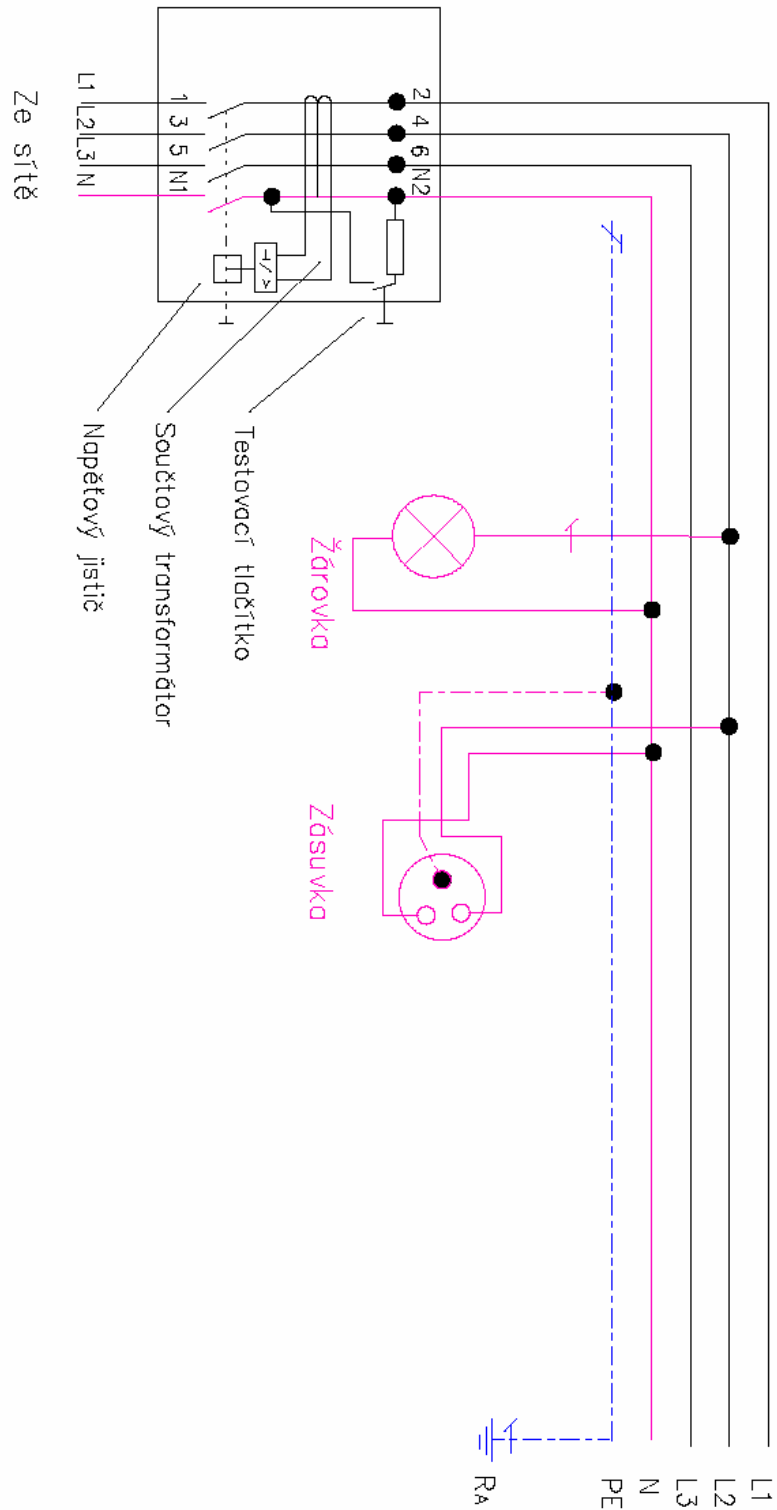


Obrázek 34: Obecné schéma proudového chrániče

Popis principu proudového chrániče

Všechny pracovní vodiče L_1 , L_2 , L_3 , N (3 fáze a nulový vodič) vedoucí z rozvodné sítě k chráněnému spotřebiči procházejí součtovým transformátorem. V bezchybném stavu je součet protékajících proudů roven nule. Střídavé magnetické pole všech vodičů se vzájemně vyruší a v sekundárním vinutí součtového transformátoru se neindukuje napětí.

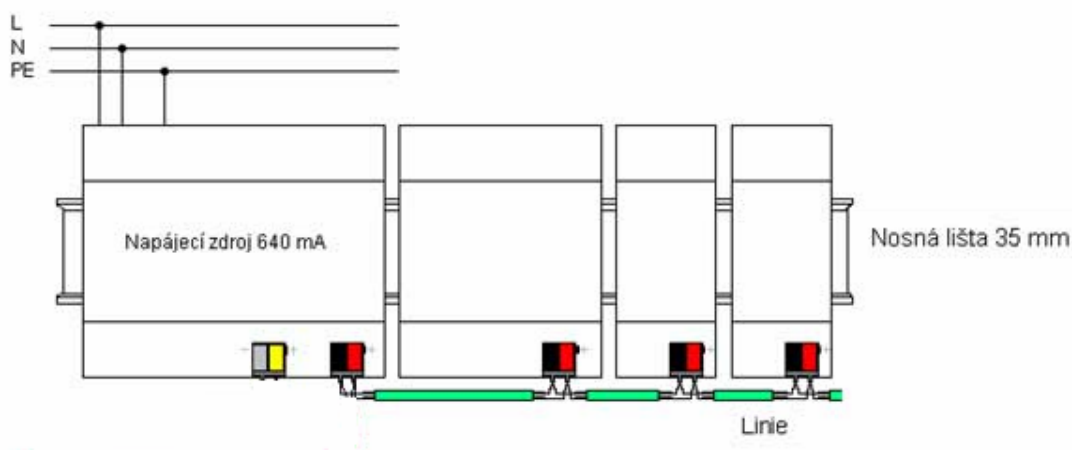
Při zkratu na zem, na kostru nebo na ochranný vodič v nějakém spotřebiči teče část zpětného proudu zemí nebo ochranným vodičem. Součet proudů protékajících napěťovým jističem pak není nulový a v sekundárním vinutí součtového transformátoru se indukují napětí, které způsobí rozpojení elektromagnetického jističe. Tento jistič způsobí odpojení všech pracovních vodičů (**nikoliv ochranného**) vedoucích k poškozenému spotřebiči. Pomocí zkoušecího tlačítka může být simulována chyba. Tak se dá přezkoušet vypínací funkce jističe, ale nikoliv účinnost ochranných opatření. [19]



Obrázek 35: Podrobné schématické znázornění proudového chrániče pro koupelnové světelné a zásuvkové obvody

6 POPIS A NÁVRH ŘEŠENÍ SLABOPROUDÉ ELEKTROINSTALACE S NAPOJENÍM NA JEDNOTNÝ SBĚRNICOVÝ SYSTÉM

Popis řešení - V domě je instalovaný jednotný sběrniceový systém Konex Bus (tvoří jej pár vodičů, na které jsou připojeny jednotlivé ovládací, řídicí a ovládané - řízené prvky). Jako sběrniceové kabely jsou použity metalické vodiče (zkroucené páry), které jsou napájeny napájecím modulem uloženým na liště v technické místnosti společně z dalšími moduly (akční členy, IP rozhraní, elektroměr atd.). Napájecí modul je napájen ze sítě nízkého napětí $NN - 230 V, 50 Hz$. Je vybaven tlumivkou zamezující šíření poruchových signálů ze sítě a současně zabraňující úniku telegramů mimo sběrnici. Propojení mezi zdrojem a sběrniceovými spojkami jsou zajišťována kabelem sběrnice prostřednictvím svorek.



Obrázek 36: Příklad uložení jednotlivých KNX modulů na nosnou lištu

Sběrniceový kabel je veden společně se silovým kabelem po celém domě k jednotlivým zařízením a prvkům sběrniceového systému KNX. Vedení kabelů je v lištách pod omítkou ve stěně a stropě, na který jsou napojeny jednotlivé dotykové snímače, snímače pohybu, svítidla atd. Jako svítidla jsou použity zářivky s regulovatelnými elektronickými předřadníky. Díky propojení všech systémů do jednoho společně říditelného celku a možnosti libovolně programovat funkci každého tlačítkového snímače, lze oproti běžnému domu zcela změnit způsob ovládní.

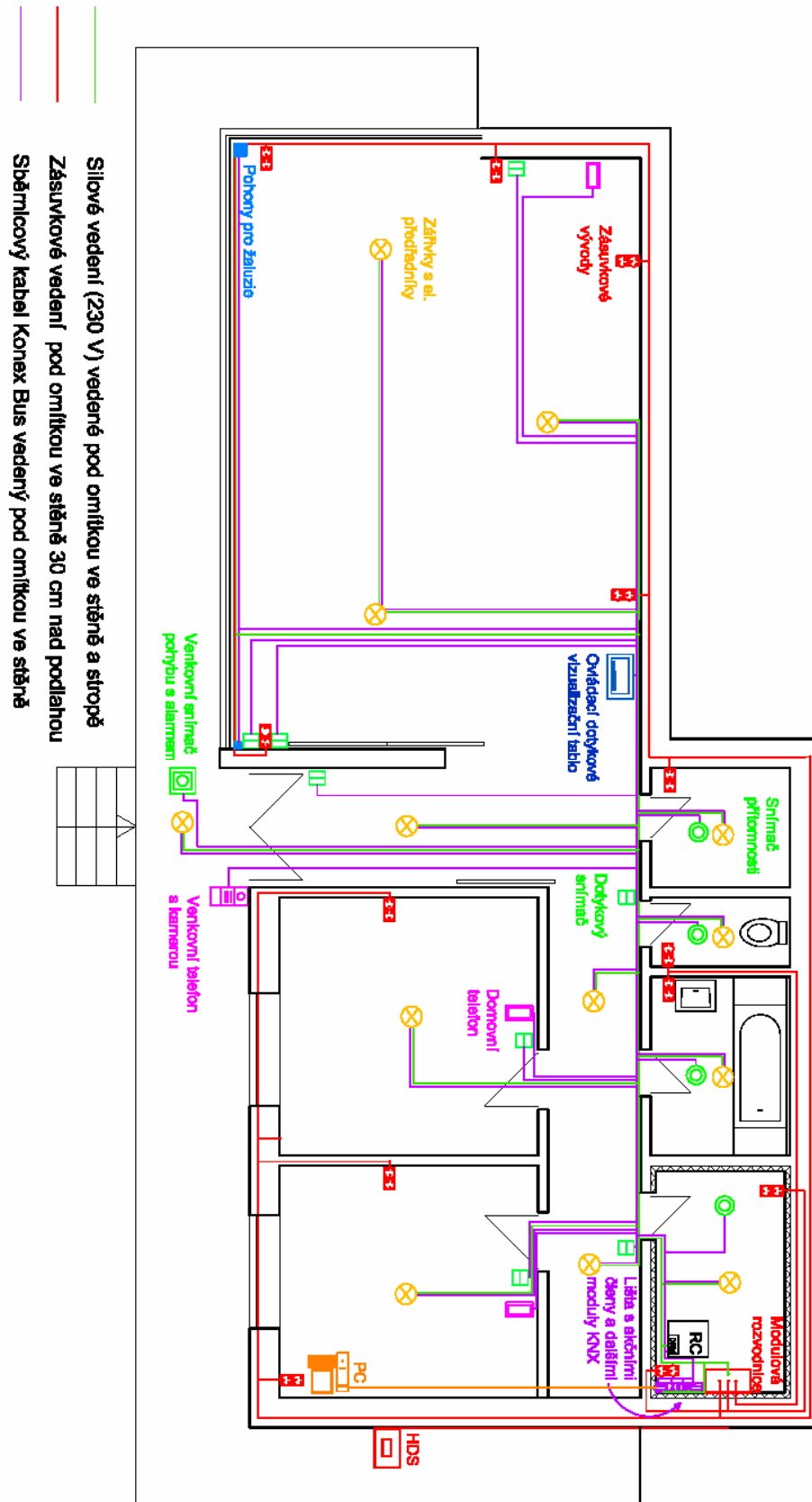
Na rozdíl od klasického manuálního ovládání jednotlivých světel, je možné vytvořit u svítidel světelné scény neboli režimy – ať už pro celý dům, nebo pro samostatnou místnost. Scény mohou být definovány např. pro spánek, dovolenou, večeři, sledování televize nebo simulovat světelné scény při nepřítomnosti v domě. Scénu lze vyvolat stiskem jednoho tlačítka, a nastavit tak všechna světla a ostatní zařízení v domě automaticky do požadovaného stavu.

Pomocí regulace větrací a vytápěcí jednotky (*to je umožněno díky regulačnímu modulu, který je součástí jednotky spojeného se sběrnici*) je možné nastavit třeba režim, že po odchodu uživatele z domu je teplota sama snížena nebo naopak, aby se začalo vytápět určitý čas před tím, než se vrátí zpět domu (*například v zimě*). Veškeré tyto operace se mohou ovládat pomocí jednotlivých tlačítkových snímačů umístěných v domě nebo za pomoci centrálního vizualizačního tabla umístěného v obýváku. Dále jsou na sběrnici napojeny snímače přítomnosti v koupelně, šatně, WC a technické místnosti, které reagují na přítomnost člověka tím, že rozsvítí světlo na dobu, po kterou se člověk v prostoru nachází. Na verandě u vstupních dveří je instalovaný domovní strážce s alarmem a světelným efektem, který při zapnutí reaguje na narušení venkovního prostoru.

Komunikaci v domě, mezi jednotlivými pokoji, zajišťují domovní telefony umístěné v kuchyni, ložnici, dětském pokoji a venku. Venkovní telefon je navíc vybaven kamerou, pomocí ní je možno vidět obraz (*např. o přítomnosti člověka před dveřmi*) na vizualizačním tablu. To nám také umožňuje sledovat a řídit funkce jednotlivých prvků, které jsou připojené na. Také se dá využít jako centrálu akustických hlášení, jako integrovaný prostorový termostat pro regulaci vytápěcí a větrací jednotky a jako rozhraní pro dálkové ovládání.

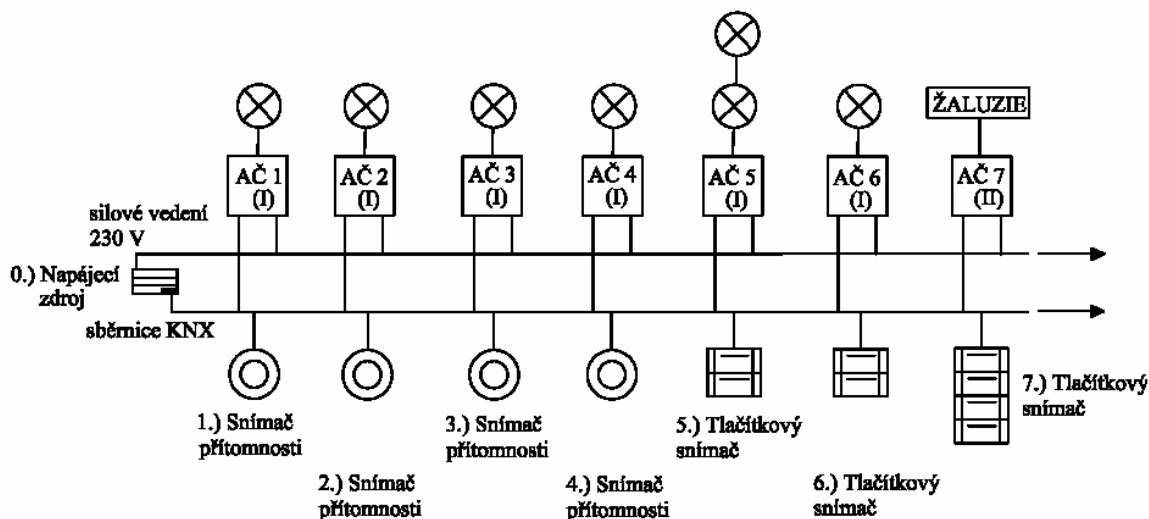
Pro propojení sběrnice systému se sítí slouží internetové rozhraní EIB/KNX server, které je umístěné také na liště v technické místnosti. Toto rozhraní umožňuje vzdálený přístup k systémové instalaci z libovolného internetového přípojného místa nebo z lokální sítě a tímto prostřednictvím řídit, regulovat, monitorovat a vyhodnocovat data o spotřebě pomocí internetu nebo mobilního telefonu, kdekoliv na světě. Pro připojení osobního počítače k internetu slouží jako modem zařízení: *DialThru GSM* brána.

6.1 Schéma provedení sběrnice instalace v domě

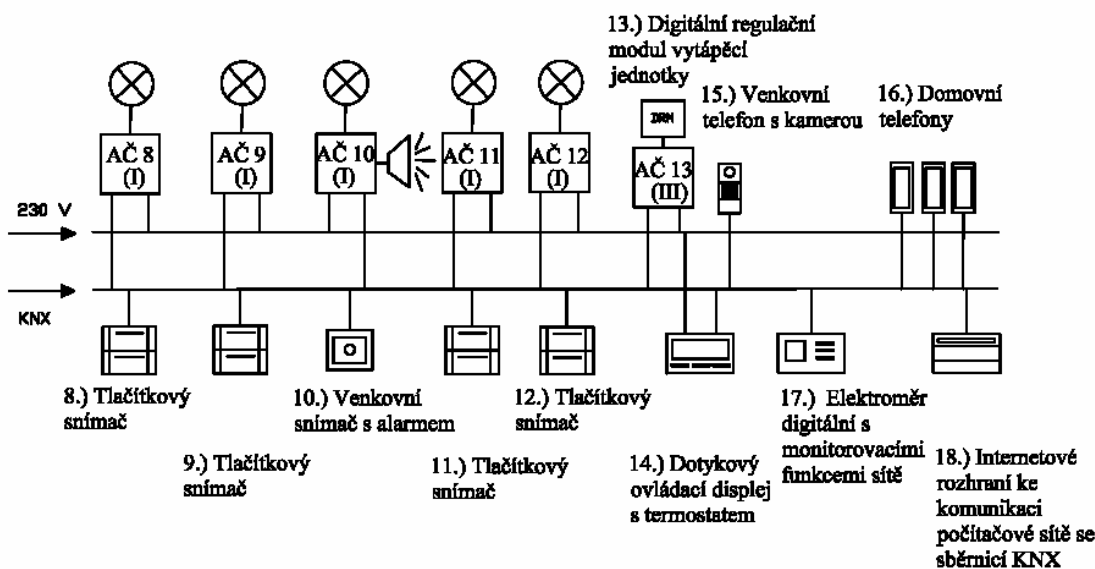


Obrázek 37: Schéma návrhu sběrnice instalace v domě

6.2 Schéma způsobu připojení jednotlivých senzorů a aktorů na navržený sběrnový systém Konex Bus



Obrázek 38: Napojení prvků na sběrnici – 1. část



Obrázek 39: Napojení prvků na sběrnici – 2. část

6.3 Vzájemné vztahy mezi senzory a aktory komunikujících přes sběrníkový systém KNX

č.	Zařízení	Akční člen	Místnost / Ovládaný prvek	Funkce
1	Snímač přítomnosti	Ač 1 (I) spínací/stmívací	WC / Zářivky	reakce na pohyb
2	Snímač přítomnosti	Ač 2 (I) spínací/stmívací	Šatna / Zářivky	reakce na pohyb
3	Snímač přítomnosti	Ač 3 (I) spínací/stmívací	Koupelna / Zářivky	reakce na pohyb
4	Snímač přítomnosti	Ač 4 (I) spínací/stmívací	Tech. místnost / Zářivky	reakce na pohyb
5	Snímač tlačítkový 2 tl.	Ač 5 (I) spínací/stmívací	Obývací / Zářivky	spínání/stmívání
6	Snímač tlačítkový 2 tl.	Ač 6 (I) spínací/stmívací	Kuchyň, Jídelna / Zářivky	spínání/stmívání
7	Snímač tlačítkový 4 tl.	Ač 7 (II) žaluziový	Kuchyň, Obývací / Žaluzie	pro 2 až 4 nezávislé pohony- otáčení žaluzií
8	Snímač tlačítkový 2 tl.	Ač 8 (I) spínací/stmívací	Pokoj 1/ Zářivky	spínání/stmívání
9	Snímač tlačítkový 2 tl.	Ač 9 (I) spínací/stmívací	Pokoj 2 / Zářivky	spínání/stmívání
10	Venkovní snímač pohybu		Terasa / Zářivky+alarm	reakce pohyb
11	Snímač tlačítkový 2 tl.	Ač 11 (I) spínací/stmívací	Chodba / Zářivky	spínání/stmívání
12	Snímač tlačítkový 2 tl.	Ač 12 (I) spínací/stmívací	Zádveří / Zářivky	spínání/stmívání
13	Digitální reg. modul jednotky	Ač 13 (III) sběrníková spojka	Řídící místnost	větrání/vytápění

č.	Zařízení	Akční člen	Místnost / Ovládaný prvek	Funkce
14	Dotykový displej		Obývací	spotřeba/optimalizace/vizualizace /monitorování
15	Domácí telefon		Pokoj1, Pokoj2, Kuchyň	komunikace
16	Venkovní kamerový telefon		Terasa	komunikace s obrazem
17	Elektroměr s monitorovacími funkcemi		Technická místnost	měření spotřeby, optimalizace/vizualizace /monitorování
18	Internetové rozhraní server KNX		Technická místnost	interface mezi instalacemi KNX/EIB a sítěmi IP

6.4 Charakteristika EIB/KNX prvků a zařízení použitých v návrhu

Název prvku	Popis a charakteristika
Snímač přítomnosti Busch-Wächter® Präsenz EIB/KNX	Spínání v závislosti na osvětlenosti a na pohybu přítomných osob pro dva světelné výstupy a jeden výstup topení, chlazení a ventilace. Řízení na stálou osvětlenost. Funkce hlášení. Dosah: kruh o průměru 6 m ve výšce 1 m (při montážní výšce 2,5 m) Úhel záběru: 360°, stranový dosah: 3 m Zpoždění vypnutí: 10 s - 30 min pro osvětlení, 1 až 60 min pro klimat. Nastavení osvětlenosti: 5 lx až 1 000 lx Nastavovací prvky: tři potenciometry Stupeň krytí: IP 20 Rozsah pracovních teplot: -5 °C až +45 °C CENA: 4976 Kč
Snímač tlačítkový Solo®	2 a 4 násobný tlačítkový snímač. Ovládací prvky: tlačítkové kontakty vlevo/vpravo Indikace stavu sepnutí: vestavěnými stavovými LED Stupeň krytí: IP 20 CENA: 2násobný 1749 Kč 4násobný 2695 Kč
Venkovní snímač pohybu s alarmem Busch-Wächter® 220 KNX/EIB ProfessionalLINE,	Prostor záběru: 92 sektorů se 368 spínacími segmenty Úhel záběru: 220°, dosah: čelně 16 m, stranově 8 m Zpoždění vypnutí: 10 s až 32 min Mezní hodnota osvětlenosti: 0,5 lx až 1 000 lx Stupeň krytí: IP 55 Rozsah pracovních teplot: -25 °C až +55 °C CENA: 8014 Kč
Název prvku	Popis a charakteristika

<p>Dotykový řídicí panel SMART, BANG & OLUFSEN, barevný displej</p>	<p>Volně programovatelný barevný BANG & OLUFSEN dotykový displej KNX/EIB pro funkce řízení, hlášení a zobrazování. Lze nastavit a ovládat až 210 funkcí KNX/EIB (spínání, stmívání, řízení žaluzií, zobrazení měřených hodnot atd.), s možností vytváření scén a časových programů, s možností simulace přítomnosti. Na jedné straně lze nastavit 8 ovlád. symbolů anebo 5 či 10 dotykových ploch. Předkonfigurovaná strana pro ovládání multimediálních přístrojů (ve spojení s přídatným multimediálním akčním členem komunikujícím po sběrnici Volitelná struktura menu. Volně popisovatelné ovládací dotykové plochy s uživatelsky definovanými symboly. Vyvolání funkcí přímo dotykovou plochou nebo prostřednictvím menu. Lze využít jako centrálu akustických hlášení. Integrovaný prostorový termostat pro regulaci topení i chlazení a IR rozhraní pro dálkové ovládání. Pro programování použít software jen od ETS2, V1.3. Ovládací prvky: volně programovatelné dotykové plochy Zobrazení: dotykový displej 320 x 240 obrazových bodů Připojení k linii KNX/EIB: šroubovými násuvnými svorkami do 1,5 mm² Jmenovité hodnoty: napětí 230 V AC, kmitočet 50 Hz, spotřeba 12 W Stupeň krytí: IP 20 Rozsah pracovních teplot: 0 °C až +45 °C Rozměry: 179,9 x 214,8 x 69 mm Vestavná hloubka: 60 mm CENA: 45160 Kč</p>
<p>Elektroměr Delta-meter Plus digitální s monitorovacími funkcemi sítě</p>	<p>Elektroměry KNX/EIB řady Delta-meter Plus jsou digitální, se zabudovaným rozhraním pro komunikaci s ABB i-bus® KNX/EIB. Je možné dálkové odečítání dat, optimalizace spotřeby, vizualizace nebo monitorování. Funkce: měření spotřeby (kW·h, kV·Ar), dvou, tří i čtyřvodičové zapojení pro symetrickou i nesymetrickou zátěž, registrace a zobrazení až 24 měřených elektrických hodnot, kontrola vlastní funkce, snadno čitelný displej LCD, indikace spotřeby pomocí LED, přímé měření do 65 A, třídy přesnosti 1 a 2, měření ve 4 tarifech, montáž na nosnou lištu šíře 35 mm. Upevnění na lištu šíře 35 mm; Pro tarifní měření (4 tarify) Elektroměry pro přímé měření Pro měření činné i jalové energie CENA: 21587 Kč</p>
<p>Název prvku</p>	<p>Popis a charakteristika</p>
<p>Internetové rozhraní</p>	<p>Rozhraní slouží jako interface mezi instalacemi KNX/EIB a sítěmi TPC/IP.</p>

Server KNX/EIB	<p>Internetové rozhraní umožňuje vzdálený přístup k systémové instalaci z libovolného internetového přípojného místa nebo z lokální sítě. Lze vyměňovat data až s 255 skupinovými adresami. Stavy přístrojů KNX/EIB v okně prohlížeče mohou být také zasílány jako zprávy SMS s hlášeními o událostech a provozních stavech. Připojení ke sběrnici: sběrníkovou svorkou Upevnění na lištu šíře 35 mm; šroubové svorky CENA:43300Kč</p>
Člen akční spínací/stmívací	<p>Pro spínání a stmívání dvou světelných obvodů se světelnými zdroji ovládanými stmívatelnými elektronickými předřadníky. Ve spojení se snímači LF/U 1.1 udržuje konstantní hodnotu intenzity osvětlení. Ukazatel stavu kontaktů, možnost ručního spínání. Připojení ke sběrnici KNX/EIB: přiloženou sběrníkovou svorkovnicí Jmenovité napětí: 230 V AC +10 % /-15 %, kmitočet 50/60 Hz Výstupy: 2 bezpotenciálové kontakty, 2 řídicí elektronické výstupy 0 - 10 V Režim činnosti: AC-1 Jmenovitý proud: 16 A při $\cos \varphi = 1$ a při napětí 230 V AC Režim činnosti: AC-3 Jmenovitý proud: 10 A při $\cos \varphi = 0,65$ a při napětí 230 V AC Stupeň krytí: IP 20 Rozsah pracovních teplot: -5 °C až +45 °C Rozměry: 90 x 72 x 64 mm Vestavná hloubka: 68 mm Upevnění na lištu šíře 35 mm CENA: 11167 Kč</p>
Člen akční žaluziový	<p>V systémové instalaci ABB i-bus® KNX/EIB slouží k ovládání směru otáčení pohonů žaluzií a rolet, k natáčení lamel žaluzií a také k nastavení předvolené polohy ve spolupráci s automatickým systémem řízení žaluzií pro využití sluneční energie pro vytápění a osvětlování. Připojení ke sběrnici KNX/EIB: přiloženou sběrníkovou svorkovnicí Jmenovité napětí: 230 V AC +10 % /-15 %, 50/60 Hz Počet výstupů: 4 přepínací Režim činnosti: AC-1/AC-3 Stupeň krytí: IP 20 Rozsah pracovních teplot: -5 °C až +45 °C Upevnění na lištu šíře 35 mm CENA: 10438 Kč</p>
Spojka sběrníková	<p>Pro tlačítkové snímače, snímače pohybu, termostaty, displeje, IR rozhraní, snímače přítomnosti a kombinované snímače ve všech designech ABB i-bus® KNX/EIB. Pro programování použít software od ETS2, V1.2. Připojení ke sběrnici KNX/EIB: přiloženou sběrníkovou svorkovnicí Jmenovité hodnoty: napětí 24 V DC, proud 5 mA Stupeň krytí: IP 55. Rozsah pracovních teplot: -5 °C až +45 °C. Rozměry: 50 x 45 x 23 mm CENA: 2566 Kč</p>

7 POPIS A NÁVRH ŘEŠENÍ ZABEZPEČOVACÍHO A POŽÁRNÍHO SYSTÉMU (EVS – EPS)

Popis řešení EVS - V domě jsou použita následující prvky zabezpečení (EVS): **Bezdrátová čidla na ochranu skleněných ploch** umístěna na oknech v kuchyni, obývací, ložnici a dětském pokoji. Jde konkrétně o akustická čidla rozbití skleněných ploch, která vyhodnocují akustický efekt při tříštění skla. Elektronika čidla vyhodnocuje akustické vlnění přijaté elektretovým mikrofonem. Dále následuje pásmová propust propouštějící pouze část spektra charakteristickou pro tříštění skla. Proti narušení pohybu jsou použita bezdrátové **detektory pohybu** zachycují změny vyzařováním v infračerveném pásmu kmitočtového spektra elektromagnetického vlnění. Je použito k zachycení pohybu těles, jenž mají odlišnou teplotu od teploty okolí. Jako detektor je použit materiál vykazující pyroelektrický jev. Detekční prvek je měnič gradientní povahy, to znamená, že není schopen z principu detekovat stálou úroveň záření, ale jen změny záření dopadající na detektor. Obraz střeženého prostoru v IF pásmu je transformován pomocí optiky na plochu senzoru. Zorné pole je rozděleno na aktivní a neaktivní zóny. Pohybuje-li se tedy těleso, které má jinou teplotu než teplota okolí v zorném poli čidla, zachycuje čidlo tyto změny. Elektronika vyhodnotí signál těchto změn a vyvolá poplach. V domě jsou tyto čidla nainstalovány na chodbě a v zádveřích. K ovládání stavu střežení a nestřežení je použita v domě bezdrátová **ovládací klávesnice**. Elektronika klávesnice je v samostatné skříni a je umístěna v hlídaném prostoru (*chodba*). Ke stavu ON/OFF je nutné si zapamatovat kód, který se vytuká na klávesnici. Kód se dá kvůli bezpečnosti obměňovat podle požadavků uživatele. Pro dálkové spojení s pultem centrální ochrany, řízení a kontrolu je **ústředna** vybavena **GSM komunikátorem**. Ten slouží ke komunikaci prostřednictvím sítě GSM. Díky tomu se dá celý systém ovládat přes internet, klávesnice na telefonu nebo pomocí sms zpráv.

Popis řešení EPS - V domě jsou použita následující protipožární zabezpečení: **Bezdrátový optický detektor kouře**, který reaguje na výskyt kouře požárním poplachem. Poplachová informace je předávána bezdrátově do společné ústředny EPS/EVS odkud pomocí zabudovaného GSM komunikátoru dojde k ohlášení výskytu požáru na pult centrální ochrany (*hasiči*). Detektory jsou usazeny v kuchyni, na chodbě, v technické místnosti, ložnici a dětském pokoji.

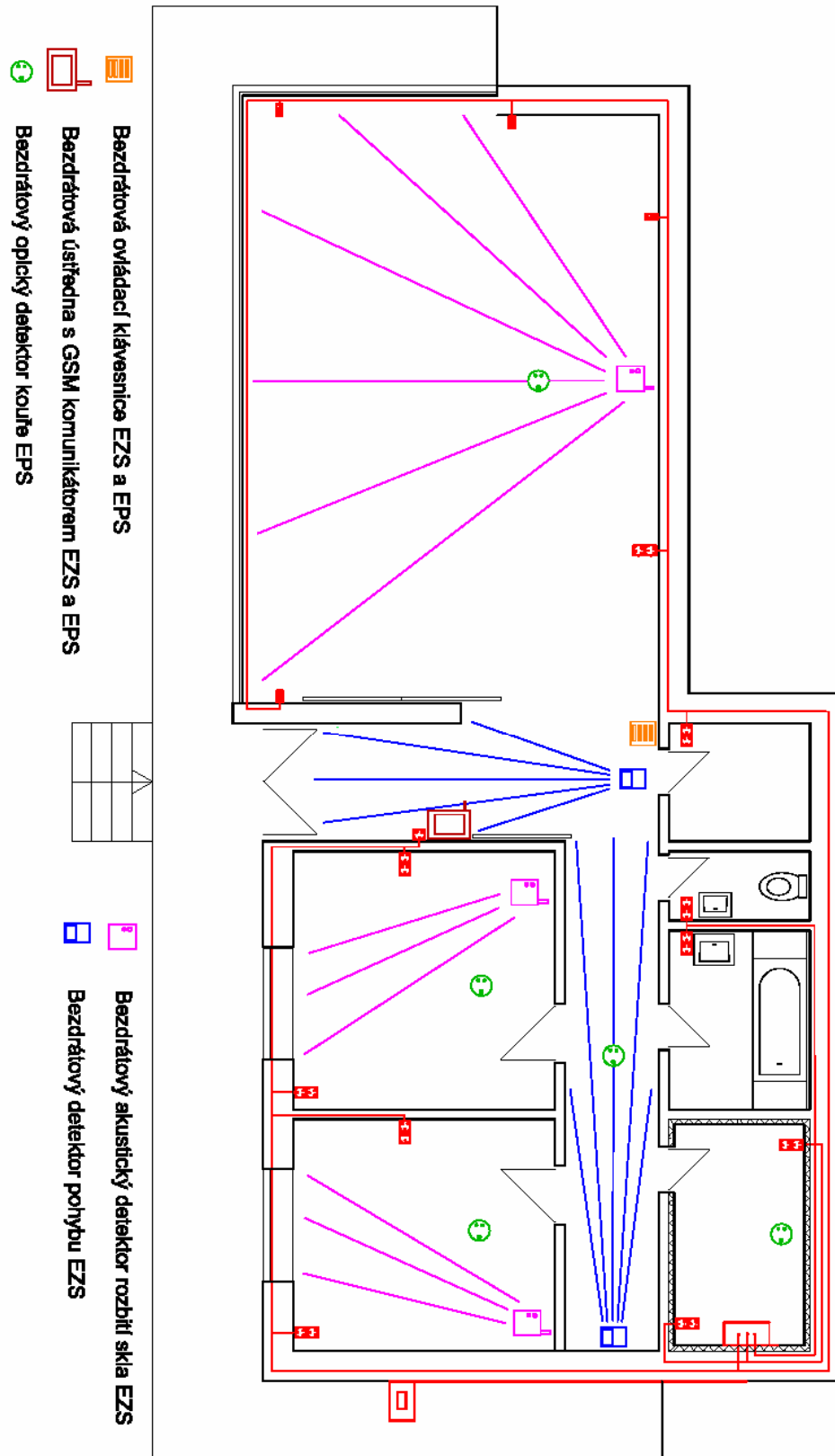
V návrhu je použita ústředna bezdrátového typu. Bezdrátové zařízení jsou napájeny lithiovou baterií, nebo 9V destičkovým článkem. Napětí baterie je hlídáno a podle provedení buď dojde při poklesu napětí k místní akustické signalizaci, což upozorní obsluhu na nutnost výměny, nebo je tato informace přenášena do poplachové ústředny.

Ústředna obsahuje GSM komunikátor, který slouží ke komunikaci prostřednictvím sítě GSM. Síť si vyberete vložением SIM karty provozovatele. Modul komunikátoru nabízí ve spojení se systémem následující funkce:

- odesílání informačních SMS textových zpráv až na 8 mobilních telefonů
- zavolání na nastavená telefonní čísla a přehrání akustického upozornění
- předávání údajů na pult centrální ochrany (PCO) - možno předávat na 2 různé pulty
- dálkové ovládání systému pomocí SMS z mobilu nebo ze SMS brány
- dálkové ovládání a nastavování systému z klávesnice telefonu (mobilní i pevné sítě)
- z připojeného telefonního přístroje lze telefonovat podobně jako z pevné linky (prostřednictvím sítě GSM)
- nastavování zabezpečovacího systému prostřednictvím nastavovací webové stránky www.GSMlink.cz [11]

Všechny zařízení EZS a EPS jsou od firmy JABLOTRON a dohromady tvoří kombinovaný zabezpečovací systém, který pracuje bezdrátově a veškeré poplachu jsou odesílány do společné bezdrátové ústředny EZS/EPS a odtud jsou předány pomocí komunikátoru GSM na pult centrální ochrany (*PCO- policie, hasiči*).

7.1 Schéma provedení a umístění prvků EZS a EPS v domě



Obrázek 40: Schéma návrhu EZS a EZP

7.2 Použitá zařízení v návrhu a jejich výkonové parametry

1. Bezdrátový akustický detektor rozbití skla JA-60B (JABLOTRON)

Detektor JA-60B je moderní prostředek detekce rozbití skleněných ploch, vynikající jednoduchou montáží a vysokou spolehlivostí. Elektronický systém detektoru sleduje frekvenční spektrum změny akustického tlaku a v případě zachycení charakteristických podnětů provede digitální analýzu. Tento systém omezuje možnost falešného spuštění při zachycení jiných zvuků (zvonek telefonu, chrastění klíčů, vibrace předmětů a podobně).

Testování detektoru usnadňuje automatický testovací režim. Zařízení provádí pravidelně autotest a hlásí svůj stav kontrolním přenosem do systému. Použitý způsob bezdrátové komunikace garantuje kvalitní přenos signálu. [11]



Technické parametry	
Detekční metoda	digitální analýza akustických signálů
Napájecí napětí	3 V (2x alkalická baterie AAA)
Životnost baterií	cca 1 rok
Detekční vzdálenost	až 9m
Dosah komunikace	až 100 m na přímou viditelnost
Stupeň zabezpečení 2	dle EN 50131-1
Třída prostředí II.	vnitřní všeobecné (-10 až +40°C)
Rozměry	117 x 54 x 20 mm
Cena	1533 Kč

2. Bezdrátový detektor pohybu JA-60P (JABLOTRON)

Detektor je určen k detekci pohybu člověka v hlídaném prostoru. Vysokou odolnost proti falešným poplachům a účinnou teplotní kompenzací zajišťuje digitální zpracování signálu. Použitý způsob bezdrátové komunikace garantuje kvalitní přenos signálů. Testování snímače usnadňuje automatický testovací režim. Každá nežádoucí manipulace s výrobkem nebo snaha o jeho odstranění vede k vyslání sabotážního signálu. Detektor provádí pravidelně autotest a hlásí svůj stav kontrolním přenosem do systému. [11]



Technické parametry	
Detekční metoda	duální PIR
Napájecí napětí	3 V (2x alkalická baterie AAA)
Životnost baterií	cca 1 rok
Výška pro instalaci	2 až 2,5m nad úrovní podlahy
Dosah komunikace	až 100 m na přímou viditelnost
Pokrytí prostoru	12m / 120°
Detekuje pohyby s rychlostí	0,1 m/s až 4 m/s
Doba stabilizace po zapnutí	60 sec.
Cena	1363 Kč

3. Bezdrátová ovládací klávesnice JA-60D (JABLOTRON)

Tato klávesnice je prvkem bezdrátového zabezpečovacího systému JA-60. Umožňuje ovládat systém obdobně, jako klávesnice, která je součástí ústředny. Výhodou je, že tato klávesnice komunikuje s ústřednou bezdrátově a nepotřebuje tedy propojovací kabel. Ústředna systému je schopna spolupracovat až s osmi ovládacími periferiemi (ovladače + klávesnice). Nežádoucí manipulace s klávesnicí (otevření nebo utržení z instalace) vede k vyhlášení sabotážního signálu. Sledován je též počet pokusů o zadání správného kódu (po pátém neúspěšném zadání je vyslán signál sabotáže). Klávesnice provádí pravidelně autotest a hlásí svůj stav kontrolním přenosem do systému. [11]



Technické parametry	
Napájecí napětí	3 V (2x alkalická baterie AAA)
Životnost baterií	cca 1 rok
Dosah komunikace	až 100 m na přímou viditelnost
Stupeň zabezpečení	dle EN 50131-1
Cena	1440 Kč

5. Bezdrátová ústředna JA-63 (JABLOTRON)

V plastové skříni ústředny JA-63 je síťový zdroj a je zde prostor pro záložní akumulátor s kapacitou *1,3 nebo 2,6 Ah*. Na základní desce ústředny JA-63 jsou čtyři vstupní svorky pro drátové smyčky. Je-li ústředna osazena rádiovým modulem má ústředna 16 bezdrátových zón pro snímače řady JA-60. Použit lze též až 8 bezdrátových klávesnic nebo dálkových ovladačů, bezdrátové sirény JA-60A a bezdrátové výstupní moduly.



Technické parametry - ústředna JA-63	
Napájecí napětí	230 V / 50 Hz, max 0,1 A, třída ochrany II
Zálohovací akumulátor	12 V, 1,3 nebo 2,6 Ah, systém akumulátor automaticky dobývá a kontroluje jeho stav, běžná životnost kvalitního akumulátoru je v ústředně cca 5 let
Výstup zálohovaného napájení	Max. trvalý odběr 0,4 A, krátkodobě lze odebrat až 1,2 A po dobu max. 15 min
Klidový odběr ústředny	30 mA, klávesnice JA-60E = 25 mA
Počet drátových zón	4, volitelný typ aktivace (dvojitě vyvážení, jednoduché vyvážení, rozpínací smyčka)
Výstupní poplachové relé	přepínací kontakt 60 V= / 1 A
Volitelné výstupy	PgX, PgY max. 0,1 A, spínají na GND, programovatelná funkce
Výstup sirény	max. zátěž 0,7 A
Stupeň zabezpečení 2	dle ČSN EN50131-1, ČSN EN 50131-6
Cena	19850Kč

6. GSM komunikátor JA-60GSM (JABLOTRON)

GSM komunikátor JA-60GSM	
Napájecí napětí	12V DC ze systémového konektoru ústředny JA 63
Klidový odběr proudu	50 mA
Hlavní odběr (při komunikaci)	1 A
Pracovní pásmo GSM modulu	900/1800MHz
Výstupní výkon vysílače	2 W pro GSM900, 1 W pro GSM1800
Bezpečnost	EN 60950

Bezdrátový detektor kouře JA-60SP (JABLOTRON)

Výrobek je určen k detekci vzniku požáru. Tento detektor reaguje na výskyt kouře požárním poplachem, jeho využití je vhodné zejména v obytných částech domů a v prostorách se zvýšeným nebezpečím požáru. Poplachová informace je předávána bezdrátově. Pro lokální varování má snímač zabudovanou sirénu. Detektor provádí pravidelně autotest a hlásí svůj stav kontrolním přenosem do systému. Funkci detektoru lze ověřit stiskem testovacího tlačítka. Výrobek lze navíc pohodlně testovat pomocí běžného dálkového IR ovladače spotřební elektroniky [11]



Technické parametry	
Detekční metoda	optický rozptyl světla
Napájecí napětí	3V (2 alkalické baterie AA 1,5V)
Životnost baterií	cca 1 rok
Komunikační dosah	100 m (ve volném terénu)
Proudová spotřeba	v klidu max. 40 A (cca 1 rok)
Citlivost detektoru	$m = 0,05 \text{ } 0,07 \text{ dB při } 1 \text{ m/}$
Odolnost proti VF rušení	30 V/m
Akustický výkon sirény	95 dB/m A (85 dB/3 m)
Určeno pro prostředí	vnitřní všeobecné
Rozsah pracovních teplot	-10 °C až +60 °C
Relativní vlhkost	25 % až 85 %
Krytí	IP 40 (ČSN EN 60 529)
Cena	950 Kč

8 NÁVRH SERVISNÍCH SLUŽEB

Servisní služby, které jsou poskytovány zákazníkům, poskytují ve většině případů agentury, kde je možné si následující služby objednat.

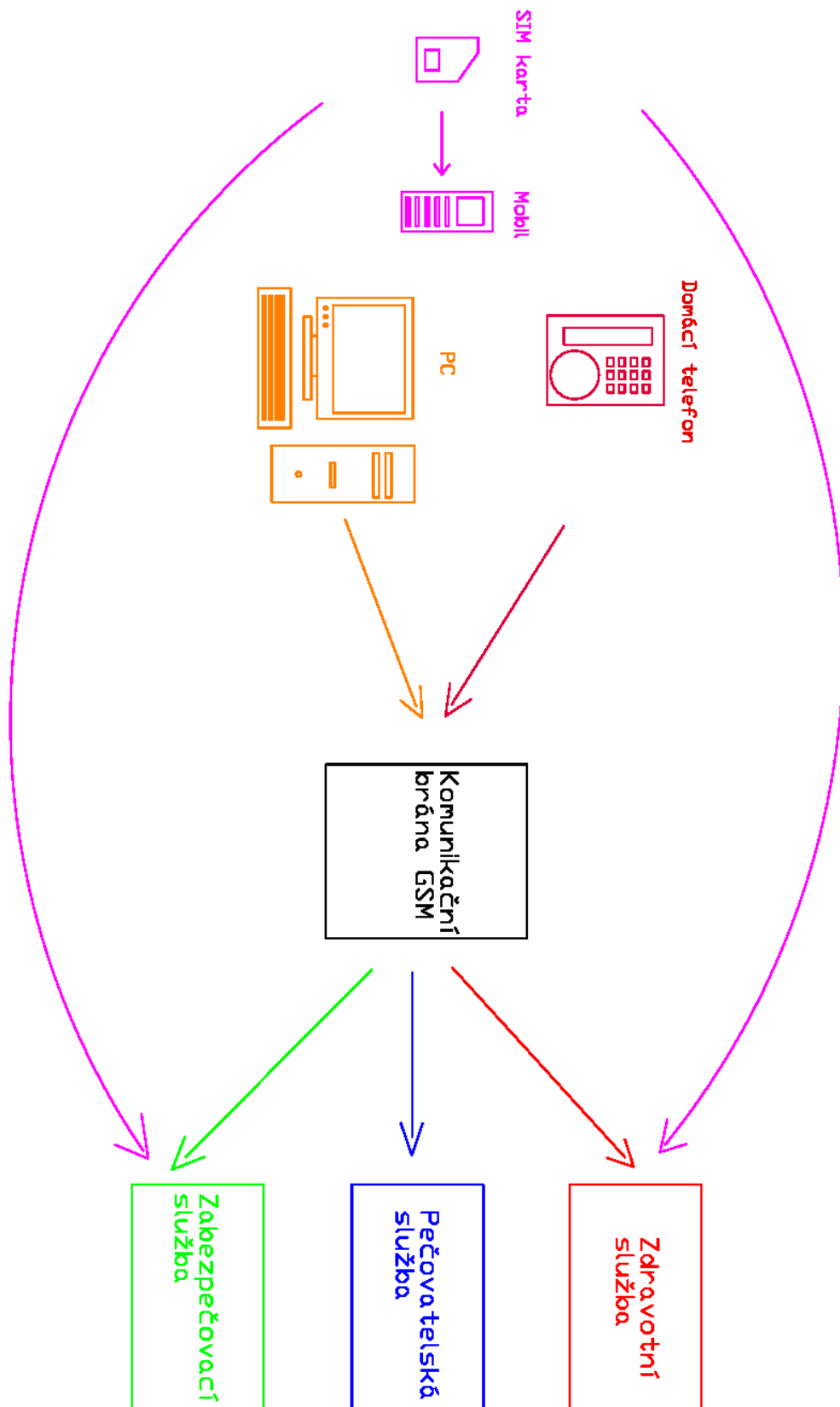
V oblasti servisních služeb je nabídka velmi široká, proto záleží na volbě zákazníka jaké druhy služeb si předplatí.

Pro účely v mém návrhu využívám následující služby:

- **Zdravotní služba** – jedná se o přivolání lékaře nebo při vážnějším problému rychlou záchrannou službu s lékařem.
- **Hlídní dětí nebo péče o starší lidi** – jde o přivolání profesionálního zaměstnance z předem předplacené agentury pro hlídání a péči o staré lidi nebo také přivolání chůvy pro hlídání dětí. Zde může být spojení i na více chův, v případě nečekané potřeby o hlídání dětí.
- **Zajištění služeb jiných firem** – jde o seznam kontaktů na různé firmy, o kterých uživatel ví, že je může v budoucnu potřebovat na různé opravy, inovace a podobně. Dále se jedná třeba o předplacené služby zahradníka, uklízečky, atd. [21]

8.1 Způsob komunikace s navrženým systémem služeb

Pro kontakt na zvolenou službu je možné použít svůj osobní mobilní telefon, domácí společný telefon nebo kontaktovat pomocí PC. Komunikační brána GSM slouží pro propojení mezi analogovou linkou a telefonním přístrojem. To umožňuje volat ze svého běžného domácího telefonního přístroje na mobilní telefony za nižší ceny (GSM/GSM) nebo posílat sms zprávy na zvolenou předplacenou službu. Ve spojení s PC se GSM brána stává CSD nebo GPRS modemem, díky čemuž je možno využít celou řadu nabízených výhodných datových tarifů. Nachází se uživatel třeba mimo dům, kde nemá možnost přístup k PC nebo domácímu telefonu, využije ke kontaktu se zvolenou službou svůj mobilní telefon. Veškeré tyto tři způsoby komunikace jsou tarifní, tudíž uživatel musí za ně platit paušály.



Obrázek 41: Schéma navržené komunikace se servisními službami

8.2 Parametry a charakteristika použitých komunikačních zařízení

ATEUS® – DialThru GSM brána je zařízení, které snadno propojíte mezi analogovou linku a telefonní přístroj. Získáte tím možnost volat ze svého běžného domácího telefonního přístroje nebo telefonu v kanceláři na mobilní telefony za nižší ceny.



Díky inteligentnímu směrovači volání uvnitř brány je každé volání posouzeno a je mu určena nejlevnější trasa pro daný hovor. Ve spojení s PC se GSM brána stává vaším CSD nebo GPRS modemem, díky čemuž můžete využít v současnosti nabízených výhodných datových tarifů. Tarify jsou poskytovány mobilními operátory pro surfování na internetu s neomezeným objemem stažených dat. S touto bránou se můžete datově propojit se vzdáleným počítačem/serverem, ale zároveň vám zůstává analogová telefonní linka pro běžné volání.

Moderním způsobem komunikace se staly SMS zprávy, díky GSM bráně *ATEUS®-DialThru* a uživatelsky jednoduchému SMS programu, který je zdarma součástí dodávky, můžete ze svého stolního PC odesílat, ale také přijímat krátké textové zprávy. [22]

Domácí telefon SMS-8010 je určen k volání a vyřizování SMS korespondence. Je dodáván jako příslušenství domovního systému firmy Jablotron. Umožňuje:

- Volání – sluchátkem i hlasitě
- Pohodlné psaní textových SMS zpráv na abecední klávesnici
- Čtení doručených SMS zpráv a jejich ukládání
- Rozeznat kdo vám volá – zobrazuje číslo volajícího během zvonění
- Kontrolu zmeškaných hovorů (včetně čísla volajícího a času)
- Ukládat telefonní čísla a jména do seznamu (až 80)

Jde o kompletní technicko ekonomické zhodnocení navrženého projektu. Jedná se o dílčí ekonomické hodnocení navrženého systému vytápění a jeho porovnání s dalšími dnes používanými variantami.

9 TECHNICKO EKONOMICKÉ HODNOCENÍ SYSTÉMU

Jde o kompletní technicko ekonomické zhodnocení navrženého systému vytápění a jeho porovnání s dalšími dnes používanými variantami. Při vyhodnocení jsem vycházel z níže uvedených zjištěných údajů a parametrů.

9.1 Roční náklady na elektrickou energii v navrženém domě

Jedná se o zjištěné roční náklady za elektrické *akumulační vytápění (elektrický akumulační ohřev vody pro teplovodní výměník voda-vzduch)* společně s ostatními náklady za elektrickou energii v domě. (viz tabulky)

Zjištěné a vypočítané parametry - důležité při návrhu vytápění	
Obytná plocha	125 m ²
Průměrná výška místností	2,50 m
Obestavěný prostor	312 m ³
Vytápěný prostor (pokoj1, pokoj2, kuchyň + obývací, koupelna)	235 m ³
Tepelná ztráta vytápěných místností	6600 W
Průměrná teplota interiéru	20 °C
Venkovní výpočtová teplota	-12°C

Roční spotřeba energií jednotlivých elektrických zařízení v domě	
Navržená varianta (elektrika – akumulace)	
IZS - sazba D35 (nízký tarif 16h / den) – jističí zařízení 3x25 A	5840 kWh
Osvětlení - Sazba D 02d - jističí zařízení 1x25 A	500 kWh
Ostatní spotřeba energií (spotřebiče, sporák, jednotka) - Sazba D 02d	2000 kWh
Celková roční spotřeba energie	8340 kWh

Ceny elektrické energie platné od 1.1.2007 - ČEZ		
Sazba D35 – hlavní jistič nad 3x20 do 3x25 A		
<i>Elektřina</i>	<i>Stálá platba Kč/měsíc</i>	<i>Cena 1 kWh v Kč</i>
Nízký tarif 16h./den	285,60	1,698
Sazba D02d – hlavní jistič do 1x25 A		
<i>Elektřina</i>	<i>Stálá platba Kč/měsíc</i>	<i>Cena 1 kWh v Kč</i>
Jednotarifová sazba	80,9	3,79

9.2 Ekonomická efektivnost navržené varianty vytápění, porovnání, vyhodnocení a výhled do budoucnosti

Vlastní navržená energetická soustava s akumulčním elektrickým zásobníkem a horkovzdušnou vytápěcí a větrací jednotkou.

Varianta pro porovnání: energetická soustava s kondenzačním kotlem na zemní plyn

Tabulka 15: Srovnávací tabulka ročních nákladů – elektřina / plyn

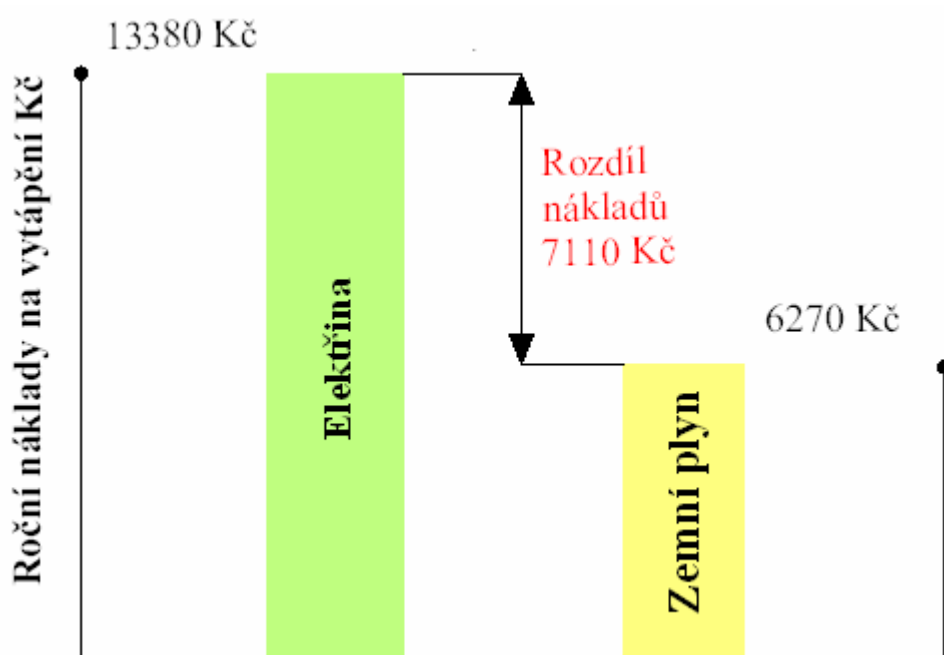
Porovnání navržené vytápěcí varianty s kondenzačním plynovým kotlem		
Typ zařízení	Akum. elektrický zásobník a teplovzdušná vytápěcí jednotka	Kondenzační kotel
Pořizovací cena	200 000 Kč	100 000 Kč
Rozdíl nákupních cen	- 100 000 Kč	+ 100 000 Kč
Výkony zařízení	9,1 kW	10 kW
Cena paliva (elektřina / zemní plyn)	1,69 Kč / kWh	9,2 Kč / m ³ = = 0,92 Kč / kWh
Roční spotřeba paliva	5840 kWh	5360 kWh = = 515 m ³
Roční náklady na vytápění	13 380 Kč	6270 Kč
Rozdíl ve spotřebě za rok	- 480 kWh	+ 480 kWh
Rozdíl v nákladech za rok	- 7110 Kč	+ 7110 Kč
Návratnost INVESTICE	10 let	4 roky

** Návratnost investice - je vypočtená návratnost INVESTOVANÝCH peněz, tedy rozdílu při nákupu.

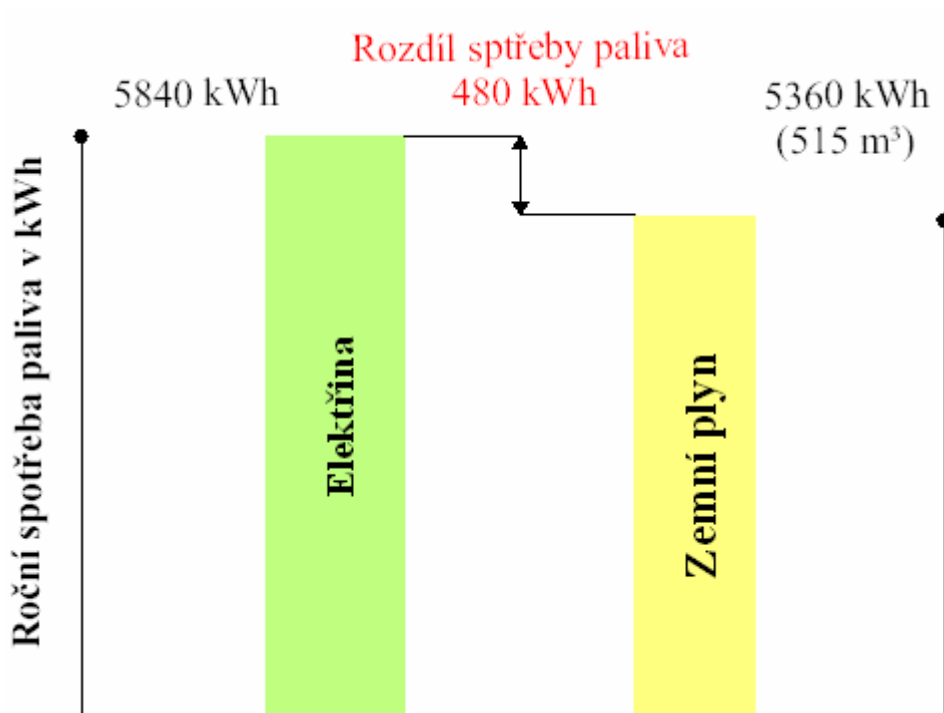
** Denní spotřeba paliva - je výpočet spotřeby za den (elektřina) Sazba D35 (16 hod/den);

** K výpočtu doby návratnosti jsem použil finanční kalkulátor pro hodnocení ekonomické efektivnosti investic [15]

Graf 1: Porovnání ročních nákladů obou variant (elektřina / zemní plyn)



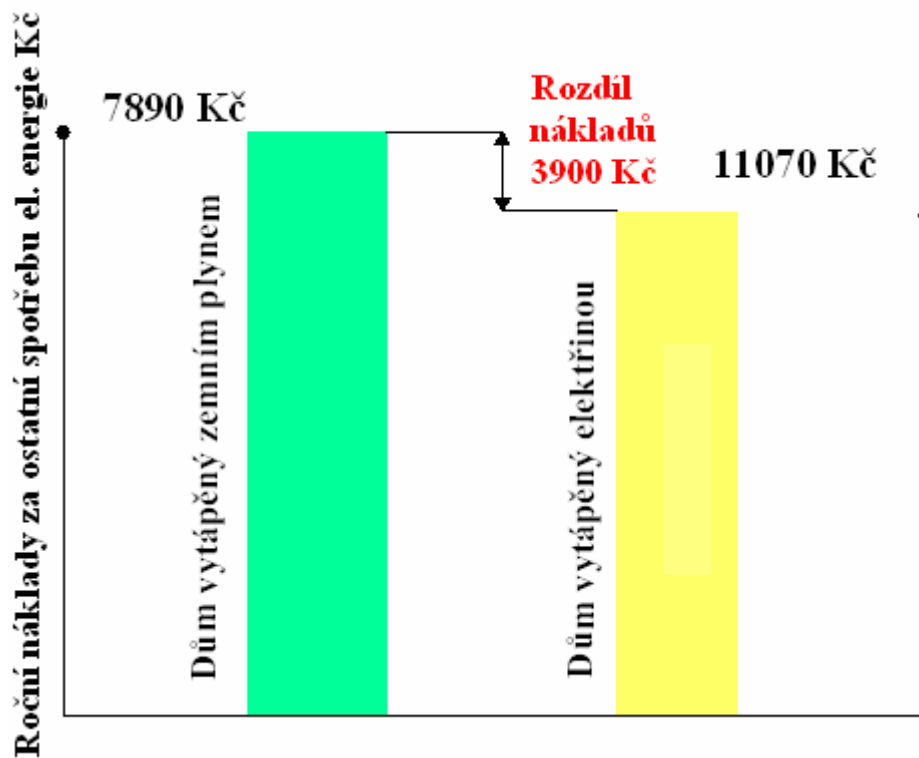
Graf 2: Porovnání ročních spotřeb paliva obou variant (elektřina / zemní plyn)



Tabulka 16: Náklady za ostatní běžné spotřeby el. energie v domě (2500 kWh / rok)

Typ zařízení	Akum. elektrický zásobník a teplovzdušná vytápěcí jednotka	Kondenzační kotel
Roční náklady na ostatní spotřebu elektrické energie v domě (osvětlení a další obvyklá spotřeba)	7890 Kč/rok	11070 Kč/rok
Konečné náklady za roční spotřebu paliva (elektrina nebo plyn) + ostatní spotřeba elektřiny v domě (osvětlení, spotřebiče atd.)	21270 Kč/rok	17370 Kč
Rozdíl v nákladech za rok	- 3900 Kč	+ 3900 Kč

Graf 3: Porovnání ročních nákladů za běžné spotřeby el. energie v domech vytápěnými elektřinou i zemním plynem



9.2.1 Zhodnocení a diskuse výsledků při ekonomické bilanci navrženého systému

Z tabulky 15:

Při investici do mnou navržené varianty vytápění je návratnost do **10 let**. Jedná se o pořizovací náklady ve výši **200 000 Kč**. Teplovzdušná vytápěcí a větrací jednotka s rekuperací (*pořizovací náklady 75 000 Kč*) je spojená v jednom v okruhu společně s akumulacím elektrickým zásobníkem pro elektrickou podporu vytápění a solární ohřev TUV (*pořizovací náklady 125 000 Kč*).

Ve srovnání s použitím běžného kondenzačního kotle na zemní plyn (*pořizovací náklady 100 000 Kč*) je návratnost zařízení do **4 let** s tím, že i pořizovací náklady kotle jsou také menší (*o 100 000 Kč*), než v případě navržené varianty vytápění elektřinou.

Další znatelný rozdíl je patrný z **grafu 1**. Je zde vidět, že roční náklady na vytápění elektřinou mého navrženého systému (**13380 Kč /rok**) jsou **cca o 50 % vyšší**, než kdyby byla použita varianta vytápění ze zemním plynem (**6270 Kč /rok**).

Z tabulky 16 :

Je vidět, že pokud k nákladům za roční spotřebu paliva (*elektřina/plyn*) připočteme i běžné náklady za elektřinu **2500 kWh/rok** (*v obou případech se jedná o stejnou roční spotřebu – osvětlení, domácí a kuchyňské spotřebiče, elektronika atd.*). Tím se sníží počáteční rozdíl nákladů ze **7170 Kč / rok** (*rozdíl nákladů za jednotlivá paliva*) na hodnotu **3900 Kč / rok** (*celkový rozdíl nákladů za paliva i běžnou spotřebu elektrické energie, která je stejná jak při obou variantách vytápění*).

Pokles rozdílů nákladů je dán využíváním nabízených tarifů za el. energii. Jak v mém navrženém domě s elektrickou podporou při vytápění, tak i v domě s variantou vytápění ze zemním plynem, je používána sazba pro střední běžné spotřeby el. energie v domácnosti **D02d**.

Zásadní rozdíl je tedy v tom, že při vytápění elektřinou využívám navíc nízkotarifní sazby **D35d (16h/den)**. Hodiny, které se v této sazbě ušetří se připočtou to běžné spotřeby, ale za cenu tarifu **D35d**.

V konečném výsledku tedy dojde ke snížení rozdílů celkových nákladů na energii (*zemní plyn + běžná spotřeba el. energie*) a mnou navržená varianta (*elektřina + běžná spotřeba el. energie*) z **7170 Kč /rok na 3900 Kč /rok**.

9.2.2 Výhody navrženého energetického systému teplovzdušného podlahového vytápění a větrání s akumulacním elektrickým zásobníkem

Nespornou výhodou je , že navržená vytápěcí jednotka může v letním období fungovat jako *klimatizace* (*systém podlahového větrání*). Vzduch je nasáván a ochlazován v zemním registru (*letní období*) nebo žaluzií přímo na fasádě (*přechodné období*).

Díky spojení vzdušného větrání a vytápění do jednoho systému se sníží vypočítaný rozdíl investičních nákladů, které činili *100 000 Kč*, od náklad za kondenzační kotel. Protože při použití varianty s kondenzačním kotlem na zemní plyn, je potřeba uvažovat s investicí do samostatného klimatizačního systému (*cca 30 000 až 50 000 Kč*).

Další výhodou je to, že jednotka obsahuje rekuperační výměník s účinností až 90 % Rekuperace, neboli zpětné získávání tepla je děj, při němž se přiváděný vzduch do budovy předehřívá teplým odpadním vzduchem. Teplý vzduch není tedy bez užitku odveden otevřeným oknem ven, ale v rekuperačním výměníku odevzdá většinu svého tepla přiváděnému vzduchu. Rekuperační výměníky lze využít i při větrání - zde dochází v letních měsících k "rekuperaci chladu" - přiváděný teplý vzduch je ochlazován odváděným, klimatizací vychlazeným vzduchem. Rekuperace má taky vliv na úsporu náklad za el. energii. Například v přechodném období, není potřeba elektrické podpory vytápění. Vzduch pro vytápění místností je ohříván pouze „rekuperací“, z toho důvodu není potřeba elektrický ohřev vody pro teplovodní výměník, který v zimním období dohřívá vzduch na požadovanou teplotu v místnosti.

U nízkonergetických staveb s malou spotřebou tepelné energie *do 50 kWh / (m².rok)* je kvůli malým odběrům nevhodná už jen výstavba přípojky od vzdálenější plynorozvodné sítě, proto nízkonergetické domy nepoužívají tak často k vytápění zemní plyn, ale mnohem častěji elektrickou energii. Jedná se o elektrické přímotopy, akumulacní elektrické zásobníky, akumulacní elektrické kamna nebo nějaké další elektrické zařízení pro vytápění nebo pro podporu vytápění. Je-li elektrické vytápění navíc spojené s některým druhem vytápění, při které se používá obnovitelných zdrojů (*např. solární panely pro ohřev TUV, tepelné čerpadlo atd.*), pak už není pravdou, že vytápění el. energií je ekonomicky nevýhodné.

Využíváním elektrické energie k podpoře při vytápění je velice pohodlné, ekologické a snadno dostupné. Tato možnost je dostupná všude, kde je zaveden el. proud.

ZÁVĚR

Cílem mé práce bylo realizovat návrhy jednotlivých technologií a zařízení, které se využívají při výstavbě inteligentních nízkoenergetických domů. Práce je rozdělena do několika základních částí, které obsahují návrhy větrání a vytápění, návrhy silnoproudých elektroinstalací, návrhy systémových sběrníkových instalací, výběr vhodné komunikační brány na servisní služby a návrh elektronických zabezpečovacích a požárních systémů. Ke každému dílčímu návrhu jsem se snažil vysvětlit všechny důležité principy a postupy provedení, které jsou v několika případech doplněné o nezbytné výpočty, nutné ke konkrétní realizaci návrhu.

V první části práce jsem se zabýval volbou a návrhem vhodné varianty pro vytápění a větrání objektu. Pro správnou volbu technologie jsem si musel v první řadě spočítat jednotlivé tepelné ztráty větráním a ztráty prostupem tepla obytných místností. Z výpočtů byly zjištěny celkové tepelné ztráty všech místností v domě, jejichž hodnota je $8,9 \text{ kW}$. Z toho tepelné ztráty vytápěných místností činí $6,7 \text{ kW}$. Na tomto základě jsem zvolil k vytápění teplovzdušnou vytápěcí a větrací jednotku s rekuperací tepla a s maximálním topným výkonem $9,1 \text{ kW}$, která je určena pro podlahové větrání a teplovzdušné vytápění s rekuperací tepla. Jednotka je navíc spojena s integrovaným zásobníkem pro solární ohřev teplé užitkové vody a akumulací elektrickou podporu vytápění. Celý tento energetický okruh obsahuje směšovací ventil pro směšování studené a horké vody. Při návrhu vhodného směšovacího ventilu jsem vycházel na základě vypočítané hodnoty průtokového součinitele k_v , udávající průtok vody při plném zdvihu ventilu. Směšování je prováděno pomocí pohonu ovládaného regulátorem s *PI* regulací.

Dalším úkolem bylo navrhnout kompletní silnoproudou domovní elektroinstalaci. Zásuvkové obvody jsem řešil pod omítkou ve zdi, které ústí v jednotlivých místnostech asi $30\text{-}40 \text{ cm}$ nad podlahou. V kuchyni je navíc jeden vývod pod horní částí kuchyňské linky, který je určen pro domácí spotřebiče. Světelné obvody jsou vedeny pod omítkou ve stěně a stropě. Svítidla (zářivky s regulovatelnými předřadníky) jsou umístěny na stropě ve středu místnosti a jsou ovládány dotykovými snímači, které jsou umístěné u vchodu do každé místnosti. V technické místnosti, koupelně, WC a šatně jsou svítidla ovládány snímačem přítomnosti osob, který je umístěný na stropě kvůli maximálnímu pokrytí proti pohybu.

Návrhy slaboproudých elektroinstalací jsou provedeny ve spojení se sběrníkový systémem, který zahrnuje systém řízení, kontroly stavu a spotřeb energie používaných technologií. Díky této instalaci je možné zkombinovat inteligentní prvky, které jsou použity v domě tak, aby byla dosažena vzájemná koordinace a integrace jednotlivých zařízení od různých výrobců. V návrhu použil zapojení pomocí sběrníkového systému Konex Bus. Pomocí této sběrníkové instalace jsem řešil osvětlení, domovní komunikace, ovládání vytápěcích a větracích režimů, zabezpečení venkovního prostoru, ovládání žaluzií s napojením na vzdálenou systémovou centrálu. Jako hlavní domovní ovládací centrála systému slouží volně programovatelný barevný dotykový displej, který je určen pro funkce řízení, hlášení a zobrazování. Celý systém je napojen přes internetové rozhraní na vzdálenou řídicí centrálu.

Při řešení zabezpečení a protipožární ochrany objektu jsem použil bezdrátově komunikující technologie. Jedná se o zařízení EZS a EPS s bezdrátovou komunikací na společnou centrální ústřednu umístěnou v domě. Jde o akustické hlásiče proti rozbití skla, detektory pohybu a kouřové čidla. Pro dálkové spojení s pultem centrální ochrany (např. policie, hasiči atd.) je ústředna vybavena GSM komunikátorem. Síť je zvolena vložení SIM karty provozovatele a platba probíhá pomocí měsíčních paušálů, které jsou nabízeny jednotlivými společnostmi. Modul komunikátoru nabízí ve spojení se zabezpečovacím a požárním systémem mnoho jednotlivých funkcí. Pomocí sítě GSM je řešena také komunikace na jednotlivé navržené služby. Jedná se o kontakty na zdravotní službu, na službu pro hlídání dětí a na služby všeobecné údržby a oprav domu. Pro kontakt na zvolenou službu je možné použít osobní mobilní telefon, domácí telefon nebo PC.

Jako poslední věc jsem provedl ekonomické zhodnocení navrženého systému vytápění a jeho porovnání s dalšími dnes používanými variantami.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

The goal of this thesis is to realize the sub-projects of the individual technological aspects and devices which are used for the construction of low/energy houses. The thesis is divided into several basic parts, which contain the sub-projects of ventilation and heating, sub-projects of heavy-current electric wiring, sub-projects of the bus system wiring, choosing the suitable communication port for the services and the sub-projects of electronic security and fire systems. For each sub-project, an attempt was made to explain all the important principles and procedures of execution which are, in several cases, complete with the necessary calculations, so the reader can have the most complete knowledge possible of the pertinent project and its realization.

In the first part of the thesis, attention was devoted to the selection and proposal of a suitable option for heating and ventilation of the house. To select the appropriate technology, it was first necessary to calculate the individual heat losses by ventilation and losses due to heat transmission into the habitable rooms. The total heat loss of all the rooms in the house was determined, through these calculations, as 8.9 kW , wherefrom 6.7 kW is the heat loss of the heated rooms. Based on this, an air heating and ventilation unit was chosen that contained heat recuperation and had a maximum heat output of 9.1 kW , which is designed for floor ventilation and air heating with heat recuperation. In addition, the unit is connected with an integrated reservoir for the solar heating of service water and increased electric heating support. This system contains a mixing valve for mixing cold and hot water. The decision of the appropriate mixing valve was based on the calculated amount of the orifice, coefficient k_v , indicating the flow rate of water with full lifting of the valve. The mixing is performed using the servo-actuator, controlled by the regulator with PI regulation.

Another task was to design a complete, heavy-current, house electric wiring system. The socket circuits were designed under the plaster, inside the walls, in the bedrooms approx. $30\text{-}40 \text{ cm}$ above the floor. In the kitchen, there is, in addition, one more outlet in the upper part of the kitchen cabinets, designed for household appliances. The lighting circuits are led under the plaster, inside the walls and ceiling. The light fixtures (*fluorescent lamps with controllable ballast*) are located on the ceiling, in the center of the room, and controlled by touch sensors, which are located near the entrance of each room. In the technical room, bathroom, WC and closet, the light fixtures are controlled by a unit,

which senses the presence of people, located on the ceiling for the maximum amount of coverage.

The weak-current electric wiring is connected to a single bus system, which includes the systems of control, status check and energy consumption of the used technologies. Thanks to this wiring, it is possible to cleverly combine elements used in the house to achieve the mutual coordination and integration of the individual devices from different producers. Specifically, the connection through a Konex Bus system was used in this project. This bus system was used for lighting, house routes, controlling the heating and ventilation regimes, securing the outdoor area, controlling the sunblind with a connection to the remote system central console. Up to 210 functions (*switching, twilight, sunblind control, displaying measured amounts*) can be set-up and controlled, with the possibility of creating lighting schemes, time schedules, presence simulation, etc. The entire system is connected through an internet interface to the remote central console.

Wireless communication technology was used for the sub-project of security and fire protection of the house. Namely, the ESS and EFS with wireless communication to the joint central console located in the house were used - acoustic alarm of broken glass, motion detectors and smoke sensors. The central console is equipped with a GSM communicator for remote connection to the centralized protection console (*e.g. police, fire department, etc.*). The network is chosen by inserting the SIM card of the operator with a monthly flat payment, offered by the individual companies. The communicator module offers, along with the security and fire systems, the following functions: sending informative text messages to up to 8 mobile phones, calling pre-set phone numbers and playing the acoustic warning, submitting data to the centralized protection console, remote control through text messages from a mobile phone or through the internet from remote places anywhere in the world, etc. The GSM network is also used for the communication with the individual designed services - contacting health-care service, baby-sitting, general house maintenance and house repair. A personal mobile phone, house phone or a PC can be used to contact the selected service.

Finally, the designed heating system was evaluated from an economical point of view and compared with other currently used options.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Werner, J., Chybík, J., *Pozemní stavitelství*, Vysoké učení technické v Brně, Nakladatelství Vutium, 241 stran, 1999
- [2] Humm, O., *Nízkoenergetické domy*, Nakladatelství Grada Publishing, spol. s.r.o, 360 stran, Praha 1999
- [3] Schramek, R., *Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik*. R. Oldenbourg Verlag,
- [4] Bašta, J.: *Hydraulika a řízení otopných soustav*. ČVUT Praha, 2003
- [5] *Firemní literatura Honeywel*, Sneider Electric, AMIT, TECO, LDM, Siemens
- [6] Bastian a kol.: *Praktická elektrotechnika*. Sobotáles Praha, 2004
- [7] *Handbook for Home and Building Control*. Basic principles. KNX, 2006
- [8] ABB s.r.o., Elektro-Praga - *Výrobní a obchodní společnost v oblasti elektroinstalačního materiálu.*, poslední revise 13.12.2006, dostupné z: <<http://abb-epj.cz>>
- [9] *Inteligentní domy*, Solary, poslední revise 19.12.2006, dostupné z: <<http://www.solary.cz/>>
- [10] CENELEC – “SmartHouse Code of Practice” CWA 500487:20051
- [11] *Elektronické zabezpečovací systémy* [online], Jablotron, poslední revise 13.3.2007, dostupné z: <<http://www.jablotron.cz>>
- [12] Křeček, S., *Příručka zabezpečovací techniky*, Nakladatelství Blatenská tiskárna, spol. s.r.o, 350 stran, Červen 2003
- [13] *Aplikace v oblasti regulace hydraulických systémů budov* [online], ESBE, poslední revise 20.3.2007, dostupné z: <<http://www.ESBE.cz>>
- [14] *Elektronické zařízení* [online], Schneider Electric, poslední revise 29.3.2007, dostupné z: <<http://www.Schneider-electric.cz>>
- [15] *Technická zařízení budov* [online], Stavebnictví, Úspory energií poslední revise 29.4.2007, dostupné z: <<http://www.tzb-info.cz>>

- [16] *Větrání a teplovzdušné vytápění rodinných domů a bytů* [online] , Atrea, poslední revise 1.5.2007, dostupné z:<<http://www.atrea.cz>>
- [17] *Regulační sady, směšovací ventil a servopohon* [online] , Siemens s.r.o., poslední revise 15.4.2007, dostupné z:<<http://www.siemens.cz/sbt>>
- [18] *Studijní příručka - ELEKTRO* [online] , Eektro , poslední revise 15.2.2007, dostupné z:<<http://web.quick.cz/michal.kolesa>>
- [19] *Elektrotechnika každý den* [online] , ElektriKa.cz , poslední revise 22.1.2007, dostupné z:<<http://www.elektriKa.cz>>
- [20] *Sběrnice KNX pro řízení budov* [online] , Automatizace , poslední revise 10.12.2006, dostupné z:<<http://automatizace.hw.cz/view.php?cisloclanku=2006061001>>
- [21] Kubáček, J., *Návrh systému služeb pro inteligentní domy*, Ročníkový projekt, FAI UTB Zlín, 10 stran, Leden 2006
- [22] *E-shop R- soft* [online] , ATEUS DialThru , poslední revise 20.4.2007, dostupné z:<http://www.ipmanie.cz/product_info.php?products_id=400>
- [23] Řasa, J., Leinveber, J., *Strojnické tabulky*, Vydala Scientia, spol. s.r.o., pedagogické nakladatelství, ISBN 80-7183-123-9, 911 stran, 1998
- [24] Rochla, M., *Stavební tabulky*, Vydalo SNTL, Nakladatelství technické literatury, 995 stran, Praha 1987
- [25] Kolomazník, K., Sedlář, J., *Teoretické základy energetických zařízení*, Rektorát Vysokého učení technického v Brně, 86 stran, 1981
- [26] *Inteligentní dům* [online] , Solary , poslední revise 20.11.2006, dostupné z:<<http://www.solary.cz/>>
- [27] *Global System for Mobile telecommunication* [online] , GSM , poslední revise 6.1.2006, dostupné z:<<http://radovan.bloger.cz/informatika/graficky-orientovane-IS/GSM/>>
- [28] *Inteligentní elektroinstalace a sběrnice* [online] , Sdělovací technika , poslední revise 5.5.2007, dostupné z:<<http://www.stech.cz/articles.asp?ida=193&idk=200>>
- [29] *Multimédia* [online] , Seznam encyklopedie , poslední revise 9.5.2007, dostupné z:<http://encyklopedie.seznam.cz/heslo/139828-multimedia-pc>>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

$c1$	<i>Vstup cirkulačního vzduchu</i>
\dot{V}_{100}	<i>Objemový průtok plně otevřeným ventilem (m^3/h)</i>
ρ	<i>Hustota vody 1000 kg/m^3</i>
ΔT	<i>Tepelný spád mezi přívodem a zpátečkou (K)</i>
k_{vs}	<i>Jmenovitý průtokový součinitel armatury (m^3/h)</i>
Δp_{v100}	<i>Tlaková ztráta na plně otevřeném ventilu (kPa)</i>
t_{11}	<i>Vstupní teplota z primární strany ($^{\circ}C$)</i>
t_{12}	<i>Výstupní teplota z primární strany ($^{\circ}C$)</i>
t_{21}	<i>Vstupní teplota ze sekundární strany ($^{\circ}C$)</i>
t_{22}	<i>Výstupní teplota ze sekundární strany ($^{\circ}C$)</i>
Δt	<i>Střední teplotní rozdíl ($^{\circ}C$)</i>
<i>AuC</i>	<i>Authentication Center</i>
<i>BSS</i>	<i>Subsystém základnových stanic</i>
<i>BTS</i>	<i>Základnová stanice</i>
c	<i>Měrná tepelná kapacita vody 4200 $J/kg \cdot K$</i>
$c2$	<i>Výstup cirkulačního vzduchu</i>
<i>DHCP</i>	<i>Dynamic Host Configuration Protocol</i>
<i>D-RC</i>	<i>Vytápěcí a větrací jednotka Duplex -RC</i>
<i>DSP</i>	<i>Digitální signálový procesor</i>
$e1$	<i>Vstup čerstvého vzduchu</i>
$e1zvt$	<i>Vstup čerstvého vzduchu přes zemní výměník tepla</i>
<i>EIR</i>	<i>Equipment Identity Register</i>
<i>EPS</i>	<i>Elektrický požární systém</i>

<i>EZS</i>	<i>Elektrický zabezpečovací systém</i>
<i>GPRS</i>	<i>General Packet Radio Service</i>
<i>GSM</i>	<i>Global System for Mobile Communications</i>
<i>HDO</i>	<i>Přijímač hromadného dálkového ovládní</i>
<i>HJ</i>	<i>Havarijní jistič</i>
<i>HLR</i>	<i>Home Location Register</i>
<i>HPM</i>	<i>Hlídač proudového maxima</i>
<i>i1</i>	<i>Vstup odpadního vzduchu</i>
<i>i2</i>	<i>Výstup odpadního vzduchu</i>
<i>IP</i>	<i>Internet Protocol</i>
<i>ISDN</i>	<i>Integrated Services Digital Network</i>
<i>IZT</i>	<i>Integrovaný zásobník tepla</i>
<i>K</i>	<i>Odvod kondenzátu</i>
<i>K</i>	<i>Součinitel prostupu tepla ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)</i>
<i>KNX</i>	<i>Sběrníkový systém Konex bus</i>
<i>LAN</i>	<i>Local area network</i>
<i>MS</i>	<i>Mobilní stanice</i>
<i>MSC</i>	<i>Mobilní síťová ústředna</i>
<i>NSS</i>	<i>Síťový a spínací podsystém</i>
<i>PC</i>	<i>Personál computer</i>
<i>PI</i>	<i>PI regulátor</i>
<i>PN</i>	<i>Tlaková třída</i>
<i>PSTN</i>	<i>Public switched telephone network</i>
<i>PTO</i>	<i>Pult centralizované ochrany</i>
<i>Q</i>	<i>Přenášený tepelný výkon (kW)</i>

<i>Q</i>	<i>Tepelný výkon výměníku (W)</i>
<i>S</i>	<i>Solární kolektor</i>
<i>SČ</i>	<i>Čidlo soláru</i>
<i>TCP</i>	<i>Transmission Control Protocol</i>
<i>TPHV</i>	<i>Havarijní tlakový snímač</i>
<i>TR1</i>	<i>Čidlo provozního termostatu;</i>
<i>TR2</i>	<i>Čidlo provozního termostatu (poměrové)</i>
<i>TRhw</i>	<i>Čidlo havarijního termostatu</i>
<i>TUV</i>	<i>Teplá užitková voda</i>
<i>UT1</i>	<i>Přívod topné vody (alt. chladícího média)</i>
<i>UT2</i>	<i>Zpátečka topné vody (alt. chladícího média)</i>
<i>VLR</i>	<i>Visitor Location Register</i>
<i>WAP</i>	<i>Wireless Application Protocol</i>
<i>ZVT</i>	<i>Zemní výměník tepla</i>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Graficky znázorněná struktura standardu KNX.....	15
Obrázek 2: Příklady topologie využívající médium TP1	17
Obrázek 3: Struktura sítě rozdělená adresací na zóny	18
Obrázek 4: KNX rámec pro komunikaci a přenos sítí Konnex bus.....	19
Obrázek 5: Struktura základního kabelu TP1 pro KNX/EIB	20
Obrázek 6: Napájecí zdroj 640 mA pro napájení sběrnice EIB/KNX.....	21
Obrázek 7: Využití EIB/KNX serveru jako rozhraní mezi TCP/IP komunikací od ovládacích prvků, vizualizace a KNX přenosem dat k čtení hodnot senzorů a regulaci akčních členů	22
Obrázek 8: Blokované schéma znázornění systému EZS	24
Obrázek 9: Blokované schéma EPS systému	25
Obrázek 10: Blokované schéma sítě GSM.....	26
Obrázek 11: Základní náčrt domu	32
Obrázek 12: Blokované znázornění větrací a vytápěcí jednotky	43
Obrázek 13: Schéma funkce ZVT	44
Obrázek 14: Schéma propojení vytápěcí a větrací jednotky se zásobníkem tepla	45
Obrázek 15: Schéma návrhu vytápění a větrání v domě - (půdorys)	46
Obrázek 16: Schéma návrhu vytápění a větrání v domě - (venkovní provedení)	47
Obrázek 17: Schéma funkce výměníku voda-vzduch při vytápění v zimním období	48
Obrázek 18: Průběh charakteristik navrženého směšovacího ventilu	50
Obrázek 19: Graf průběhu teplot výměníku	51
Obrázek 20: Průběh ustálení regulace na požadované teplotě vody.....	53
Obrázek 21: Ovládání a propojení pohonu ventilu pomocí PI regulátoru umístěného v regulačním modulu větrací a vytápěcí jednotky	53
Obrázek 22: Schématické znázornění jednotky DUPLEX RC.....	54
Obrázek 23: Rovnotlaký větrací režim	55
Obrázek 24: Cirkulační vytápěcí a větrací režim	56
Obrázek 25: Cirkulační vytápěcí režim s nárazovým větráním.....	56
Obrázek 26: Větrací režim podtlakový.....	56
Obrázek 27: Větrací režim přetlakový.....	57
Obrázek 28: Schéma regulace nadřazeným systémem	57

Obrázek 29: Integrovaný zásobník tepla – IZT-SN.....	59
Obrázek 30: Schéma elektroinstalace a osazení čidel IZT – SN.....	61
Obrázek 31: Schéma návrhu silnoproudé elektroinstalace - pohled 1 (půdorys).....	64
Obrázek 32: Schéma návrhu silnoproudé elektroinstalace – Pohled 2 (venkovní).....	65
Obrázek 33: Schématické znázornění jednotlivých zón.....	71
Obrázek 34: Obecné schéma proudového chrániče.....	72
Obrázek 35: Podrobné schématické znázornění proudového chrániče pro koupelnové světelné a zásuvkové obvody.....	73
Obrázek 36: Příklad uložení jednotlivých KNX modulů na nosnou lištu.....	74
Obrázek 37: Schéma návrhu sběrnicevého systému.....	76
Obrázek 38: Napojení prvků na sběrnici – 1. část.....	77
Obrázek 39: Napojení prvků na sběrnici – 2. část.....	77
Obrázek 40: Schéma návrhu EZS a EZP.....	84
Obrázek 41: Schéma navržené komunikace se servisními službami.....	90

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Rozdělení prvků EZS.....	23
Tabulka 2: Okrajové podmínky	31
Tabulka 3: Pracovní provedení směšovacího ventilu	50
Tabulka 4: Výkonové a technické parametry jednotky DUPLEX RC	55
Tabulka 5: Příslušenství regulačního systému jednotky.....	58
Tabulka 6: Technické parametry zásobníku IZT-SN	60
Tabulka 7: Rozdělení soustav podle počtu vodičů	67
Tabulka 8: Význam písmen při značení sítí.....	67
Tabulka 9: Charakteristika jednotlivých sítí.....	67
Tabulka 10: Jmenovitá napětí rozvodných zařízení	68
Tabulka 11: Dimenzování vodičů.....	69
Tabulka 12: Počet svítidel v jednotlivých místnostech	69
Tabulka 13: Počet zásuvek v jednotlivých místnostech	70
Tabulka 14: Dělení koupelny na zóny dle normy ČSN 33 2000-7-701	71
Tabulka 15: Srovnávací tabulka ročních nákladů – elektřina / plyn	93
Tabulka 16: Náklady za ostatní běžné spotřeby el. energie v domě (2500 kWh / rok).....	95