

Návrh inteligentního rodinného domu pomocí systému INELS

Design of intelligent house by means of system INELS

Bc. Tomáš Marek

Diplomová práce
2009

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
Ústav aplikované informatiky
akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Tomáš MAREK**
Studijní program: **N 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Informační technologie**

Téma práce: **Návrh inteligentního rodinného domu pomocí systému INELS**

Zásady pro vypracování:

1. Studie energeticky úsporných budov zahrnující možné způsoby tvorby mikroklimatu.
2. Možnosti řízení, monitorování a komunikace systémů techniky budov.
3. Aplikace poznatků na konkrétní budovu.
4. Rodinný dům bude řízen sběrníkovým systémem INELS od firmy ELKO EP s.r.o.
5. Systém vytápění řešte pomocí plynového kotle s otopnými tělesy s využitím obnovitelných zdrojů energie se solárními kolektory.
6. Návrh SCADA systému a komunikační brány s protokolem TCP/IP vzdálené ovládání přes GSM.
7. Technicko ekonomické hodnocení projektu.

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. MARKOVÁ, Lidmila, VYORALOVÁ, Zuzana. Technická zařízení budov 40 : umělé osvětlení, elektrorozvody, hromosvody. 5. vyd. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2005. 75 s. ISBN 8001031470.
2. VALEŠ, Miroslav. Inteligentní dům. 1. vyd. Brno : ERA, 2006. 123 s. ISBN 80-7366-062-8.
3. BAŠTA, Jiří. Hydraulika a řízení otopných soustav. 1. vyd. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2003. 252 s. ISBN 8001028089.
4. Topenářská příručka 3 : návody na projektování tepelných zařízení. 1. vyd. Praha : ČSTZ, 2007. 380 s. ISBN 978-80-86028-13-2.
5. Inels [online]. c2008 [cit. 2009-02-02]. Dostupný z WWW: ><http://www.inels.cz/><.
6. DANIELS, Klaus. Technika budov. Bratislava : JAGA GROUP, s.r.o., 2003. 520 s. ISBN 80-88905-60-5.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Martin Zálešák, CSc.

Ústav automatizace a řídicí techniky

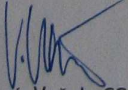
Datum zadání diplomové práce:

20. února 2009

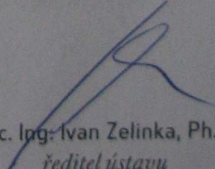
Termín odevzdání diplomové práce:

27. května 2009

Ve Zlíně dne 13. února 2009


prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan




doc. Ing. Ivan Zelinka, Ph.D.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Práce je věnována oblasti inteligentní systémů, které se používají nebo budou v budoucnu používat jako součást rodinných a panelových domů, bytů, průmyslových budov nebo hal. Jde o moderní využití informačních technologií v oblasti senzorů a akčních členů. Tyto systémy pak zjednodušují práci lidem uvnitř objektů. Přinášejí určitý komfort, jednoduché ovládání, monitorování všech zařízení pomocí jednoduchého vizuálního rozhraní a také zabezpečují.

Klíčová slova: inteligentní dům, elektroinstalace, senzory, aktory, tepelné ztráty, vytápění

ABSTRACT

The work is devoted to the field of intelligent systems which are or will in future be used as part of the family and prefabricated houses, flats, industrial buildings or sheds. It is the use of modern information technologies in the field of sensors and actuators. These systems will simplify the work of the people inside the buildings. They bring some comfort, simple to use, monitoring of all devices with a simple visual interface and also provide.

Keywords: intelligent house, wiring, sensors, actuators, thermal losses, heating

Chtěl bych rád poděkovat Ing. Martinu Zálešákovi, CSc. za velmi cenné rady, připomínky při zpracování mé diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat mé rodině za podporu během studia.

Prohlašuji, že

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

Prohlašuji,

že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval.

V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně

.....
Podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 HODNOCENÍ BUDOV A MÍSTNOSTÍ V BUDOVĚ	11
1.1 HODNOCENÍ BUDOV Z HLEDISKA KLIMATICKÝCH PODMÍNEK.....	11
1.1.1 Vnitřní klimatické podmínky	11
1.1.2 Vnější klimatické podmínky	15
1.2 HODNOCENÍ BUDOVY Z HLEDISKA GEOMETRIE	17
1.2.1 Vliv geometrie budovy na tepelnou ztrátu	18
1.3 HODNOCENÍ BUDOVY Z HLEDISKA ORIENTACE A DISPOZIČNÍHO ŘEŠENÍ.....	19
1.3.1 Vztah mezi tepelnou ztrátou a orientací budovy	19
1.3.2 Dispoziční řešení budovy	20
1.4 HODNOCENÍ MÍSTNOSTÍ V USTÁLENÉM TEPELNÉM STAVU	21
1.4.1 Stanovení průměrné teploty vnitřních ploch	21
1.4.2 Stanovení požadované teploty vzduchu v místnosti	22
2 SYSTÉMY PRO TVORBU VNITŘNÍHO KLIMATU	23
2.1 ENERGETICKÉ ZDROJE	23
2.1.1 Kotle na tuhá paliva.....	23
2.1.2 Kotle na plyn	24
2.1.3 Elektrokotle	25
2.1.4 Kotle na obilí.....	25
2.1.5 Kamna a krby	26
2.1.6 Plynová topidla.....	26
2.1.7 Elektrická topidla	26
2.2 TEPELNÁ ČERPADLA	27
2.3 SOLÁRNÍ PANELE.....	28
3 INFORMAČNÍ TECHNOLOGIE PRO OVLÁDÁNÍ SBĚRNIC	30
3.1 KNX	30
3.1.1 Základní charakteristika	31
3.1.2 Struktura komunikace KNX.....	31
3.1.3 Sběrnice EIB.....	38
3.2 LONWORKS.....	39
3.2.1 Základní charakteristika	40
3.2.2 Struktura komunikace LonWorks	40
II PRAKTICKÁ ČÁST	48
4 POSTUP PRÁCE	49
5 POŽADAVKY NA RODINNÝ DŮM	50
5.1 SPECIFIKACE VNITŘNÍCH A VNĚJŠÍCH HYGIENICKÝCH POŽADAVKŮ	51
5.2 VÝPOČET SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA A TEPELNÝCH ZTRÁT	52
5.2.1 Stanovení součinitele prostupu tepla.....	52

5.2.2	Celková návrhová tepelná ztráta	53
6	NÁVRH ŘEŠENÍ TECHNOLOGICKÝCH ZAŘÍZENÍ	57
6.1	NÁVRH VYTÁPĚCÍHO OKRUHU	57
6.1.1	Dimenzování vytápěcího zdroje	58
6.1.2	Dimenzování třicestného směšovacího ventilu	58
6.1.3	Dimenzování zařízení vytápěcího okruhu	62
6.1.4	Dimenzování otopných těles	64
6.1.5	Dimenzování termostatických ventilů otopných těles	65
6.1.6	Regulace vytápěcího okruhu	66
6.2	NÁVRH ŘEŠENÍ PŘÍPRAVY TUV	68
6.2.1	Dimenzování solárních panelů	68
6.2.2	Dimenzování solárního okruhu	69
6.2.3	Dimenzování zásobníku TUV	71
7	NÁVRH ELEKTROINSTALACÍ SYSTÉMU INELS	75
7.1	POPIS SYSTÉMU INELS	75
7.2	NÁVRH JEDNOTEK EZS A EPS	76
7.3	NÁVRH OSVĚTLENÍ DOMU	81
7.3.1	Návrh světelných a zásuvkových rozvodů	87
7.4	VIZUALIZACE POMOCÍ INFORMAČNÍHO SYSTÉMU SCADA RELIANCE	93
7.4.1	Vizualizace hlavního menu	93
7.4.2	Vizualizace EZS, EPS ochrany	94
7.4.3	Vizualizace osvětlení v rodinném domě	96
7.4.4	Vizualizace vytápěcího systému	97
7.5	OVLÁDÁNÍ VZDÁLENÉ KOMUNIKACE POMOCÍ GSM, KOMUNIKACE POMOCÍ TCP/IP PROTOKOLU, ROZŠÍŘUJÍCÍ JEDNOTKY	99
7.5.1	Komunikace řídicí jednotky vzdáleně přes GSM bránu	99
7.5.2	Komunikace řídicí jednotky se sítí Internet	103
8	TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	105
8.1	POŘIZOVACÍ NÁKLADY NA VYTÁPĚNÍ A OHŘEV TUV	105
8.2	POROVNÁNÍ ZDROJŮ ENERGIE DLE POTŘEBY TEPLA V ZÁVISLOSTI NA FINANČNÍCH NÁKLADECH NA VYTÁPĚNÍ	106
8.3	VYHODNOCENÍ EKONOMICKÉ EFEKTIVNOSTI SYSTÉMŮ	107
8.4	TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ SYSTÉMU INELS	109
	ZÁVĚR	112
	RESULT	114
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	116
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	119
	SEZNAM OBRÁZKŮ	120
	SEZNAM TABULEK	123
	SEZNAM PŘÍLOH	124

ÚVOD

Nové technologie instalované do již stávajících staveb nebo novostaveb je perspektivním oborem. Propojením a integrací různých zařízení a systémů budov s těmito technologiemi pak získáme dům, který můžeme nazvat dvouslovným názvem inteligentní dům.

Tento obor lidské činnosti se dynamicky rozvíjí. Důležitým hlediskem jsou energie vynaložené na chod a provoz systémů budov a jak tyto energie mohou ovlivňovat životní prostředí kolem nás. Nyní už pojem inteligentní dům není záležitostí pouze moderních center, ale stále více se uplatňuje v rodinných domech.

Jak už bylo uvedeno, inteligentní dům v sobě integruje nejmodernější technologie, které se dříve využívali v jiných oborech lidské činnosti a řídí je v rámci uceleného systému. Hlavními znaky a výhodami pro budování těchto inteligentních systémů v rodinných domech je to, abychom si mohli zpříjemnit pobyt v něm. Sami vyžadujeme určitý komfort, bezpečí a finanční nenáročnost, což nám inteligentní systémy mohou nabídnout. Finanční hledisko můžeme ovlivnit tím, že integrujeme do systému alternativní nebo obnovitelné zdroje energie, čímž o mnoho snížíme budoucí energetické nároky. Jde také o to, že při případných změnách, které si uživatel usmyslí, bylo možné systém realizovat co nejrychleji a co možná bez žádných nebo minimálních stavebních úprav v domě.

Mnoho lidí nedokáže říci, co by si mohli pod pojmem inteligentní budova představit. Je toho mnoho, od řízení a regulace vytápění nebo klimatizace, osvětlení, ohřev vody až po bezpečnostní a komunikační techniku. Všechny parametry je možné vizualizovat pomocí vizualizačních prostředků a tím je ovládat nebo zjišťovat dané alarmové situace. Dalšími výbornými funkcemi je vzdálená správa pomocí sítě Internet, kdy může každý uživatel bezpečně sledovat situaci např. z pracovní kanceláře, aniž by musel být přímo doma nebo správa pomocí GSM brány nebo RF přenosu.

Tato diplomová práce by měla posloužit k tomu, aby přiblížila tuto technologii a její využití v praxi všem, kteří se chtějí o tuto problematiku zajímat.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 HODNOCENÍ BUDOV A MÍSTNOSTÍ V BUDOVĚ

Pro každý objekt, budovu je nejdůležitějším aspektem jeho hodnocení energetické náročnosti. Je tedy potřeba znát, kolik energie ve formě tepla může objekt vydat do okolního prostředí (tepelné ztráty) nebo popřípadě kolik energie může získat (tepelné zisky), ať už se jedná o zisky ze slunečního záření, vnitřní zisky z elektrických spotřebičů nebo zisky od lidí. Další vlivy, které ovlivňují energetickou náročnost, mohou být např. místo stavby, vnější teplota, rychlost a směr větru, sluneční záření, vlhkost nebo geometrie budovy.

1.1 Hodnocení budov z hlediska klimatických podmínek

Jak už víme, existuje několik parametrů nebo stavů, které do jisté míry ovlivňují tepelné ztráty budovy a tím i spotřebovanou energii na vytápění objektu. Je tedy snaha o to, aby budova či objekt měla co nejmenší tepelné ztráty, tím se sníží spotřebovaná energie na vytápění. To má za následek menší finanční náklady na provoz a také ať už přímo či nepřímo ovlivňujeme životní prostředí.

1.1.1 Vnitřní klimatické podmínky

Pro vytvoření správného klimatu je zapotřebí znát několik parametrů, které ho ovlivňují. Mezi tyto parametry lze zařadit operativní teplotu, relativní vlhkost vzduchu, rychlost proudění vzduchu, indexy PMV a PPD.

Operativní teplota

Je to vypočítaná hodnota, která je výsledkem působení všech tepelných složek prostředí a vlivu rychlosti proudění vzduchu.

Přípustnou operativní teplotou se rozumí průměrná operativní teplota, která je dána časově váženým průměrem teplot vyskytujících se v osmihodinové směně, respektive aritmetickým průměrem pravidelně měřených teplot v intervalech nejdéle jedné hodiny.

Operativní teplota Θ_o [°C] je jednotná teplota uzavřeného černého prostoru, ve kterém by tělo sdílelo radiací a konvencí stejně tepla, jako ve skutečném teplotně nehomogenním prostředí. Vypočítá se ze vztahu:

$$\Theta_o = \Theta_r + A \cdot (\Theta_a - \Theta_r) \quad (1)$$

kde Θ_r je střední radiační teplota [$^{\circ}\text{C}$], Θ_a je teplota vzduchu [$^{\circ}\text{C}$], A je součinitel funkce rychlosti proudění vzduchu v_a [ms^{-1}].

v_a [ms^{-1}]	0,2	0,3	0,4	0,8	1
A	0,5	0,6	0,65	0,7	1

Tab. 1: závislost součinitele A na rychlosti vzduchu

Při rychlostech proudění vzduchu v_a menší jak $0,2 \text{ ms}^{-1}$ lze nahradit operativní teplotu výslednou teplotou kulového teploměru Θ_g . Při jiných rychlostech proudění vzduchu lze střední radiační teplotu pro výpočet operativní teploty stanovit ze vztahu:

$$\Theta_r = [(\Theta_g + 273)^4 + 2,9 \cdot 10^8 \cdot v_a^{0,6} \cdot (\Theta_g - \Theta_a)]^{1/4} - 273 \quad (2)$$

Střední radiační teplota Θ_r je homogenní teplota okolních ploch, při níž se sděluje sáláním stejně tepla jako ve skutečném heterogenním prostředí.

Relativní vlhkost vzduchu

Při relativní vlhkosti vzduchu pod 35 % se projevuje zvýšená prašnost a pod hodnotou 45 % se může vytvářet elektrostatický náboj, především na površích plastových materiálů, vysoká relativní vlhkost však může vést k šíření plísní. Tolerance člověka k relativní vlhkosti je poměrně vysoká.

Vysoká teplota vzduchu spolu s vysokou relativní vlhkostí mohou vést k mokrému odpařování (pocení). Při měrné vlhkosti více než 12 g/kg suchého vzduchu se pociťuje tzv. dusno. Obecně lze konstatovat, že zvyšující se teplotou vzduchu by se měla snižovat relativní vlhkost vzduchu.

Relativní vlhkost vnitřního vzduchu je doporučuje udržovat v rozmezí $30\% < \varphi_i < 70\%$ s tím, že optimální hodnota je $\varphi_i = 50\%$.

Tyto meze jsou stanoveny tak, aby se snížilo riziko nepříjemně vlhké nebo suché kůže, podráždění očí, statické elektřiny, růstu mikroorganismů a onemocnění dýchacích cest.

Rychlost proudění vzduchu

Na pocit tepelné pohody má významný vliv také rychlost proudění vzduchu, kdy proudění vzduchu v místnosti o rychlosti vyšší než $0,2 \text{ ms}^{-1}$ je často pociťováno jako průvan [1].

Index středního tepelného pocitu PMV, předpokládané procento nespokojenosti PPD

Pro hodnocení úrovně mírného prostředí se používá index předpokládaného středního tepelného pocitu PMV. Je to ukazatel předpovídající střední tepelný pocit skupiny osob.

Tepelný pocit	Index <i>PMV</i>
Horko	+ 3
Teplo	+ 2
Mírné teplo	+ 1
Neutrálně	0
Mírně chladno	- 1
Chladno	- 2
Zima	- 3

Tab. 2: index PMV

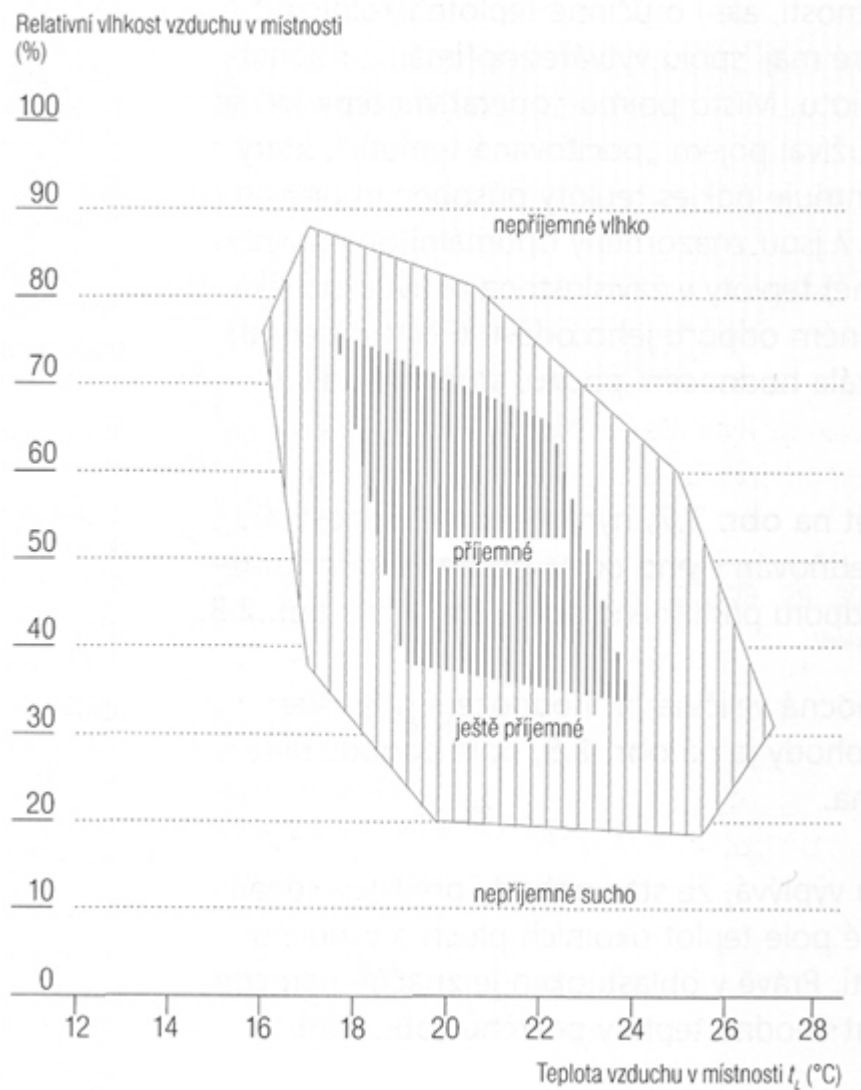
Ukazatel PMV lze stanovit pomocí parametrů jako je vnitřní výpočtová teplota Θ_i , teplota vzduchu Θ_a , střední radiační teplota Θ_r , rychlost proudění vzduchu v_a , relativní vlhkost vzduchu φ , tepelný odpor oděvu I_{cl} a tepelná produkce organismu M .

Ukazatel PMV se doporučuje používat mezi hodnotami -2 až +2. Pro pásmo tepelné pohody je PMV v rozmezí -0,5 až +0,5.

Index předpokládaného středního tepelného pocitu PMV, předpokládá střední hodnotu posouzení vnitřního prostředí velkou skupinou lidí. Ne všichni jedinci však jsou s tepelným komfortem spokojeni (spokojenost závisí na fyziologii, psychickém a zdravotním stavu jednotlivých posuzovatelů. Proto se zavádí ukazatel procentuálního podílu nespokojených PPD, který kvantifikuje předpověď poměrného počtu lidí, kteří budou s daným tepelným mikroklimatem nespokojeni [2].

PMV	PPD	Procento osob, které budou prostředí hodnotit stupněm:		
		0	-1 až +1	-2 až +2
+2	75	5	25	70
+1	25	27	75	95
0	5	55	95	100
-1	25	27	75	95
-2	75	5	25	70

Tab. 3: index PPD



Obr. 1: pole tepelné pohody

1.1.2 Vnější klimatické podmínky

Vnější klima je závislé na několika okolnostech jako např. místo výstavby, vnější teplota vzduchu, rychlost, směr větru, vlhkost vzduchu, atmosférické srážky a sluneční záření.

Volba místa výstavby

Tepelnou ztrátu a spotřebu energie na vytápění budov je možné ovlivnit již na počátku volbou místa pro jejich výstavbu.

K posouzení místa výstavby z uvedeného hlediska se využívají veličiny, ovlivňující tepelnou ztrátu a spotřebu energie na vytápění. Patří k nim především:

1. teplota vnějšího vzduchu
2. rychlost a směr větru
3. vlhkost vzduchu
4. sluneční záření

Teplota vnějšího vzduchu

Za výpočtovou venkovní teplotu Θ_e byla zvolena průměrná teplota pěti za sebou následujících nejchladnějších dnů podle dlouhodobých meteorologických pozorování.

Pro území ČR platí tři základní výpočtové venkovní teploty $\Theta_e = -12\text{ }^\circ\text{C}$, $\Theta_e = -15\text{ }^\circ\text{C}$, $\Theta_e = -18\text{ }^\circ\text{C}$.

Pro volbu teploty na rozhraní dvou oblastí je rozhodující náhlá změna nadmořské výšky; pro údolí se počítá s vyšší Θ_e , pro návrší s nižší Θ_e . Pro místa s nadmořskou výškou nad 400 m se zvyšuje rozdíl teplot $\Delta\Theta = \Theta_i - \Theta_e$ o 3 $^\circ\text{C}$ (Tab. 4).

Z hlediska teploty vnějšího vzduchu je proto výhodné stavět budovy:

- na jižních svazích (ani na vrcholu, ani v údolí)
- ve větším seskupení

n.m. [m]	výpočtová oblast [°C]	Θ_e [°C]
400	-12	-15
600	-15	-18
800	-18	-21

Tab. 4: Θ_e s ohledem na nadmořskou výšku

Rychlost a směr větru

Se vzrůstající rychlostí větru se zvětšuje tepelná ztráta budovy jednak v důsledku zvýšení součinitele přestupu tepla, jednak zvýšením tepelné ztráty infilrací. Průměrná rychlost větru na našem území je v rozmezí od 3 do 5 ms^{-1} . Nárazová rychlost se vyskytuje převážně do 18 ms^{-1} , nad tuto hodnotu stoupá jen zřídka. V České republice převládají západní, popřípadě severozápadní a jihozápadní větry.

Vliv rozdílné rychlosti větru se nebere v úvahu při výpočtu součinitele přestupu tepla. Při výpočtu tepelné ztráty se uvažuje konstantní hodnota součinitele přestupu tepla ve výši $23 \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-1}$, což odpovídá rychlosti větru 3 ms^{-1} .

Jinak je tomu při výpočtu tepelné ztráty infilrací. V tomto případě se plně projevuje umístění budovy v krajině. Rozlišuje se přihlédnutím k intenzitě větru:

- normální krajina
- krajina s intenzivními větry

V obou případech počítáme s dílčím rozdělením na chráněnou, nechráněnou a velmi nepříznivou oblast. V normální krajině se uvažuje rychlost větru 4 až 8 ms^{-1} , v krajině s intenzivními větry pak od 6 do 10 ms^{-1} .

Z hlediska rychlosti a směru větru je proto výhodné stavět budovy:

- mimo údolí a vrcholy kopců,
- ve směru převládajících větrů je užitečné zřizovat clony, nejlépe výsadbou stromů,
- u přízemních budov nebo u budov nízkopodlažních je vhodné přidružovat pomocné objekty, např. garáže,

- zmenšit na nejmenší možnou míru netěsnost obvodového pláště budov, zvláště spár oken a vnějších dveří.

Vlhkost vzduchu a atmosférické srážky

Vlhkost vzduchu a atmosférické srážky jsou příčinou zvětšení obsahu vlhkosti v obvodových konstrukcích. Jak je známo, čím je jejich vlhkost větší, tím je větší tepelná ztráta budovy.

Proto se budovy:

- nemají stavět v údolích,
- obvodové pláště budov musí mít vnější vrstvy z nenasákavých materiálů a zejména ty části obvodového pláště, které jsou ve směru převládajících větrů, je nutné častěji kontrolovat a opravovat.

Sluneční záření

Sluneční záření na rozdíl od předcházejících klimatických prvků, působí v zimním a přechodném období na energetickou bilanci budovy příznivě. Rozhodující je přitom orientace. Zatímco na severně orientovanou plochu dopadá za otopné období sluneční energie 77 kWhm^{-2} , na jižně orientovanou plochu je to 420 až 450 kWhm^{-2} .

1.2 Hodnocení budovy z hlediska geometrie

Tepelná ztráta a spotřeba energie při vytápění budovy je závislá mj. na geometrickém řešení budovy. V případě souboru budov také na jejich vzájemné poloze a způsobu seskupení.

Spotřeba energie na vytápění je úměrná tepelné ztrátě budovy ϕ_{HL} . Ta se stanovuje jako součet ztráty prostupem tepla ϕ_T , větráním ϕ_V a přerušovaným vytápěním (zátopen).

Ze vztahů pro výpočet tepelné ztráty je zřejmé, že čistě geometrickou veličinou je plocha ochlazovaných konstrukcí A_1, \dots, A_n . Čím je větší jejich plocha, tím větší je tepelná ztráta prostupem a naopak. Minimální tepelné ztráty budovy tedy znamená zmenšování plochy ochlazovaných konstrukcí.

Zmenšování plochy ochlazovaných konstrukcí není však možné jen tak libovolně. Musí být při tom splněno určité kritérium. Jako kritérium se nejčastěji volí podíl plochy

ochlazovaných konstrukcí A a prostoru (objemu) budovy V ohraničeného odpovídajícími ochlazovanými konstrukcemi, tj. $G = \frac{A}{V}$.

Podle tohoto kritéria je budova tím výhodnější, čím je menší hodnota G [3].

1.2.1 Vliv geometrie budovy na tepelnou ztrátu

Podíl A/V sám o sobě nevyjadřuje vlastní tepelnou ztrátu. Je to pouze parametr, na němž tepelná ztráta závisí. Má-li se minimalizovat tepelná ztráta budovy, je nutno zahrnout do řešení tohoto problému také součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí.

Čtvercový půdorys

Při stanovení optimální výšky a šířky budovy z hlediska minimalizace její tepelné ztráty se vychází ze vztahu (3) a (4), přičemž se předpokládá, že všechny stěny mají stejnou hodnotu součinitele prostupu tepla, budova má čtvercový půdorys a rozdíl vnitřní a vnější teploty je pro všechny stěny stejný. Jestliže známe objem objektu V , pak optimální výška H a šířka B se stanoví ze vztahů:

$$H = (V/r^2)^{1/3} \quad (3)$$

$$B = H \cdot r \quad (4)$$

kde $r = k_e \cdot [1/2 \cdot (k_s + k_p)]$,

k_e je součinitel prostupu tepla stěn [$Wm^{-2}K^{-1}$],

k_s je součinitel prostupu tepla ploché střechy [$Wm^{-2}K^{-1}$],

k_p je součinitel prostupu tepla stropu nad suterénem [$Wm^{-2}K^{-1}$].

Obdélníkový půdorys

Při zadaném objemu budovy se stanoví optimální výška H , šířka B a délka L ze vztahů (5) až (7).

$$H = \left[\frac{V}{a_1^2 \cdot b_1} \right]^{1/3} \quad (5)$$

$$a_1 = \frac{r \cdot (1 + b_1)}{2b_1} \quad (6)$$

$$b_1 = L/H \quad (7)$$

Samozřejmě neexistují jen pravidelné půdorysy jako čtvercový a obdélníkový. Můžeme vytvořit prakticky jakýkoliv půdorys. Výpočty optimálních délek, šířek a výšek jsou pak obdobné [3].

1.3 Hodnocení budovy z hlediska orientace a dispozičního řešení

Na budovu působí vnější klimatické podmínky, které ovlivňují klima uvnitř. Musíme tedy dbát na orientaci a dispoziční řešení budovy s cílem minimalizovat tepelné ztráty nebo s cílem využít co nejefektivněji tepelné zisky a tím zmenšit nároky na vytápění.

1.3.1 Vztah mezi tepelnou ztrátou a orientací budovy

Rozhodujícím činitelem je v tomto případě sluneční záření. Obvykle se přitom rozlišují neprůsvitné a průsvitné části obvodového pláště budovy (okna).

Orientace budovy může být důležitá také z hlediska převládajícího směru větru a tím také z hlediska směru deště.

Sluneční záření a orientace oken budovy

Sluneční záření, které projde okny do místnosti, se považuje za tepelný zisk. O tento tepelný zisk se může zmenšit tepelná ztráta a spotřeba energie vytápění budovy.

Efektivnost orientace oken vzhledem ke slunečnímu záření je možno posoudit na základě výpočtů z následujících vztahů – za předpokladu, že se uvažuje $A_{ok,p} = 1 m^2$, platí následující vztahy pro výpočet měrného tepelného zisku okna ze slunečního záření pronikajícího oknem $e [kWhVO^{-1}m^{-2}]$, a to v závislosti na jeho orientaci:

- a) Pro J orientaci

$$e_J = 216,17 \cdot T_1$$

- b) Pro JV a JZ orientaci

$$e_{JV(JZ)} = 189,6 \cdot T_1$$

c) Pro V a Z orientaci

$$e_{V(Z)} = 124,56 \cdot T_1$$

d) Pro SV a SZ orientaci

$$e_{SV(SZ)} = 65,15 \cdot T_1$$

e) Pro S orientaci

$$e_S = 49,91 \cdot T_1$$

Počet skel	1	2	3
Propustnost T_1	0,9	0,81	0,73

Tab. 5: propustnost slunečního záření zasklení T_1

1.3.2 Dispoziční řešení budovy

Dispoziční řešení budovy může rovněž ovlivnit tepelnou ztrátu a spotřebu energie na vytápění budovy.

V podstatě jde o dva problémy. První problém vyplývá z toho, že v budově jsou vytápěné a nevytápěné místnosti, popřípadě vytápěné místnosti na jiné teploty než jsou požadovány v obytných místnostech. Proto je výhodné dispoziční řešení takové, kde vytápěné prostory k sobě přiléhají a nepovažuje se za výhodné střídání prostorů vytápěných a nevytápěných. Druhý problém souvisí s osluněním. Je výhodné z hlediska celkového tepelného zisku ze slunečního záření pronikajícího do budovy, orientovat ji s větší plochou stěny ve směru jih – sever, pokud je půdorys obdélníkový.

Problém tepelného zisku ze slunečního záření lze posoudit i z hlediska orientace jednotlivých místností. Vytápěné místnosti se mají soustřeďovat do jedné zóny a nevytápěné nebo vytápěné na nižší teploty do druhé zóny.

Místnosti první zóny se mají orientovat k jihu, ve druhé zóně k severu. Je nutné ještě uvést, že okno není jen zdrojem tepelného zisku, ale především zdrojem tepelných ztrát.

Můžeme odvodit vztah pro výpočet měrné spotřeby tepla e potřebné k pokrytí tepelné ztráty okna za otopné období:

$$e = 95,76 \cdot k_{ok,p},$$

kde $k_{ok,p}$ je výpočtová hodnota součinitele prostupu tepla okna [$Wm^{-2}K^{-1}$] [3].

1.4 Hodnocení místností v ustáleném tepelném stavu

V místnostech obytných a občanských budov se požaduje z hlediska ustáleného tepelného stavu vnitřní teplota $\Theta_i = 20\text{ }^\circ\text{C}$ - viz např. Vyhláška č. 245/1995 Sb. Teplota je daná tak, aby se člověk cítil co nejpříjemněji.

Vnitřní teplota je totožná s výslednou teplotou Θ_r , popřípadě je rovna poloviční hodnotě součtové teploty místnosti Θ_M , tj.

$$\Theta_i = \Theta_r = 0,5 \cdot \Theta_M = 20\text{ }^\circ\text{C} \quad (8)$$

Součtová teplota místnosti je dána součtem teploty vzduchu Θ_a a účinné teploty vnitřních ploch místnosti Θ_u , popřípadě průměrné teploty vnitřních ploch místnosti Θ_{sm} :

$$\Theta_M = \Theta_a + \Theta_u \approx \Theta_a + \Theta_{sm} \quad (9)$$

V tepelné technice budov se nejčastěji uplatňuje „průměrná teplota vnitřních ploch místnosti“ Θ_a .

1.4.1 Stanovení průměrné teploty vnitřních ploch

Pro stanovení průměrné teploty vnitřních ploch místnosti platí:

$$\Theta_{sm} = \frac{\Theta_{s1} \cdot A_1 + \Theta_{s2} \cdot A_2 + \dots + \Theta_{sn} \cdot A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (10)$$

kde A_1, A_2, \dots, A_n jsou plochy stěn, $\Theta_{s1}, \Theta_{s2}, \dots, \Theta_{sn}$ vnitřní teploty, n je počet ploch

Při stanovení Θ_{sj} se rozlišuje povrch vnější a vnitřní.

Stanovení Θ_{sj} na vnitřním povrchu konstrukce:

$$\Theta_s = \Theta_a - \frac{k}{\alpha_i} (\Theta_a - \Theta_e) \quad (11)$$

kde k je součinitel prostupu tepla vnější konstrukce [$Wm^{-2}K^{-1}$],

α_i je součinitel přestupu tepla na vnitřní straně vnější konstrukce [$Wm^{-2}K^{-1}$].

1.4.2 Stanovení požadované teploty vzduchu v místnosti

Výsledná teplota místnosti se měří kulovým teploměrem, ovšem ten není běžně k dispozici na rozdíl od obyčejného teploměru. Proto se bere požadavek $\Theta_i = 20\text{ }^\circ\text{C}$ v obytných místnostech podle vyhlášky č. 245/1995 Sb. za splněný, jestliže je v místnosti s otopným tělesem teplota vzduchu naměřená teploměrem uprostřed půdorysu ve výši 1 m nad nášlapnou vrstvou podlahy, bez vlivu oslunění, proti číselné hodnotě teploty stanovené projektem:

- vyšší o $1\text{ }^\circ\text{C}$ v místnosti s jednou venkovní stěnou,
- vyšší o $1,5\text{ }^\circ\text{C}$ v místnosti s dvěma venkovními stěnami,
- vyšší o $2\text{ }^\circ\text{C}$ v místnosti s třemi nebo více venkovními stěnami či s nadměrným zasklením.

Uvedené teploty vnitřního vzduchu jsou přibližné. Přesně je možno stanovit teplotu vzduchu v místnosti podle vzorce:

$$\Theta_a = \frac{P}{L} \quad (12)$$

$$P = \Theta_M \cdot A_C + A_{o1} \cdot \frac{k_{o1}}{\alpha_i} \cdot \Theta_{ei} - A_{o2} \cdot \frac{k_{o2}}{\alpha_i} \cdot \Theta_{e2} - \dots - A_{e1} \cdot \frac{k_1}{\alpha_i} \cdot \Theta_{e1} - A_{e2} \cdot \frac{k_2}{\alpha_i} \cdot \Theta_{e2} - \dots - A_{en} \cdot \frac{k_n}{\alpha_i} \cdot \Theta_{en} \quad (13)$$

$$L = A_{o1} \cdot \left(1 - \frac{k_{o1}}{\alpha_i}\right) + A_{o2} \cdot \left(1 - \frac{k_{o2}}{\alpha_i}\right) + \dots + A_{on} \cdot \left(1 - \frac{k_{on}}{\alpha_i}\right) + A_{o1} \cdot \left(1 - \frac{k_1}{\alpha_i}\right) + A_{o2} \cdot \left(1 - \frac{k_2}{\alpha_i}\right) + \dots + A_{on} \cdot \left(1 - \frac{k_n}{\alpha_i}\right) + A_i + A_c \quad (14)$$

kde A_c je celková plocha konstrukcí ohraničující místnost [m^2],

$A_{o1}, A_{o2}, \dots, A_{on}$ je plocha oken [m^2] o součinitelích prostupu tepla $k_{o1}, k_{o2}, \dots, k_{on}$ [$Wm^{-2}K^{-1}$], $A_{e1}, A_{e2}, \dots, A_{en}$ je plocha ochlazovaných konstrukcí místnosti [m^2] o součinitelích prostupu tepla k_1, k_2, \dots, k_n [$Wm^{-2}K^{-1}$],

A_i je plocha vnitřních konstrukcí [m^2].

2 SYSTÉMY PRO TVORBU VNITŘNÍHO KLIMATU

Vnitřní klima objektu lze vytvořit několika způsoby. Volba vhodného zdroje tepla závisí hlavně na dostupnosti paliva a velikosti objektu. Tam, kde je zaveden zemní plyn, se doporučují zdroje tepla právě na zemní plyn. Zdrojem tepla pro rodinné domy běžné velikosti bývá obvykle kotel. Malé rodinné domy mohou být vytápěny krbem nebo topidly. Z hlediska ekologického patří ke vhodným zdrojům tepla kotle na dřevo, solární kolektory a tepelná čerpadla.

2.1 Energetické zdroje

Jedním z důležitějších kritérií, které určují kvalitu zdrojů, je jejich účinnost. Ta se pohybuje v závislosti na stáří kotle, druhu použitého paliva, způsobu spalování apod. od 60 do 90 % (např. elektrina 98 až 99 %, plyn 80 až 94 %, koks 75 až 80 %, černé uhlí 70 až 80 %, hnědé uhlí 70 až 75 % [4]).

2.1.1 Kotle na tuhá paliva

Na uhlí se vyrábí více kotlů než na dříví a s jejich výrobou jsou už velké zkušenosti. Avšak hospodárnější a ekologičtější vytápění jsou jednoznačně kotle na dřevní hmotu.

Kotle na dříví patří k významným ekologickým zdrojům tepla a každý, kdo chce něco udělat pro zlepšení životního prostředí, používá tyto kotle.

Technologie WOS představuje optimalizační systému stupně účinnosti (účinnost až 90 %), což je v současné době u kotlů maximum. Nízko teplotní karbonizace je zahřívání uhlí bez přístupu vzduchu při nízké teplotě (400 – 600 °C).

Velmi hospodárný provoz je také u kotlů, které pracují na principu zplyňování dřevní hmoty při procesu hoření. Jde o dobrou konstrukci kotlů a využití tepla z paliva, kotle jsou složitější a mají proti běžným kotlům vyšší cenu.

Mnoho kotlů je doplněno elektrickým topným tělesem, které může v případě potřeby ohřívat vodu místo dřeva.

Pro zajištění hospodárného vytápění kotli na tuhá paliva je třeba provést tato opatření:

- kupovat uhlí v létě, kdy jsou nižší ceny;
- podle potřeby čistit komínový průduch;

- utěsnit místa, kudy se může do komína přísávat falešný vzduch;
- spalovat palivo předepsaného druhu, zrnitosti, vlhkosti;
- kontrolovat a v případě potřeby vyměnit těsnicí šňůru ve dveřích kotle.

Velký pokrok ve zvýšení účinnosti spalování nastal v posledních letech také u kotlů na uhlí. Nejenže se zvýšila účinnost, ale došlo i ke značnému snížení emisí produkovaných těmito kotli. Hospodárnost provozu těchto kotlů na uhlí proti kotlům na dřevní hmotu je však nižší.

Kotle na pelety se rozšířily v posledních letech jak v rodinných domech, tak i v menších provozovnách [4].

2.1.2 Kotle na plyn

Plynové kotle jsou stejně jako všechny ostatní plynové spotřebiče zařazeny do některé skupiny spotřebičů. Obecné rozdělení plynových spotřebičů je na typy A, B, C:

- typ A přivádí spalovací vzduch z místnosti a spaliny odvádí do místnosti
- typ B přivádí spalovací vzduch z místnosti a spaliny odvádí ven
- typ C přivádí spalovací vzduch z venku a spaliny odvádí ven

Plynové kotle patří do skupiny spotřebičů typu B nebo C. Kotle typu B se nazývají spotřebiče otevřené nebo také s otevřenou spalovací komorou. Kotle typu C mají spalovací komoru uzavřenou. Pro bezpečný provoz plynových kotlů typu B musí být splněny tyto požadavky:

- v místnosti, kde je umístěn kotel, musí být dostatek vzduchu pro dokonalé spalování plynu;
- objem místnosti musí odpovídat výkonu kotle, např. kotle o příkonu 10 kW může být umístěn v místnosti o objemu nejméně 10 m^3 ;
- množství přiváděného vzduchu pro dokonalé spalování plynu rovněž musí odpovídat příkonu kotle, př. ke kotli o příkonu 10 kW musí být každou hodinu přivedeno nejméně 16 m^3 vzduchu;
- místnost s kotlem musí mít zajištěn přívod vzduchu z venkovního prostoru otvorem nejméně $10 \times 20\text{ cm}$.

Plynových kotlů různých typů, výkonů a tvarů se vyrábí velké množství. Největší účinnost, menší spotřeba paliva, hospodárný a ekologický provoz mají kotle kondenzační. Plynové kondenzační kotle mají účinnost nejvýše 92 až 94 %.

Kondenzační kotle oproti kotlům konvekčním lépe využívají teplo spalin, které se ochladí a dojde k uvolnění tepla při kondenzaci vodní páry. Tím se zvýší účinnost kotle. Normovaný stupeň využití je tím větší, čím je menší teplotní spád. Kondenzační kotle odebírají teplo spalinám, které odcházejí ven komínem. Čím lépe se využije teplo spalin, tím více se sníží jejich teplota. Nejdokonalejší kondenzační kotle využijí téměř všechno teplo spalin, a tak jejich teplota klesne až na přibližně 40 °C. Spaliny vzniklé hořením nejsou suché, ale obsahují určitou vlhkost. Při spálení 1 m³ zemního plynu vznikne cca 1,5 litru kondenzátu. Je to vysrážená voda, která má kyselost srovnatelnou s dešťovou vodou. Proto je potřeba, aby kotel obsahoval nějakou sběrnou nádobu kondenzátu nebo zápachovou uzavírku a odvod kondenzátu do kanalizace.

Umístění kotlů je vymezeno normami a vyhláškami pro zajištění bezpečného provozu. Při splnění všech požadavků však být kotel umístěn nejen v kotelně, ale také na chodbě, v předsíni, v kuchyni, případně i v jiných místnostech [4].

2.1.3 Elektrokotle

I tento druh kotlů patří k používaným zdrojům tepla. Vzhledem k velkému okamžitému množství odebírané elektrické energie může docházet ke zvýšenému zatížení elektrické sítě. K provozu těchto kotlů musí být udělen písemný souhlas energetické společnosti, která dodává elektřinu do sítě. Elektrokotel musí mít svůj samostatný elektrický obvod a jištění.

Ovšem jeho hospodárnost klesá v závislosti na zvyšování cen energie.

2.1.4 Kotle na obilí

Patří k nejnovějším kotlům na trhu. V posledních letech byly v některých oblastech Evropy a také ČR poměrně velké přebytky obilí. Cena je dlouhodobě stabilní a navíc je obilí obnovitelný zdroj energie. Hořáky na spalování obilí vyvinuty již před řadou let a po několikaletých úspěšných ověřovacích zkouškách se vyrábějí sériově do vybraných kotlů. U nás se vyrábějí kotle určené ke spalování obilí v několika firmách [4].

2.1.5 Kamna a krby

Patří k módním prvkům a někdy mohou zvýšit estetický vzhled místnosti. Kamna vyhřejí většinou jen jednu, nejvýše dvě místnosti. Krbová kamna tvoří přechod mezi kamny a krbem.

Krbů se vyrábí stovky nejrůznějších provedení. Výrobci je rozdělují na klasické, opalines, rustikální, moderní, stylové a mramorové. Krby slouží nejen k ohřevu vzduchu, ale také pro ústřední či etážové vytápění. Většina krbů se staví ve tvarovém provedení rovný, avšak specialisté na stavby krbů umí postavit krb rohový či jiné tvary podle přání zákazníka.

U kamen i krbů se nesmí zapomínat na občasné čištění zanesených a znečištěných ploch. Spálením dřeva vzniká malé množství popela, avšak i to je třeba odstranit.

Drobná údržba patří k jednoduchým věcem, které však mohou zlepšit dokonalost spalování a tím i účinnost hoření. Kamna i krby mají ze všech zdrojů tepla nejmenší účinnost. Ke zvýšení účinnosti došlo konstrukčním řešením a tím je uzavření topeniště dvířky se speciálním žáruvzdorným sklem. I přesto se účinnost pohybuje jen okolo 70 % [4].

2.1.6 Plynová topidla

Starší topidla jsou známa pod názvem gamatky. Vyrábí se jak na zemní plyn, tak na propan-butan. Mohou mít odvod spalin do komína, v místnostech, kde není komín, se spaliny odvádí přes venkovní stěnu.

Plynová topidla mají přijatelnou pořizovací cenu a průměrně hospodárný provoz. Jsou vhodná zejména do malých rodinných domů nebo chat. V místech, kde není zaveden zemní plyn, se používají propan-butanová topidla. Nevýhodou je nutnost výměny lahví a jejich správné umístění a také vyšší cena propan-butanu ve srovnání se zemním plynem.

2.1.7 Elektrická topidla

Z hlediska provozu se rozlišují elektrická topidla přímotopná, akumulární a hybridní. Přímotopná topidla přeměňují okamžitě elektrickou energii v tepelnou a ihned dodávají teplo do místnosti. Akumulární topidla ukládají teplo do tzv. jádra, což jsou cihly s dobrou schopností teplo pojímat a zpětně vydávat. Hybridní topidla se nazývají také kombinovaná a mají vlastnosti přímotopných i akumulárních topidel.

Všechny tři druhy se v rodinných domech používají a vyrábí v širokých výkonových rozsazích. Topidla jsou vybavena teplotním termostatem, některé mají ventilátor, u jiných proudí vzduch přirozeným způsobem.

Běžná otopná tělesa mohou sloužit jako elektrická topidla.

Hospodárný provoz elektrických akumulčních kamen je zajištěn díky automatickému provozu. Systém dálkového ovládání zajišťuje odběr elektřiny pro nabíjení kamen v době, kdy je levnější. Elektrická rozvodní krabice, však musí být osazena zařízením, které odborníci znají pod názvem HDO.

Akumulační topné těleso obsahuje topné jádro, které předává teplo do akumulčních kamen [4].

2.2 Tepelná čerpadla

Tepelná čerpadla jsou stroje, které odebírají teplo vzduchu, vodě či půdě pomocí teplotnosné látky. K jejich provozu je nutná elektrická energie. TČ se rozdělují podle toho, odkud odebírají teplo, což může být vzduch, půda nebo voda. Označení TČ vzduch/voda znamená, že teplo se odebere venkovnímu vzduchu a předá vodě. Každé TČ má dvě části – venkovní a vnitřní.

TČ vzduch/voda

Nejvýhodnější instalace venkovní části TČ je na jižní straně domu. Přes TČ protéká asi 6000 m^3 vzduchu za hodinu. U tohoto typu čerpadla nejsou náklady na zemní práce. Vnější jednotka obsahuje ventilátor velkého výkonu. Je však nutno dodržet hygieniky danou maximální hranici hluku, což moderní ventilátory splňují.

TČ země/voda

Má větší finanční nároky na zdroj tepla s ohledem na zemní práce. Nízkopotenciální teplo je odebíráno ze zemního kolektoru (svazek trubek), který je uložen v zemi v nezámrazné hloubce $1 - 1,5 \text{ m}$. TČ potřebuje na 1 kW svého výkonu asi 35 m^2 plochy půdy. Podle složení zeminy to však může být i o něco více.

TČ tohoto typu vyžaduje dostatečně velkou plochu. Celková délka trubek zemního kolektoru může dosáhnout i několik kilometrů. Vstupní náklady jsou poměrně vysoké.

TČ voda/voda

Rozlišuje se voda stojatá (ve studních) a voda tekoucí (v řece, potoce). Ve studních je podzemní voda, která má po celý rok stálou teplotu asi $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pro provoz jsou třeba dvě studny – sací a vsakovací. Voda se čerpá ze sací studny, odebere se jí teplo a vypouští se do druhé, vsakovací studny. Protože se odebírá vodě pouze málo tepla (voda se ochladí jen o několik stupňů Celsia), je nutná velká vydatnost podzemního zdroje. Dnes se využívají hlubinné vrty až 180 m hluboké a jejich vzdálenosti jsou $10 - 15\text{ m}$ od sebe. Na topný výkon 1 kW je potřeba asi 18 m hluboký vrt.

Vstupní náklady při zřízení TČ jako zdroje tepla jsou poměrně vysoké. Avšak provozní náklady patří k nejnižším a navíc se jedná o ekologický zdroj tepla. I přes vysoké vstupní náklady se množství TČ neustále zvyšuje. Největší nárůst probíhá u typu vzduch/voda.

Součástí soustavy s TČ je vždy akumulární nádoba o objemech 200 l a více podle výkonu soustavy [4].

2.3 Solární panely

Sluneční záření obsahuje tolik energie, že se vyplatí ji využívat k ohřevu vody jak u malých rodinných domů, tak i u velkých budov. V České republice svítí slunce v průměru 1460 hodin/rok . V některých oblastech dopadá větší množství energie a zejména tam se vyplatí instalovat zařízení pro využití slunečního záření. Těmito oblastmi jsou nížiny a větší část jižní Moravy.

Za jasné oblohy dopadá na plochu 1 m^2 sluneční záření o hodnotě asi 1000 W .

Domy mohou využít sluneční energii celkem třemi způsoby – pasivním, aktivním a hybridním způsobem.

Pasivní zahrnuje využití pomocí oken, dalších prosklených konstrukcí a celých stavebních konstrukcí; význam a využití je malé. Aktivní systém představuje využití slunečního záření k výrobě elektrické energie nebo tepelné energie; využití je významné. Hybridní systém je kombinace; využití je malé.

Využití ohřáté vody sluneční energií je jen pro vytápění, ale také pro užitkové účely nebo pro bazén.

Základem je zachycování slunečního záření pomocí kolektorů a jeho přeměna v tepelnou energii. Ta se pak využívá k ohřevu vody. Kolektory se instalují na střeše směrem k jihu, případně k jihozápadu. Množství ohřáté vody a její teplota závisí hlavně na velikosti plochy kolektorů. Pro větší množství ohřáté vody je potřeba vytvořit sestavu několika kolektorů.

V kolektorech a v potrubí primárního okruhu musí kolovat nemrzoucí ekologická kapalina. Nezředěná kapalina odolává mrazu $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Teplená čerpadla a solární systémy patří k ekologickým zdrojům tepla, jejichž zřízení podporuje Státní fond životního prostředí. Při zřízení je možná státní finanční dotace.

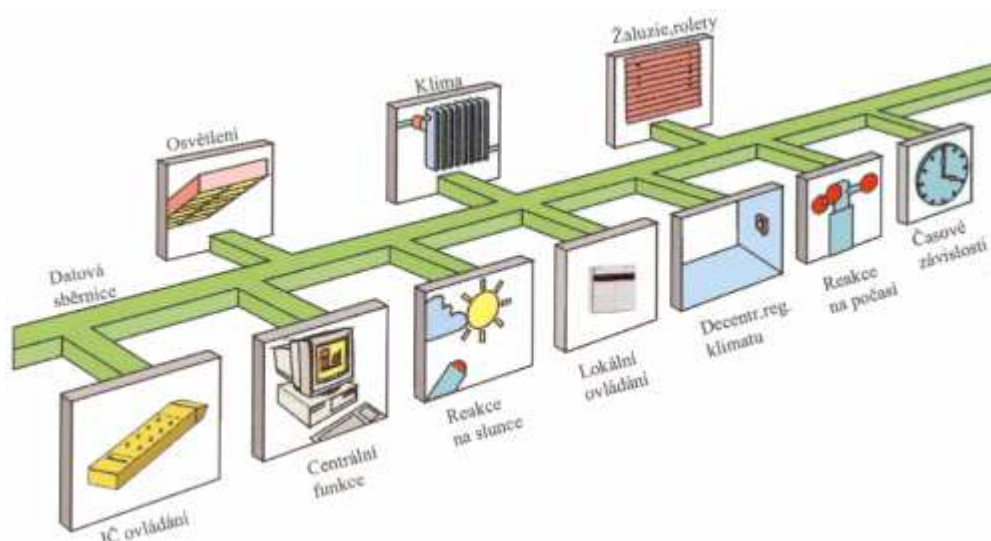
U solárních soustav pro ohřev vody, kotlů na dřevoplyn, nízkoenergetických domů, ale i v jiných otopných soustavách se používají akumulční a vyrovnávací nádrže. Jde o nádrž, která má dvě funkce. Jednak akumuluje teplo ze zdroje v době, kdy není jeho velký odběr a vyrovnává nerovnoměrný odběr tepla v době špičky apod. Díky této nádrži se zvýší hospodárnost otopné soustavy.

Běžně se používají nádrže o objemu 300, 500 nebo 1000 litrů, případně několik nádrží vzájemně propojených [4].

3 INFORMAČNÍ TECHNOLOGIE PRO OVLÁDÁNÍ SBĚRNIC

U systémů techniky budov (tzv. inteligentních budov) jsou nejvhodnější informační systémy, které jsou schopny správně pracovat v prostorové rozlehlosti budov. Pro tento účel jsou více než vhodné decentralizované sběrníkové systémy.

Decentralizovaných systémů používaných je celá řada. V celosvětovém měřítku se u decentralizovaných systémů nejčastěji používají technologie LON (Local Operating Network), EIB (European Installation Bus), který po konvergenci s dalšími systémy vytváří nově standard KNX (Konnex). Pro řízení osvětlení má velký význam systém Luxmate společnosti Zumtobel. Zajímavé možnosti skýtá také systém Xcomfort společnosti Moeller. Inteligentní decentralizovaně komunikující moduly můžeme najít i u českých firem.



Obr. 2: decentralizovaný systém

3.1 KNX

Sběrnice Konnex bus, zkráceně KNX sdružuje tři existující technologie sběrnic 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. Zajímavý je princip modelování aplikací pomocí tzv. datových bodů, vzájemně logicky propojených a předdefinovaných profilů zařízení.

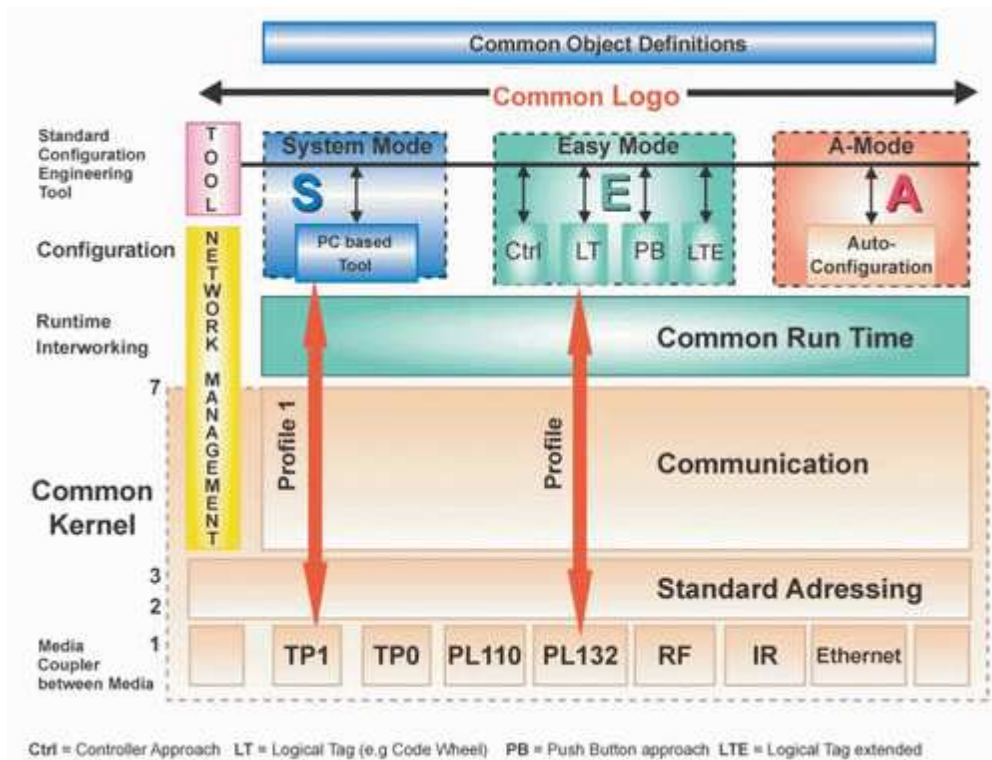
3.1.1 Základní charakteristika

- přenos dat s různou rychlostí 1,2, 2,4, 4,8, 9,6 a 32 kb/s v závislosti na použitém médiu a topologii
- maximální velikost sítě: 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
- point-to-point (peer-to-peer) komunikace s možností režimu Multicast a Broadcast
- využití různých přenosových standardů na 1. a 2. (fyzické a linkové) vrstvě OSI modelu (EIB, BatiBus atd.)
- KNX plně definuje síťovou, transportní a aplikační vrstvu, hierarchii adresování, strukturu uzlů a komunikujících zařízení

Tento systém se dá použít pro řízení a automatizaci budov – klimatizace, topení, zapínání/vypínání osvětlení a jiných zařízení, dále pro zabezpečení, protipožární ochrana, dálkové řízení procesů, měření a regulace, přenos a přímé zpracování dat od senzorů, ovládání akčních členů.

3.1.2 Struktura komunikace KNX

Sběrnice KNX specifikuje mnoho mechanismů a vlastností, které ji umožňují adaptovat na většinu aplikací z oblasti řízení budov. Obr. 3 ukazuje přehled modelu standardu KNX, který sice nekopíruje známí OSI model, který zde pro popis není úplně vhodný, ale výstižněji blíže specifikuje vlastnosti KNX. Tento model je složen z bloků komponent formující síťovou komunikaci a rozhraní aplikace.



Obr. 3: znázornění standardu KNX (čísla 1 až 7 určují vrstvy OSI modelu)

Hlavní prvky sítě jsou:

- **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 každého 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.

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.

Použít 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 polo duplexním systémem:
 - *TP0 - médium převzaté ze standardu BatiBus* - definovaná komunikační rychlost 4,8 kb/s, přístup na sběrnici CSMA/CA
 - *TP1 - médium převzaté ze standardu EIB* - definovaná komunikační rychlost 9.6 kb/s, přístup na sběrnici CSMA/CA
- **Napájecí (sít'ové) 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 polo duplexním systémem:
 - *PL110 - médium převzaté ze standardu EIB* - definovaná komunikační rychlost 1200 b/s, nosná přenosová frekvence 110 kHz, přístup na sběrnici CSMA
 - *PL132 - médium převzaté ze standardu EHS* - definovaná komunikační rychlost 2400 b/s, nosná přenosová frekvence 132 kHz, přístup na sběrnici CSMA
- **Radiový přenos (RF = Radio Frequency) - bezdrátový** - plně specifikovaná standardem KNX umožňuje bezdrátovou komunikaci na frekvenci 868 MHz, kódovanou systémem FSK (Frequency Shift Keying), jednosměrný nebo polo duplexní obousměrný přenos dat rychlostí 32 kb/s a metodou přístupu CSMA. Médium na úrovni linkové vrstvy je specifikováno standardem CEN TC294 for metering, aby bylo schopné sdílet různé hardwarové platformy. RF přenos pak splňuje ERC doporučení ERC/REC 70-03 and ETSI European Standard ETS 300-220.

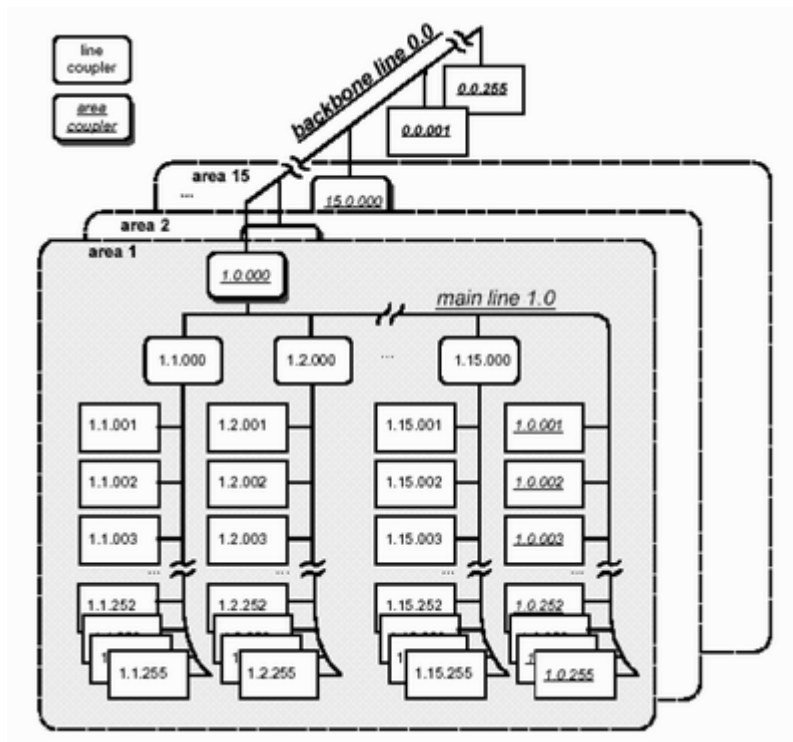
- **Infračervený přenos (Infra) - bezdrátový** - byl plně převzat ze standardu EIB
- **Mimo výše vyjmenovaná média lze díky unifikovaným KNX službám použít i média, jejichž založená na IP komunikaci**, jako jsou Ethernet IEEE 802.2, Bluetooth, WiFi/Wireless LAN (IEEE 802.11) nebo FireWire (IEEE 1394). Využívá se k tomu tzv. ANubis mód (Advanced Network for Unified Building Integration & Services).

Fyzická topologie je závislá na volbě média, ale například v případě použití TP (twisted pair) je možné vytvořit sběrníkovou, stromovou i hvězdicovou strukturu propojení. Pouze kruhová topologie není nepřijatelná. Přestože celková maximální délka všech vodičů v jedné linii (části sběrnice/sítě bez oddělovačů linií) 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*.

SÍŤOVÁ A TRANSPORTNÍ VRSTVA

Zatímco síťová vrstva provádí segmentaci rámců a řízení jejich směrování v síti, transportní vrstva vytváří komunikačních propojení mezi komunikujícími uzly a řídí vyslání a příjem dat.

KNX je plně distribuovaný systém, ve kterém může vzájemně komunikovat až *65 536* zařízení (uzlů) pomocí *16b* 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) - viz Obr. 4. 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.



Obr. 4: struktura sítě rozdělená na zóny

Jak je ukázáno na Obr. 4, logická topologie odráží číselnou strukturu individuálních adres, které jedinečně identifikují příslušný uzel v síti. Při komunikaci po napájecím vedení jsou sousední domény logicky separované 16b 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. Instalační omezení mohou záviset na konkrétní implementaci (médium, typy vysílačů/přijímačů, kapacita napájecího vedení) a na faktorech okolního prostředí (elektromagnetického rušení apod.). Při bezdrátové komunikaci prostřednictvím radiového přenosu (RF komunikace) může znemožnit rozšířené adresování vzájemné rušení sousedních jednotek.

KNX definuje i různé vazební členy, které je možné použít pro segmentaci sítě nebo vzájemného propojení linek typu zkrouceného páru vodičů (TP médium) s jinými médii. Použit lze opakovací, mosty, směrovače, paketové filtry, ochranné firewally apod.

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 - Obr. 5. První bajt (octet 0) obsahuje řídicí pole (Control Field), 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 adresovacím 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.

oktet 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

Obr. 5: KNX rámec

Transportní vrstva může v rámci výše popsaného rámce vytvořit 3 typy komunikačních propojení mezi komunikujícími uzly:

- jeden uzel komunikuje se mnoha dalšími (multicast)
- jeden uzel se všemi připojenými a komunikujícími uzly (broadcast)
- jeden uzel komunikuje s jedním uzlem (point-to-point)

APLIKAČNÍ VRSTVA

Aplikační vrstva poskytuje velké množství služeb a aplikačních procesů, které se odlišují podle použitého typu komunikace a transportní a nižší vrstvy. Služby související s point-to-point a broadcast komunikací slouží pro správu sítě, zatímco služby související s multicast komunikací jsou určeny pro provozní operace.

KNX pokrývá značný rozsah konfigurací modelů zařízení a není jakkoliv vázaný na konkrétní zařízení nebo mikroprocesory. Přesné požadavky řízení každé konkrétní aplikace jsou založeny na detailních profilech propojených s konfiguračními módy.

Doposud jsme na všechny elementy architektury KNX pohlížely spíše z pohledu hardwaru nebo z pohledu jejich úlohy ve vzájemné komunikaci. Na úrovni aplikační hladiny již hlavní úlohu hraje role namodelování dané řízené aplikace do proměnných vhodných pro přenos a jejich vzájemné svázání s jinými aplikacemi a programy různých zařízení od různých výrobců. K tomu v síti KNX slouží modelování aplikací pomocí tzv. datových bodů (data-points) a jejich vzájemné logické provázání.

KNX modely aplikací v každého připojeného zařízení jsou tvořeny kolekcí vysílacích a přijímacích datových bodů, distribuovaných přes určitý počet zařízení. Takový systém je správně funkční v případě, když datové body v různých zařízeních jsou propojeny přes společné identifikátory, tzv. svázány (bound), podobně jako jsou různé uzly spojeny společnou adresou do multicast skupiny.

Když lokální aplikace je zařízení typu, senzor chce jinému zařízení předat nově naměřenou hodnotu, provede zápis dané hodnoty do vysílacího datového bodu a ten hodnotu vyšle společně s příkazem "zapiš (write)" s konkrétní cílovou adresou jednotky, které má být předána. Přijímací datový bod této adresované jednotky vyslanou hodnotu přijme a oznámí to své lokální aplikaci. Ta s ní může dle libosti nakládat až do doby, než je přepsána hodnotou novou. Prováděná akce může například představovat interní změnu stavu nějakých proměnných, update jednoho z vlastních vysílacích datových bodů nebo modifikaci stavu některých fyzických výstupů apod. Podobně tak vzájemně komunikují lokální aplikace běžící na vzájemně propojených zařízeních, propojené datovými body, mohou společně tvořit rozsáhlou distribuovanou aplikaci [5].

3.1.3 Sběrnice EIB

Evropská instalační sběrnice EIB (European Installation Bus) vznikla z elektroinstalační sběrnice instabus firmy Siemens (vývoj od roku 1986) a stala se v roce 1992 německou, později i evropskou normou (EN 50090). Zvláště v Evropě, kde patří mezi velmi rozšířené sběrnice, je podporována společnostmi jako jsou Siemens, Bosch, ABB a další stovka firem, všechny sdružené v organizaci EIBA, založené v roce 1990.

System EIB byl od počátku otevřený pro všechna další zařízení, primárně je však určen pro elektroinstalaci. Sběrnici EIB mohou být bez problémů spojeny výrobky různých firem (více než sto firem nabízí přes čtyři tisíce různých výrobků). Programování jednotlivých zařízení a celého systému EIB se provádí počítačem programem ETS (EIB Tool Software), který existuje již v několika verzích. Již od počátku je základním přenosovým médiem zkroucený pár vodičů EIB-TP, ke kterému se přidal i přenos po síťovém vedení EIB-PL (Power Line) a bezdrátový radiový přenos EIB-RF (Radio Frequency). Zařízení kompatibilní se sběrnici EIB včetně příslušných programů pro programování a uvedení do provozu jsou koncipována tak, že vyškolený elektroinstalatér je schopen samostatně zvládnout i větší projekty a případně provést různé změny podle přání zákazníka.

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, klimatizaci, ovládání domácích spotřebičů), jakož i nové druhy uvádění do provozu umožňují propojení plnou automatizaci budov i domácností do skutečného „inteligentního“ domu. Vytvořením mezinárodního standardu KNX se dostalo evropské sběrnici EIB mezinárodního zhodnocení.

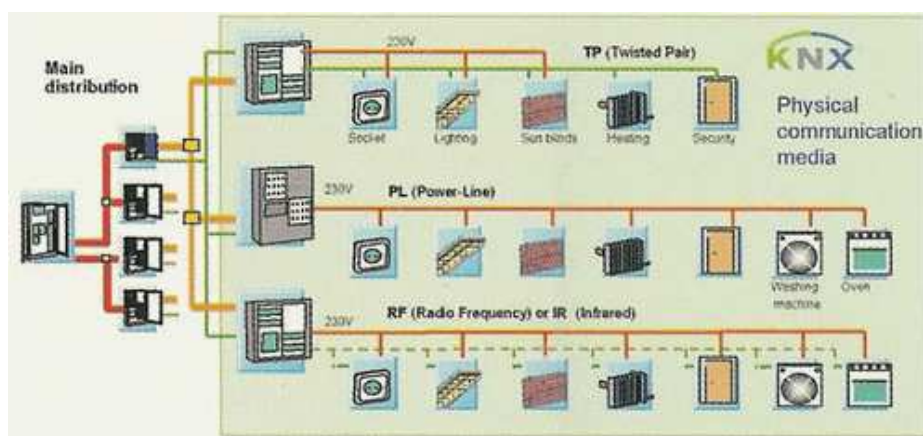
Volba a připojení kabelů sběrnice EIB/KNX

Pro propojení zařízení a modulů prostřednictvím KNX, případně sběrnice EIB, existuje více médií. Jde o senzory a akční členy, které lze vzájemně propojit 4 typy komunikačních médií:

- 1. Nízkonapětový kabel** – zkroucený pár vodičů (24V) = stále nejpoužívanější volba
- 2. Vysokonapětový síťový napájecí kabel (230V)** = obvykle se používají jen v nejnútnejší míře – např. pro propojení akčních členů s ovládanými elektrickými předměty [6].

3. Bezdrátový radiový přenos (Radio Frequency)

4. Infračervený bezdrátový přenos (Infrared communication)



Obr. 6: možnosti volby komunikačního média

3.2 LonWorks

Technologie LonWorks nabízí univerzální komunikaci po libovolném vedení včetně RS-485, síťového rozvodu 230V nebo kabelové televize. Tím je vhodný nejen pro řízení spotřebičů a automatizaci budov (klimatizace, topení, světlo apod.), ale i dálkové odčty měřičů energií nebo regulaci v průmyslu. Obecné informace o vlastnostech a možnosti použití této sítě se dozvíte v následujícím úvodním článku.

Technologii LonWorks vyvinula firma Echelon v letech 1989 až 1992 ve spolupráci s firmami Toshiba a Motorola, přičemž v roce 1992 byla uvedena na trh. Ta vychází z obecné definice sítě zvané Local Operating Networks (LON), tj. místní datová síť. Ty jsou obecně složeny z inteligentních zařízení a uzlů, které jsou propojeny jedním či více komunikačními médii a komunikují spolu jedním komunikačním protokolem. Uzly jsou naprogramovány na vysílání zpráv při změně různých stavů a podmínek nebo jako reakci na přijatou zprávu. Samotný Echelon nabízí velké množství hardwarových i softwarových komponent pro vystavění distribuované sítě LonWorks. Technologie je však již přijata mnoha výrobci a komponenty dnes už vyrábí a podporuje i tisíce dalších firem (okolo 3000 firem po celém světě) včetně výrobců a distributorů v ČR.

3.2.1 Základní charakteristika

- řízení a automatizace budov - výtah, klimatizace, topení, zapínání / vypínání osvětlení a jiných libovolných zařízení, zabezpečovací zařízení, protipožární ochrana
- řízení domácích spotřebičů
- sledování spotřeby energií - elektroměrů, plynoměrů, vodoměrů a spotřebičů tepla
- telekomunikace, metropolitní sítě, přenosu zvuku
- dálkové řízení libovolných procesů
- bezpečnostní zařízení
- měření a regulace (MaR)
- HMI (Human-Machine Interface) - přenos a přímé zpracování dat od libovolných sensorů, klávesnic a zobrazení na displejích, LED apod.
- ovládání akčních členů / atenuátorů - motory, topná tělesa, sirény apod.
- nízké instalační nároky - lze využít stávající přenosová média, příp. napájecí síťové kabely, kabelová televize nebo i Internet
- kvalitní diagnostické možnosti - díky inteligentním uzlům sítě
- jednoduché programování, možnost naprogramovat a vytvořit vlastní interface a aplikaci
- 2 až 32000 zařízení připojených v síti
- peer-to-peer architektura (P2P)
- komunikace Master / Slave
- interface pro RS-232, RS-485, VME, ISA, PCI atd.

3.2.2 Struktura komunikace LonWorks

Síť LonWorks využívá peer-to-peer architektury (přímá komunikace systémem uzal-uzal) s prioritním systémem zasílání zpráv. Základem sítě LonWorks je inteligentní uzal, tzv. node, který je založen na speciálních mikrokontrolérech, nazývané Neuron chip, na němž

běží LonTalk protokol. Komunikační model je nezávislý na fyzickém přenosovém médiu a na topologii sítě.

První vlastnost je docílena díky nezávislosti Neuron chipu na typu tranceiveru, který zprostředkovává jeho propojení s daným fyzickým médiem. Tak lze fyzicky pakety přenášet libovolným způsobem například využitím zkrouceného páru vodičů (twisted pair wires), radiového přenosu (RF links), optických vláken, koaxiálního kabelu, nebo i napájecím výkonovým vedením a sítovými rozvody 230/400V. Využít lze i již natažené kabelové televize.

Druhá vlastnost je docílena díky použitím architektury peer-to-peer pro řízení přenosu a směrování paketů. Konkrétní použitá topologie je tak závislá na použitém transceiveru, ne na komunikačním modelu. Prioritní systém je řešen obsahem několika I/O bufferu v Neuron chipu, aby se v případě potřeby mohlo pozastavit vyslání zprávy s nižší prioritou z důvodu okamžitého a přednostního vyslání zprávy s prioritou vyšší [7].

Komunikační síťový protokol LonTalk je tedy protokol, který běží uvnitř Neuron chipu. Je založen na ISO OSI referenčním modelu (Obr. 7).

OSI Layer	Purpose	Services
Application	Application Program	Standard objects & types, config props, file xfer, network services
Presentation	Data Interpretation	Network variables, application messages, foreign frames
Session	Remote Actions	Dialog, remote procedure calls, connection recovery
Transport	End-to-End Reliability	End-to-End acks, service type, pkt sequencing, duplicate detect
Network	Destination Addressing	Unicast & multicast, destination addressing, packet routing
Data Link	Media Access & Framing	Framing, data encoding, CRC, media access, collision detect
Physical	Electrical Interconnect	Media specific details, xceiver type, physical connect

Obr. 7: ISO OSI model pro LonTalk protokol

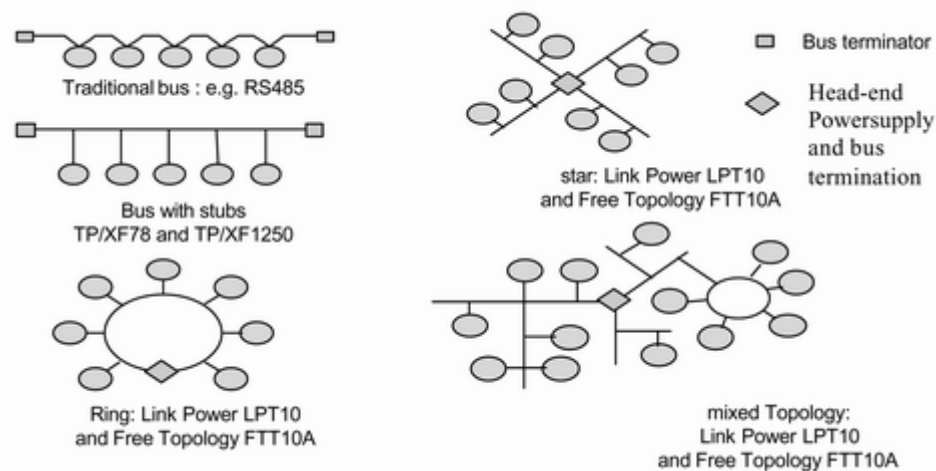
FYZICKÁ VRSTVA

Fyzická vrstva definuje propojení po fyzickém komunikačním médiu. Již zmíněnou velkou výhodou protokolu LonTalk je možnost přenosu po libovolném médiu, pro který existuje tranceiver. Ten je přímo napojen na k tomu určeným pinům Neuron chipu. Dohromady

tedy tvoří uzel sítě. V současné době se využívají tyto média, resp. existují pro ně trancivery vhodné pro napojení na Neuron chip:

- Manchesterem kódovaný signál po zkroucený pár vodičů (twisted wires pair) izolovaný transformátorem a sběrníkovou topologií s rychlostí přenosu $78kb/s$ až $1.25Mb/s$
- zkroucený pár vodičů libovolnou topologií (kruh, hvězda, sběrnice) a kombinací kabelů s průřezem od 0.65 až $1.3mm$
- napájený zkroucený pár vodičů s libovolnou topologií se společným přenosem dat a napájení libovolného zařízení (ostatní viz bod výše)
- výkonový síťové vedení, kde se společně přenášejí data i střídavé, příp. stejnosměrné, napájení (například síťový rozvod $230V$). Tato komunikace se v Evropě řídí standardem CENELEC.
- optické kabely v podobě dvou vláknového přenosu (dopředný a zpětný přenos po samostatném vlákně) nebo jedno vláknový přenos (oba směry se šíří po jednom vlákně)
- radiový (RF) přenos s využitím frekvencí $49MHz$, $400 - 450MHz$, $900MHz$ s rozprostřeným spektrem, $1.2GHz$ s rozprostřeným spektrem nebo $2.4GHz$ s rozprostřeným spektrem.
- infračervený (IR) přenos obvyklý a vhodný pro přenosové aplikace
- koaxiální kabel vhodný pro vysokorychlostní přenos nebo ve spojení s přenosem dat, obrazu i zvuku

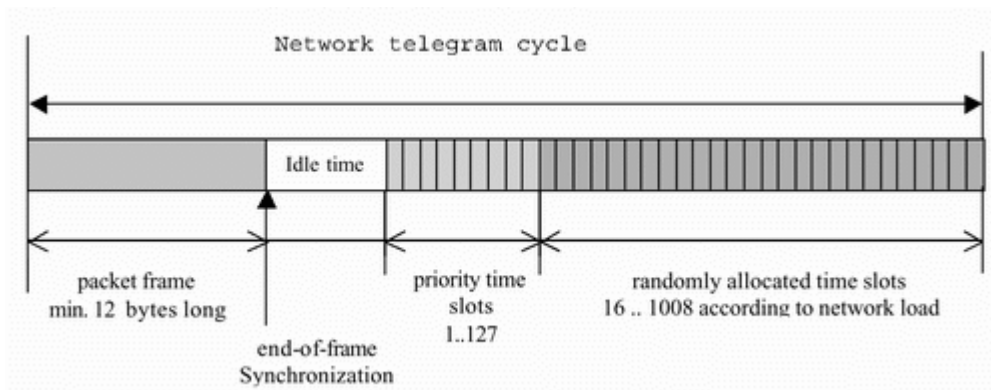
Samozřejmostí je využití a navázání více druhu médií, kdy například od vzdálené řídicí stanice se využije síťové vedení a pak pro místní přístroje zkroucený pár. Zároveň je podporovány tzv. vícenásobné komunikační kanály (multiple communications channels), kde pojem kanál (channel) se uvažuje fyzické transportní médium pro datové pakety (telegramy) s možností připojit až 32385 uzlů. Každá síť může být složena z jednoho nebo více kanálů tvořených i různými fyzickými médii. Pro přenos z jednoho kanálu do druhého se využívají routery.



Obr. 8: typy topologií u LonWorks

LINKOVÁ VRSTVA

Linková vrstva ovládá a řídí přístup na médium (Obr. 9) a provádí kódování dat pro případnou opravu chyby vzniklé přenosem. Zde se využívá cyklický kód CRC.



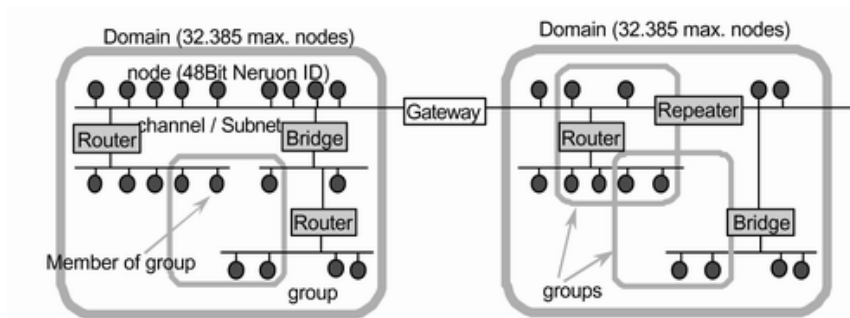
Obr. 9: přístup na sběrnici – metoda CSMA/CA

Pro přístup se zde využívá známá metoda CSMA/CA pro přenášení paketů. Všechny uzly, resp. jejich Neuron chipy sledují přenos po síti a pro jejich přístup čekají na stav nečinnosti (Idle state), kdy nikdo nevysílá. Vysílání předchozího uzlu je ukončeno synchronizačním bitem, tzv. End-of-frame Synchronization, ukončující přenášený rámeček. Pak každý uzel odpočítává tzv. priority time slots, kdy mohou určité uzly nebo zprávy mít vyšší prioritu než další a tímto způsobem se na sběrnici dostanou přednostně dříve, protože jim odpočítáván kratší čas. Každý Neuron chip uzlu má proto několik bufferů s rozdílnou prioritou pro rozdělení priorit jednotlivých paketů. Pak následuje čekání dle náhodně vygenerované doby, tzv. randomly allocated time slots, a pokud se do té doby neobjeví na sběrnici komunikace, vyšle uzel svůj paket. Počet čekacích slotů se automaticky zvyšuje s

rostoucí vytížeností sítě. Je možné využít i detekce kolize, ale tu musejí pak podporovat všechny tranceivery (hardware) zapojené v síti.

SÍŤOVÁ VRSTVA

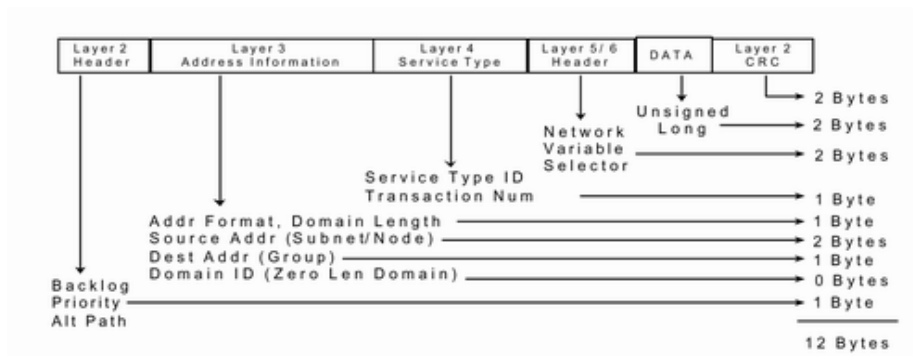
Síťová vrstva je zodpovědná za správné doručení paketu cílovému uzlu nebo více uzlům. Využívá se 3úrovňové adresace k identifikování daného uzlu (Obr. 10). První úroveň hierarchie je doména, jejíž identifikátor je délkou volitelný mezi hodnotami 0, 1, 3 nebo 6 bajtů. Každý uzel může být členem maximálně dvou domén. K propojení domén slouží brány (Gateways).



Obr. 10: adresování uzlů v síti

Druhá úroveň adresování je podsíť (subnet). V každé doméně může být až 255 podsítí. Podsíť je tvořená logickou skupinou uzlů z různých kanálů (adresování samotných uzlů je kanálově nezávislé). K propojení podsítí slouží routery.

Třetí úroveň (nejnižší) tvoří samotný uzel, který je adresován 48b identifikačním číslem (Neuron ID). V každé podsíti může být až 127 uzlů, tzn. až 32385 uzlů v jedné doméně. Protože každý uzel může být zároveň členem dvou domén, může sloužit jako mezi doménová brána a posílat například data z jednoho senzoru do dvou domén najednou.



Obr. 11: rámeček protokolu LonTalk

TRANSPORTNÍ VRSTVA

Transportní vrstva zajišťuje spolehlivost doručení paketů, tj. provádí kontrolu správného přenosu paketů sítí od vysílajícího uzlu k cílovému, zajišťuje potvrzování přijetí paketu, ničí duplikátně vyslané pakety a další služby. Máme 4 základní:

- *Služba potvrzování došlého paketu či zprávy (End-to-End Acknowledged service)*

Po zprávě, resp. paketu, vyslaném uzlem sítě dalšímu uzlu nebo skupině uzlů se vždy očekává zpětné potvrzení o úspěšném doručení (acknowledgement) od každého uzlu. Jestliže vysílající uzel nedostane potvrzení od všech příjemců, vyčká určitou nastavenou dobu a provede nové odeslání zprávy. Doba i maximální počet pokusů o znovu vyslání je nastavitelný. Potvrzení o přijetí zprávy, resp. vyslání potvrzení, se provádí automaticky neuron chipem daného uzlu. K zamezení duplikátního příjmu tytéž zprávy se využívá číslování zpráv a potvrzení tzn. Transaction ID číslem.

- *Služba Žádost/Odpověď (Request/Response)*

Ta je využívána k vyslání zprávy jednomu či více uzlům, od kterých se očekává zaslání nějaké konkrétní odpovědi. Ta může obsahovat i přenášená data, což se využívá při volání vzdálených procedur nebo v client/server aplikacích. Příchozí zpráva je uzlem nebo externí aplikací uzlu zpracována a výsledek vyslán jako odpověď s určitým nastavitelným časovým zpožděním.

- *Služba zasílání zpráv typu broadcast*

Toho se využívá při jednom či opakovaném hromadném zasílání zpráv velkému počtu uzlů, kdyby hromadné odpovědi od každého zahltilo síť.

- *Služba nepotvrzeného zasílání zpráv*

Tato služba je podobná předchozí, od vyslané zprávy se neočekává ani odpověď ani potvrzení. Je možné ji zasílat i pouze jednomu uzlu sítě. Tak to komunikující aplikace však musí být odolné proti ztrátě paketů či zpráv.

RELAČNÍ VRSTVA

Pakety mohou použít třídu služeb známé jako žádost-odpověď (request-response) požadující akci od nějakého vzdáleného uzlu. LonTalk relační vrstva definuje standardní

kódy zpráv pro síťový management (network management messages) a diagnostiku (network diagnostic messages). Network management messages usnadňují instalaci a řízení sítě, kde příkazy umožňuje měnit nastavení a konfiguraci Neuron chipů, resp. obsah jejich EEPROM. Network diagnostic messages zajišťují diagnostiku sítě a případně opravy.

Tato vrstva také definuje ověřovací protokol pro ověřování zpráv (authenticated messages), který umožňuje příjemci zprávy zjistit, zda ten co zprávu vyslal, je k tomu oprávněný. Tento způsob zabraňuje neoprávněnému přístupu na uzel a do aplikace. Totiž každý uzel má 48b ověřovací klíč (Authentication Key). Příjemce zprávy si tak může ověřit, zda ten vysílající má ten samý klíč.

Dále tato vrstva provádí rozhraní mezi 6. a 7. vrstvou protokolu běžícím v hostitelské aplikaci a nižšími vrstvami běžící jako firmware na Neuron chipech jednotlivých uzlů.

PREZENTAČNÍ VRSTVA

Prezentační vrstva provádí vyměňování zpráv mezi aplikacemi, tak že došlý paket zprávy interpretuje jako:

- síťovou proměnnou (network variable)
- explicitní zprávu (explicit message)
- cizí rámec (foreign frame)

Aplikační data se obvykle vyměňují prostřednictvím síťových proměnných, které tvoří třídu zpráv, kde jsou data označena jako Neuron C proměnná a tak je s nimi i zacházeno. Tyto proměnné zjednodušují vývoj a instalování systému. Jak ukázu v jednom z dalších částí o sběrnici LonWorks, tyto proměnné definují a přiřadí data do určité skupiny dle jejich fyzikálního významu, včetně jednotek. Takto přenášená data mají pevně definováno, co prezentují za hodnoty a jak se s nimi má ve vzdálené aplikaci zacházet. Z programátorského hlediska se to dá přirovnat k definování typu proměnné při její deklaraci (například int, float apod. v jazyku C) LonTalk protokol definuje několik standardních proměnných, tzv. Standard Network Variable Types (SNVT), které tvoří skupinu předdefinovaných typů asociovaných s fyzikálními jednotkami (například V, A, °C, metry, sekundy apod.).

Explicitní zprávy jsou určeny pro prezentaci dat, které se nehodí do některého typu síťových proměnných. Tyto zprávy jsou složena ze dvou částí: kódu (message code) - I

bajt, který aplikaci definuje interpretaci dat a samotný obsah (data). Speciální kód patří tzv. cizím rámcům (foreign frames), což jsou rámce dat, které nijak nesouvisí se s touto vrstvou a prostě mají být přenesena do cílové aplikace bez bližší specifikace. Takto lze přenést surová data už do 228 bajtů.

APLIKAČNÍ VRSTVA

V aplikační vrstvě běží samotný aplikační program, který deklaruje používané typy síťových proměnných, kódy explicitních zpráv apod. Mohou se využívat standardní síťové proměnné, aby obě aplikace na obou stranách sítě libovolné aplikace pracovali například se stejnými jednotkami a data stejně interpretovali. Stejně tak lze i definovat nové proměnné pro společné aplikace. V případě hodových produktů, dává obvykle výrobce k dispozici seznam proměnných, které zařízení využívají. Často jich bývá i přes 30 [8].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

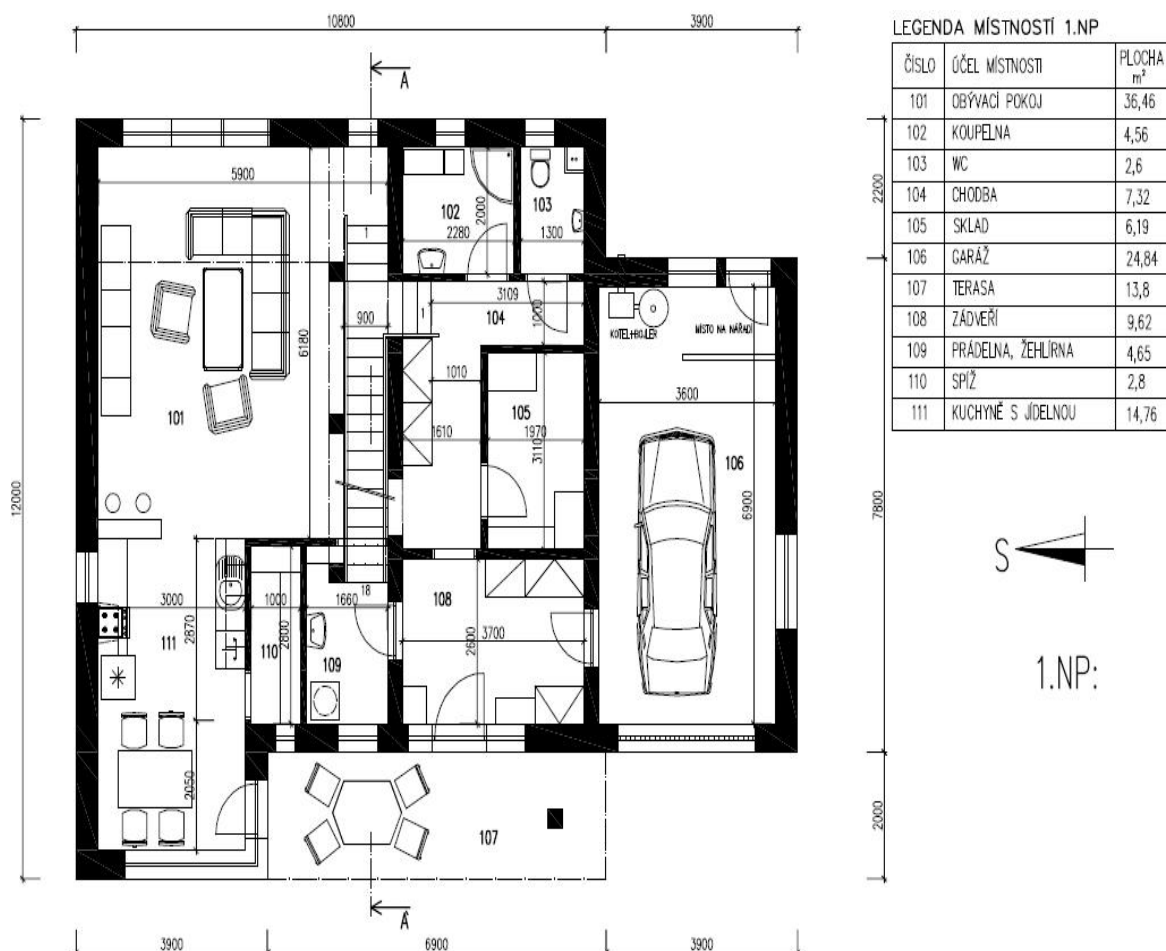
4 POSTUP PRÁCE

Praktická část diplomové práce je věnována návrhu technologických zařízení, návrhu informačních systémů pro řízení a monitorování (zabezpečení, osvětlení a vytápění) v rodinném domě. Při realizaci jsem postupoval takto:

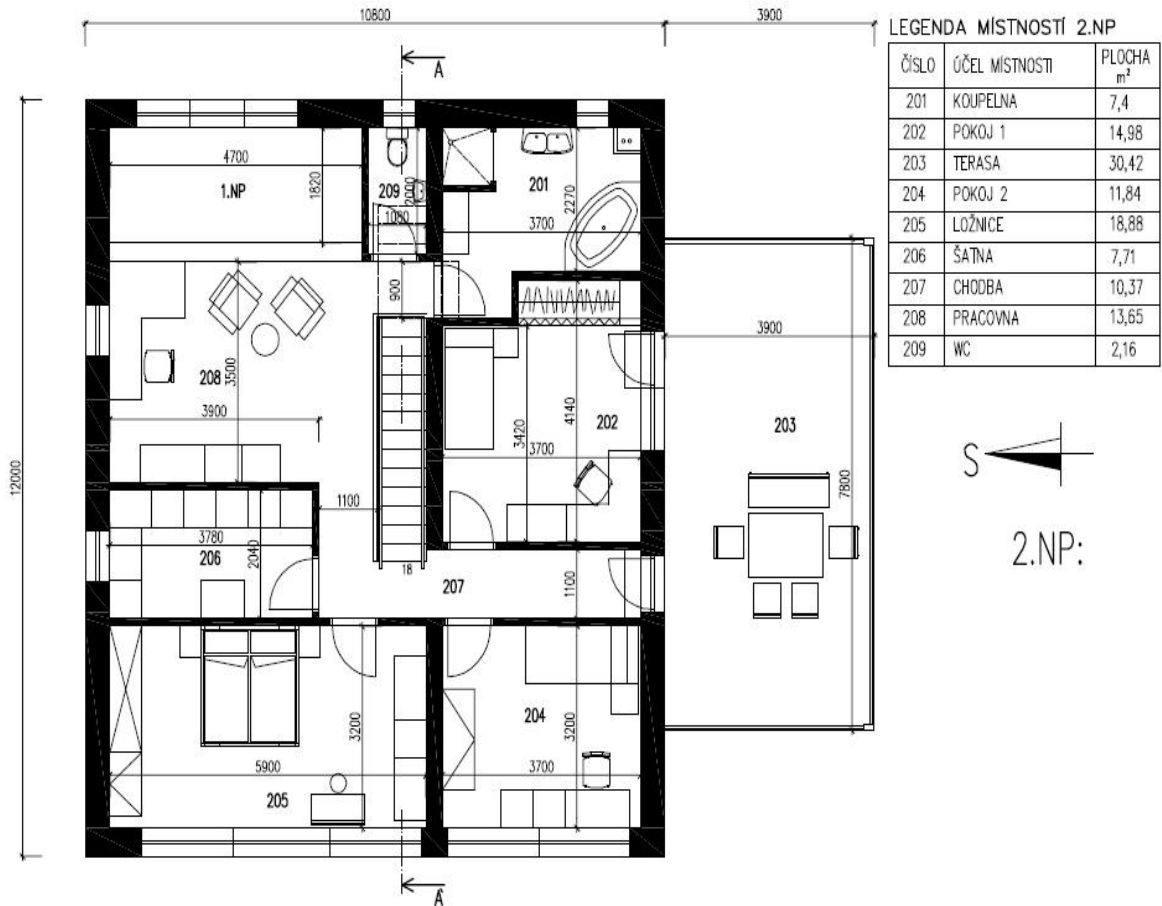
- požadavky na rodinný dům (půdorysy rodinného domu, umístění domu do lokality, určení vnitřních výpočtových teplot)
- výpočet prostupů tepla konstrukcemi a tepelných ztrát domu (vypočtení prostupů tepla jednotlivých konstrukcí, vypočtení tepelných ztrát prostupem, větráním a tepelných ztrát při přerušovaném vytápění domu)
- návrh vytápěcího okruhu (návrh zdroje tepla, zabezpečovacích zařízení, otopných těles, ventilů, realizace ovládání a řízení pomocí INELS) a návrh solárního okruhu pro ohřev TUV (návrh počtu solárních panelů, zabezpečovacích zařízení, čerpadlové skupiny, velikosti zásobníku TUV)
- realizace návrhu ovládání a řízení jednotek EZS, EPS pomocí INELS
- realizace návrhu ovládání a řízení jednotek pro osvětlení pomocí INELS
- návrh vizualizace pomocí informačního SCADA systému Reliance (vizualizace EZS, EPS, osvětlení, vytápění)
- realizace návrhu vzdálené GSM komunikace (návrh vzdálené komunikace pro ovládání EZS, EPS, osvětlení, vytápění) a komunikace pomocí protokolu TCP/IP pomocí INELS (přístup do sítě Internet)
- technicko-ekonomické zhodnocení zařízení a systémů (porovnání zdrojů tepla podle finančních ročních nákladů na vytápění, porovnání dvou systémů, pořizovací náklady na technologická zařízení a použité jednotky INELS)

5 POŽADAVKY NA RODINNÝ DŮM

Technické parametry rodinného domu jsou zobrazeny na Obr. 12, Obr. 13. Jedná se o dvoupodlažní nepodsklepený rodinný dům s garáží jako součástí domu a terasou nad ní.



Obr. 12: 1.NP rodinného domu



Obr. 13: 2. NP rodinného domu

5.1 Specifikace vnitřních a vnějších hygienických požadavků

Jedná se o umístění rodinného domu do terénu, teplotní parametry vnějšího okolí. Všechny tyto parametry jsou popsány v normě ČSN EN 12831 [9].

Rodinný dům je zasazen do okrajové části obce bez zástavby.

Oblast	Kroměříž
Nadmořská výška [m]	207
Vnější výpočtová teplota Θ_e [°C]	-12
Roční průměrná venkovní teplota $\Theta_{m,e}$ [°C]	3,5
Počet dnů otopného období	217

Tab. 6: vnější klimatické podmínky podle normy ČSN EN 12831

V průběhu otopného období by měla být zabezpečena vnitřní výpočtová teplota podle ČSN EN 12831 [9].

Místnost	Vnitřní výpočtová teplota Θ_i [°C]
1.NP	
Obývací pokoj, kuchyně s jídelnou, WC	20
Chodba, zádveží, prádelna-žehlírna	15
Koupelna	24
Spíž, sklad-technická místnost	10
Garáž	5
2.NP	
Pokoj 1,2, ložnice, WC, pracovna	20
Koupelna	24
Chodba, šatna	15

Tab. 7: výpočtová vnitřní teplota podle ČSN EN 12831

5.2 Výpočet součinitele prostupu tepla a tepelných ztrát

Tyto parametry jsou důležitým hlediskem pro hodnocení budovy z hlediska tepelné energie, která uniká stavebními konstrukcemi do vnějšího prostředí.

5.2.1 Stanovení součinitele prostupu tepla

Jakoukoliv stavební konstrukcí prochází teplo z vnitřních prostor do vnějších nebo naopak. Tento parametr značně ovlivňuje tepelné ztráty v závislosti na složení stavebních konstrukcí.

Hodnoty prostupu tepla požadované nebo doporučené jsou dány v normě ČSN 730540-2 [10].

Hodnotu součinitele prostupu tepla U_k [$Wm^{-2}K^{-1}$] lze vypočítat pomocí vztahu:

$$U_k = \frac{1}{\alpha_i + \sum R_j + \alpha_e} \quad (15)$$

kde α_i , α_e jsou přestupy tepla na vnitřní a vnější konstrukci a R_j značí tepelný odpor stavební konstrukce.

$$R_j = \frac{d_j}{\lambda_j} \quad (16)$$

d_j je tloušťka stavební konstrukce [m] a λ_j je tepelná vodivost stavební konstrukce [$Wm^{-1}K^{-1}$].

Skladba konstrukcí a součinitele prostupu tepla těmito konstrukcemi, jsou uvedeny v příloze P I: Skladba a prostupy tepla stěn rodinného domu.

5.2.2 Celková návrhová tepelná ztráta

K výpočtu těchto ztrát je nutné se řídit normou ČSN EN 12831 [9], která popisuje výpočet návrhového topného výkonu (tepelné ztráty):

- pro jednotlivé místnosti nebo vytápěný prostor pro dimenzování otopných ploch,
- pro celou budovu nebo její funkční část pro dimenzování tepelného výkonu.

Je také základním dokumentem pro stanovení tepelné ztráty obálkovou metodou při výpočtu potřeby tepla na vytápění pro modelové řešení budovy. Norma také uvádí zjednodušenou výpočtovou metodu. Norma udává postupy pro výpočet návrhové tepelné ztráty a návrhového tepelného výkonu pro standardní případy při návrhových podmínkách.

Celková návrhová tepelná ztráta ϕ_i [W] i - tého vytápěného prostoru se stanoví ze vztahu:

$$\phi_i = (\phi_{T,i} + \phi_{V,i}) \cdot f_{\Delta\Theta i} \quad (17)$$

kde $\phi_{T,i}$ je návrhová tepelná ztráta prostupem tepla i – tého vytápěného prostoru [W],

$\phi_{V,i}$ je návrhová tepelná ztráta větráním i – tého vytápěného prostoru [W],

$f_{\Delta\Theta i}$ je teplotní korekční činitel zohledňující dodatečné tepelné ztráty místností vytápěných na vyšší teplotu než mají sousední vytápěné místnosti.

Teplotní korekční činitel $f_{\Delta\Theta_i}$ je pro místnosti s normální vnitřní výpočtovou teplotou roven 1, pro teploty větší jak je vnitřní výpočtová teplota je hodnota $f_{\Delta\Theta_i}$ rovna 1,6.

Návrhová tepelná ztráta prostupem

Návrhová tepelná ztráta prostupem $\phi_{T,i}$ [W] i - tého vytápěného prostoru se stanoví ze vztahu:

$$\phi_{T,i} = \sum_{k=1}^{k=n} f_k \cdot A_k \cdot U_k \cdot (\Theta_i - \Theta_e) \quad (18)$$

kde f_k je teplotní korekční činitel pro k-tou stavební část při uvažování rozdílu teploty uvažovaného případu a výpočtové venkovní teploty,

A_k je k - tá stavební plocha [m^2],

U_k je součinitel prostupu tepla k - té stavební části [$Wm^{-2}K^{-1}$].

Návrhová tepelná ztráta větráním

Návrhová tepelná ztráta prostupem $\phi_{V,i}$ pro vytápěný prostor (i) se stanoví ze vztahu:

$$\phi_{V,i} = 0,34 \cdot V_{\min,i} \cdot (\Theta_i - \Theta_e) \quad (19)$$

kde $V_{\min,i}$ je hygienicky nejmenší požadované množství vzduchu pro i- tý vytápěný prostor [m^3h^{-1}].

$$V_{\min,i} = n_{\min} \cdot V_i \quad (20)$$

kde n_{\min} je nejmenší intenzita výměny venkovního vzduchu [h^{-1}],

V_i je objem i - tého vytápěného prostoru vypočteného z vnitřních rozměrů prostoru [m^3].

Požadovaný zátopový tepelný výkon

Vyrovňuje účinky přerušovaného vytápění $\phi_{RH,i}$ i - tého vytápěného prostoru se stanoví ze vztahu:

$$\phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH} \quad (21)$$

kde A_i je podlahová plocha i - tého vytápěného prostoru [m^2],

f_{RH} je zátopový číselník závislý na stavební konstrukci, době zátopu a předpokládaném poklesu vnitřní teploty během útlumu vytápění.

Celková návrhová tepelná ztráta

Celkový tepelný výkon (tepelná ztráta) i – tého vytápěného prostoru $\phi_{HL,i}$ se stanoví ze vztahu:

$$\phi_{HL,i} = \phi_i + \phi_{RH,i} \quad (22)$$

kde ϕ_i je návrhová tepelná ztráta i – tého vytápěného prostoru [W],

$\phi_{RH,i}$ je zátopový tepelný výkon i – tého vytápěného prostoru [W].

Celková tepelná ztráta funkční části budovy nebo celé budovy je tedy:

$$\phi_{HL} = \sum \phi_i + \sum \phi_{RH,i} \quad (23)$$

Místnost	A_i [m^2]	V_i [m^3]	n_{\min} [h^{-1}]	$\phi_{T,i}$ [W]	$\phi_{V,i}$ [W]	ϕ_i [W]	$\phi_{RH,i}$ [W]	$\phi_{HL,i}$ [W]
101	36,46	98,45	0,5	670,54	535,55	1206,1	328,16	1534,25
102	4,56	12,31	1,5	91,52	226,05	508,11	41,04	549,15
103	2,6	7,02	2	106,6	128,89	235,49	23,4	258,9
104	7,32	19,76	0,5	170,32	90,72	261,03	65,88	326,91
106	24,84	67,07	-	321,59	-	321,59	-	321,59
108	9,62	25,97	0,5	510,24	119,22	629,46	86,58	716,04
109	4,65	12,55	0,5	161,86	57,6	219,46	41,85	261,31
110	2,8	7,56	-	25,49	-	25,49	-	25,49
111	14,76	39,85	1,5	593,03	867,18	1460,21	132,8	1593,05
201	7,4	19,98	1,5	356,51	366,83	1157,35	105,53	1262,88
202	14,98	40,45	0,5	357,04	220,03	577,07	154,93	731,99

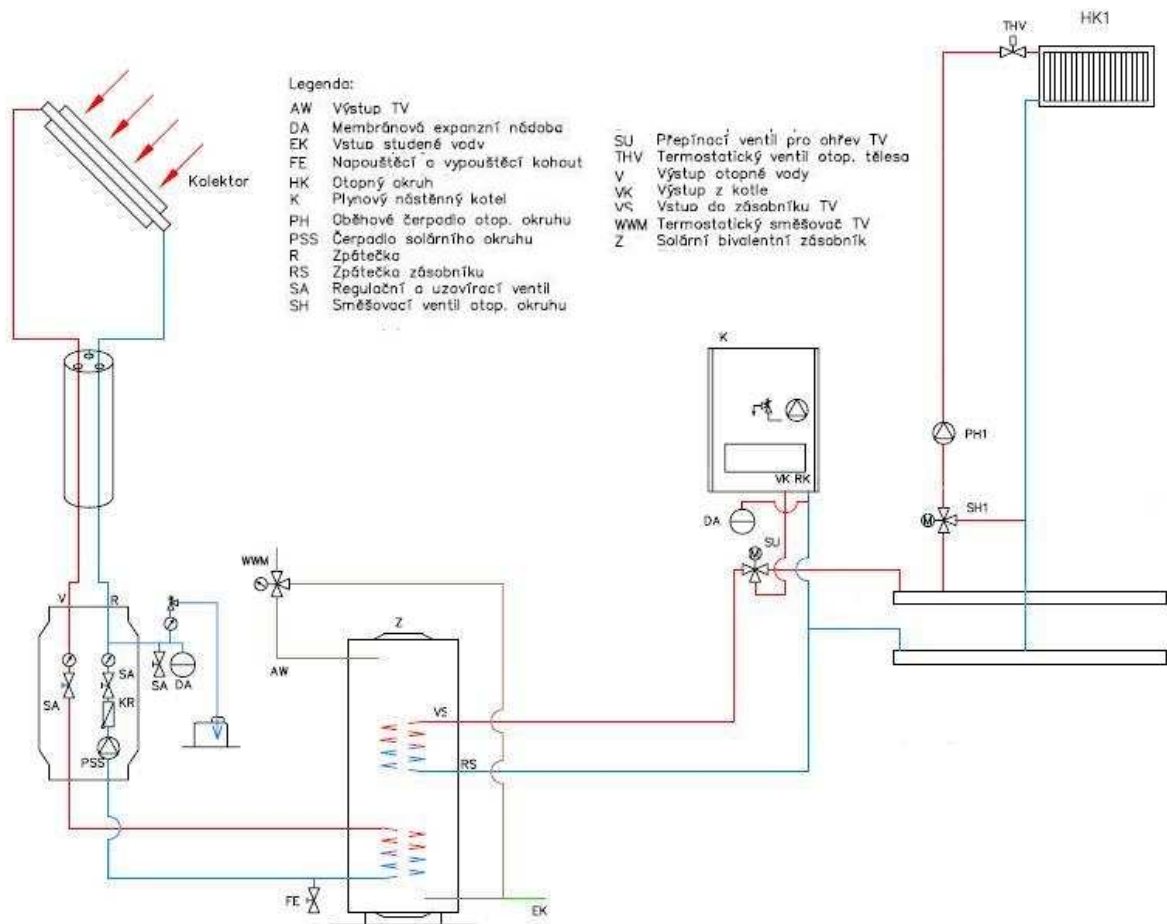
204	11,84	31,97	0,5	298,05	173,91	471,95	129,37	601,33
205	18,88	50,98	0,5	430,56	277,31	707,87	198,92	906,79
206	7,71	20,82	0,5	134,7	113,26	247,96	69,4	317,36
207	10,37	28	0,5	130,13	128,52	258,65	93,33	351,98
208	13,65	36,86	0,5	350,37	200,49	550,86	200,49	762,67
209	2,16	5,83	1,5	41,03	95,18	136,21	27,47	163,68
1.NP	8,55	23,09	-	130,42	-	130,42	-	130,42
Celkové tepelné ztráty ϕ_{HL}							10946,21	

Tab. 8: celkové tepelné ztráty domu podle ČSN EN 12831

Skladba stěn a jejich prostupy tepla jsou popsány v příloze P I: Skladba a prostupy tepla stěn rodinného domu.

6 NÁVRH ŘEŠENÍ TECHNOLOGICKÝCH ZAŘÍZENÍ

Rodinný dům využívá jako zdroj vytápěcí soustavy plynový kondenzační kotel, který s pomocí otopných těles (radiátorů) udržuje ve vytápěných místnostech požadovanou teplotu a pokrývá také tepelné ztráty místností. Ohřev TUV je řešen pomocí solárních kolektorů na střeše rodinného domu. Rodinný dům slouží k pravidelnému a nepřetržitému využívání pro 4 osoby.



Obr. 14: hydraulické schéma vytápěcího systému s ohřevem TUV

6.1 Návrh vytápěcího okruhu

Jak už bylo uvedeno výše, vytápěcím zdrojem domu je plynový kondenzační kotel. Podle tepelných ztrát domu, které byly vypočítány na $10,946\text{kW}$, je potřeba navrhnout příslušný zdroj tepla.

6.1.1 Dimenzování vytápěcího zdroje

Vybral jsem závěsný plynový kondenzační kotel Econcept 15 A s odvodem spalin přes zeď. Je určen jak pro samotné vytápění, pro připojení externího zásobníku pro dohřev TUV nebo také pro průtokový ohřev TUV s integrovaným deskovým výměníkem [11].



Obr. 15: kotel Econcept 15 A

6.1.2 Dimenzování třícestného směšovacího ventilu

Jelikož je použita ekvitermní regulace vytápění, na výstupu z kotle je použit třícestný regulační ventil, který smíchává vodu vstupující do otopných těles s vodou, která z ní vystupuje.

Nejprve si musíme stanovit průtočné množství, které je oběžné čerpadlo schopné přepravit.

Průtok \dot{m} [kg/s] je možné stanovit ze vzorce:

$$\dot{m} = \frac{P}{c \cdot \Delta\Theta} \quad (24)$$

kde P je tepelný přenášený výkon [W], c měrná tepelná kapacita [$Jkg^{-1}K^{-1}$], $\Delta\Theta$ je teplotní spád vstupní a výstupní vody [K].

Z rovnice kontinuity můžeme stanovit vnitřní průměr potrubí d [m]. Rovnice je daná vzorcem:

$$d = 1,128 \sqrt{\frac{\dot{m}}{w \cdot \rho}} \quad (25)$$

kde w je rychlost proudění tekutiny [m/s] – v topenářství se hodnota pohybuje v rozmezí 0,2 až 0,6 m/s, ρ je hustota vody [kg/m³], její hodnota je úměrná

$$\text{střední teplotě otopné vody } \Theta_m = \frac{\Theta_1 + \Theta_2}{2}.$$

$$\rho = 1000 - (\Theta_m - 4) \cdot [0,097 + 0,0036 \cdot (\Theta_m - 4)] \quad (26)$$

Následně je potřeba spočítat tlakové ztráty třením a vřazenými odpory potrubní sítě. Ztráty třením se odvodí podle vzorce:

$$\Delta p_\lambda = \frac{\lambda \cdot w^2}{2 \cdot d} \rho \cdot l = R \cdot l \quad (27)$$

kde λ je součinitel tření, l je délka potrubí [m], R je tlakový spád [Pa/m]. Součinitel tření lze stanovit ze vzorce pro $Re < 2300$:

$$Re = \frac{w \cdot d}{\nu} \quad (28)$$

$$\lambda = \frac{64}{Re} \quad (29)$$

kde ν je kinematická viskozita [m²/s]. Pro výpočet kinematické viskozity vody o teplotě Θ_m je možno spočítat podle:

$$\nu = \frac{1,79 \cdot 10^{-6}}{1 + 0,0337 \cdot \Theta_m + 0,000221 \cdot \Theta_m^2} \quad (30)$$

Pro $Re > 2300$:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \log \left(\frac{2,51}{Re \cdot \sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3,72 \cdot d} \right) \quad (31)$$

kde k je absolutní drsnost potrubí [m].

Za předpokladu hydraulicky hladkého potrubí (měď, plast) je možno použít vztah:

$$\lambda = \frac{0,316}{Re^{0,25}} \quad (32)$$

Nyní je potřeba ještě spočítat tlakové ztráty vřazenými odpory. Ty se spočítají podle vztahu:

$$\Delta p_{\xi} = \sum \xi \cdot \frac{w^2}{2} \cdot \rho \quad (33)$$

kde ξ jsou místní tlakové ztráty (ventily, odbočky, kolena, atd.).

Celková ztráta potrubím je tedy dána:

$$\Delta p_c = \Delta p_{\lambda} + \Delta p_{\xi} \quad (34)$$

Nyní je potřeba navrhnout správný ventil. Je potřeba určit k_{vs} ventilu. Spočítáme si objemový průtok \dot{V} [m^3/h] ventilem podle vzorce:

$$\dot{V} = \frac{P}{\rho_{\Theta_m} \cdot c \cdot \Delta \Theta} \cdot 3600 \quad (35)$$

Následně je potřeba spočítat tlakovou ztrátu Δp_v [kPa] plně otevřeného ventilu podle vztahu:

$$\Delta p_{v100} = \Delta p_v = P_a \cdot \Delta p_c \quad (36)$$

kde P_a je poměrná autorita ventilu.

Výsledný vztah pro výpočet k_{vs} [m^3/h] je dán:

$$k_{v100} = k_{vs} = \dot{V} \cdot \sqrt{\frac{100}{\Delta p_v}} \quad (37)$$

Příklad výpočtu:

Materiál pro potrubí jsem zvolil měď, rychlost proudění w otopné vody v potrubí jsem určil $0,6\text{ m/s}$.

$$P = 10946\text{ W}$$

$$\Delta\Theta = \Theta_1 - \Theta_2 = 70 - 50 = 20\text{ K}$$

$$\Theta_m = \frac{\Theta_1 + \Theta_2}{2} = \frac{70 + 50}{2} = 60^\circ\text{ C}$$

$$\rho_{\Theta_m} = 983,28\text{ kg/m}^3$$

$$\dot{m} = \frac{P}{c \cdot \Delta\Theta} = \frac{10946}{4186 \cdot 20} = 0,13\text{ kg/s}$$

$$d = 1,128 \cdot \sqrt{\frac{\dot{m}}{w \cdot \rho_{\Theta_m}}} = 1,128 \cdot \sqrt{\frac{0,13}{0,6 \cdot 983,28}} = 0,0167\text{ m}$$

Potrubí pro rozvod teplé vody jsem zvolil DN 15.

$$\text{Re} = \frac{w \cdot d}{\nu} = \frac{0,6 \cdot 0,015}{4,69 \cdot 10^{-7}} = 19195$$

$$\lambda = \frac{0,316}{\text{Re}^{0,25}} = \frac{0,316}{19195^{0,25}} = 0,027$$

$$\Delta p_\lambda = \frac{\lambda \cdot w^2}{2 \cdot d} \cdot \rho_{\Theta_m} \cdot l = \frac{0,027 \cdot 0,6^2}{2 \cdot 0,015} \cdot 983,28 \cdot 79 = 25025\text{ Pa}$$

$$\Delta p_\xi = \sum \xi \cdot \frac{w^2}{2} \cdot \rho_{\Theta_m} = 97,5 \cdot \frac{0,6^2}{2} \cdot 983,28 = 17257\text{ Pa}$$

$$\Delta p_c = \Delta p_\lambda + \Delta p_\xi = 25025 + 17257 = 42282\text{ Pa}$$

$$\dot{V} = \frac{P}{\rho_{\Theta_m} \cdot c \cdot \Delta\Theta} \cdot 3600 = \frac{10946}{983,28 \cdot 4186 \cdot 20} \cdot 3600 = 0,48\text{ m}^3/\text{h}$$

Pro výpočet třicestného ventilu budu uvažovat s poměrnou autoritou 0,5.

$$\Delta p_v = P_a \cdot \Delta p_c = 0,5 \cdot 42282 = 21141\text{ Pa} = 21,14\text{ kPa}$$

$$k_{vs} = \dot{V} \cdot \sqrt{\frac{100}{\Delta p_v}} = 0,48 \cdot \sqrt{\frac{100}{21,14}} = 1,04\text{ m}^3/\text{h}$$

Zvolil jsem třicestný ventil jen pro směšování VXP 45.10-1,6 s parametry PN 16, DN 10, $k_{vs} = 1,6$ [12].

6.1.3 Dimenzování zařízení vytápěcího okruhu

Pro správnou hydraulickou funkčnost otopné soustavy je potřeba soustavu pojistit z hlediska tlakových změn v soustavě díky rozpínivosti objemu vody. Expanzní nádoba slouží k tomu, aby v otopné soustavě byl přetlak udržován v daných mezích. Pojistný ventil slouží k tomu, aby nebyl překročen nejvyšší dovolený pracovní přetlak.

Objem expanzní nádoby je dán vztahem:

$$V_{en} = \frac{1,3 \cdot V \cdot n}{\eta} \quad (38)$$

kde V je objem vody v celém otopném systému [l], n je součinitel zvětšení objemu, η je stupeň využití expanzní nádoby,

$$n = \frac{1000}{\rho_{\Theta}} - 1,0004 \quad (39)$$

kde ρ_{Θ} je hustota vody o maximální teplotě vstupující do otopné soustavy [kg / m^3],

$$\eta = \frac{P_{h,dov,A} - P_{d,A}}{P_{h,dov,A}} \quad (40)$$

kde $P_{d,A}$ je hydrostatický absolutní tlak [kPa], $P_{h,dov,A}$ je nejvyšší dovolený absolutní tlak [kPa] a jsou dány vztahy:

$$P_{d,A} = P_{d,dov} + P_B = 1,1 \cdot \frac{\rho \cdot h \cdot g}{1000} + P_B = 1,1 \cdot \frac{\rho \cdot h \cdot g}{1000} + 100 \quad (41)$$

kde $P_{d,dov}$ je hydrostatický tlak [kPa], h je výška nejvyššího bodu otopné soustavy [m], g je gravitační konstanta [m/s], P_B je barometrický tlak [kPa] (hodnota je $100 kPa = 1bar$),

$$P_{h,dov,A} = P_{h,dov} + P_B = 130 + 10 \cdot h + P_B = 130 + 10 \cdot h + 100$$

$$P_k = P_{rx} + (g \cdot h_{MR}) \quad (42)$$

kde $p_{h,dov}$ je nejvyšší pracovní přetlak soustavy [kPa], p_k je konstrukční přetlak celé soustavy [kPa], p_{rx} je konstrukční přetlak prvků soustavy [kPa], h_{MR} je výška nad manometrickou rovinou [m].

Konstrukční přetlak soustavy je dán jako minimální hodnota konstrukčních přetlaků konstrukčních prvků v soustavě. Manometrická rovina je ve výšce 1,5 m nad konstrukční rovinou podlahy.

Musí také platit, že $p_d > p_{d,dov}$ a $p_k > p_{h,dov}$.

Výpočet expanzní nádoby a pojistného ventilu:

Objem V celého otopného systému je 197 litrů. Objem v kotli je 1,7 litru, objem v potrubí je dán jako $3l/kW=45l$, objem v otopných tělesech je dán 85 litrů.

Konstrukční přetlak p_k :

$$\text{Čerpadlo} - p_k = p_{rx} + (g \cdot h_{MR}) = 600 + (10 \cdot 0) = 600kPa$$

$$\text{Otopné těleso} - p_k = p_{rx} + (g \cdot h_{MR}) = 1000 + (10 \cdot 1,2) = 1012kPa$$

$$\text{Kotel} - p_k = p_{rx} + (g \cdot h_{MR}) = 300 + (10 \cdot (-1,5)) = 285kPa$$

Jako p_k je minimum dáno hodnotou 285 kPa.

$$n = \frac{1000}{\rho_{70^\circ C}} - 1,0004 = \frac{1000}{977,92} - 1,0004 = 0,02218$$

$$p_{d,A} = p_{d,dov} + p_B = 1,1 \cdot \frac{\rho_{70^\circ C} \cdot h \cdot g}{1000} + 100 = 1,1 \cdot \frac{977,92 \cdot 3,7 \cdot 10}{1000} + 100 = 139,8kPa$$

Minimální provozní přetlak soustavy p_d je dán z manuálu elektrického kondenzačního kotle a činí 80 kPa. Nejnižší přetlak soustavy $p_{d,dov}$ je 39,8kPa. Podmínka $p_d > p_{d,dov}$ je splněna.

$$p_{h,dov,A} = p_{h,dov} + p_B = 130 + 10 \cdot h + p_B = 130 + 10 \cdot 3,7 + 100 = 267kPa$$

Nejvyšší pracovní přetlak soustavy $p_{h,dov}$ je 167 kPa. Konstrukční přetlak soustavy p_k je 285 kPa. Podmínka $p_k > p_{h,dov}$ je splněna.

$$\eta = \frac{P_{h,dov,A} - P_{d,A}}{P_{h,dov,A}} = \frac{267 - 139,8}{267} = 0,476$$

$$V_{en} = \frac{1,3 \cdot V \cdot n}{\eta} = \frac{1,3 \cdot 132 \cdot 0,02218}{0,476} = 8l$$

Expanzní nádoba musí mít minimálně objem 8 l. Vytápěcí zdroj Econcept 15 A obsahuje uvnitř 10 l expanzní nádobu, což vystačuje a není tedy potřeba pořizovat další nádobu.

Podle výkonu tepelného zdroje a nejvyššího pracovního přetlaku v soustavě (otevíracího přetlaku pojistného ventilu) jsem zvolil pojistný ventil DUCO 1/2"×3/4" KD.

Oběhové čerpadlo se dimenzuje na maximální výšku, na kterou je schopné vytlačit vodu a také na průtok vody, který soustavou protéká. K předpokládané výšce výtlaku 3,7 m a vypočtenému průtoku 0,48m³/h jsem vybral oběhové čerpadlo s proměnnými otáčkami GRUNDFOS ALPHA PRO 25-40 230V PN10 180MM [13].

6.1.4 Dimenzování otopných těles

Pro ústřední vytápění domu jsou použita desková otopná tělesa Profil-Kompakt od firmy Kermi, do koupelny v 1.NP je použito trubkové otopné těleso Karotherm, u koupelny v 2.NP jsou použity 2 trubková otopná tělesa Credo-Swing [14]. Teplota vstupního média do otopné soustavy je 70°C, teplota vratné vody z otopné soustavy 50°C. Dimenzování otopných těles je podle normy DIN EN 442 [15].

Z tabulky tepelných výkonů jsem vyhledal příslušný přibližný tepelný výkon tělesa a odečetl jsem výšku, délku a typ otopného tělesa v závislosti na rozměrech místnosti. Rozměry a typ pro všechny vytápěné místnosti jsou uvedeny v Tab. 9.

Místnost	Typ	Výška [mm]	Délka [mm]	Nadimenzovaný výkon otopného tělesa Q [W]
101+1.NP	33	750	1200	2459,3
102	Karotherm	1967	700	867,66
103	11	600	500	354,69
104	12	400	500	382,48

108	12	400	1100	837,77
109	12	300	500	305,73
111	22	600	1800	2182,48
201	Credo-Swing	2x1838	601, 746	1995,35
202	22	900	600	1002,83
204	11	400	1600	823,82
205	11	400	1800	919,00
206	10	750	600	371,31
207	10	500	800	353,00
208	33	600	600	1044,86
209	10	500	600	224,24

Tab. 9: typy použitých radiátorů

Příklad výpočtu nadimenzovaného otopného tělesa podle normy DIN EN 442 [15]:

Tepelné ztráty místnosti 209: $\phi_{HL} = 163,68W$

Vnitřní výpočtová teplota místnosti $\Theta_i = 20^\circ C$

Teplota vody vstupující do otopné soustavy $\Theta_{IN} = 70^\circ C$, teplota vystupující $\Theta_{OUT} = 50^\circ C$

Z normy DIN EN 442 [15] pro kombinaci vnitřní teploty v místnosti a teplot vody vstupující a vystupující z otopné soustavy se najde v tabulce korekční faktor f . Pro tyto parametry je roven 1,37.

Nadimenzovaný výkon otopného tělesa Q je pak dán:

$$Q = \phi_{HL} \cdot f = 163,68 \cdot 1,37 = 224,24W$$

6.1.5 Dimenzování termostatických ventilů otopných těles

U návrhu termostatických ventilů se postupuje stejně jako při návrhu třicestného směšovacího ventilu v kapitole 6.1.2 podle vzorců (27) a (33) až (37). Poměrná autorita ventilů byla zvolena stejně jako u směšovacího ventilu 0,5. Vybral jsem termostatické

ventily od firmy Danfoss CZ [16]. Vybrané termostatické ventily s vypočtenou hodnotou k_{vs} jsou zobrazeny v Tab. 10.

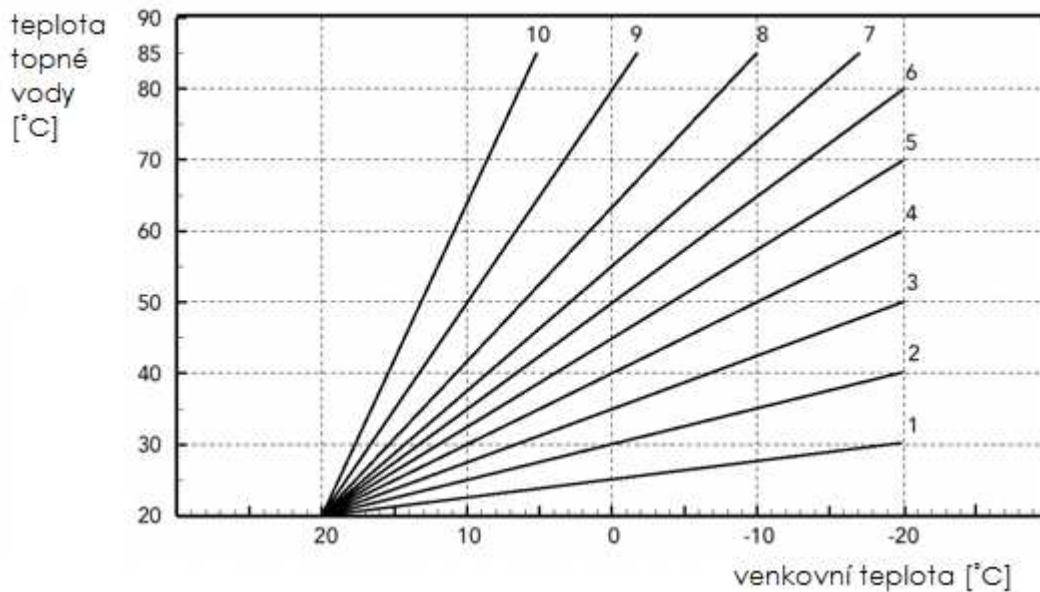
Místnost	Průtok okruhem [m^3/h]	Tlaková ztráta okruhu [kPa]	Vypočtená hodnota k_{vs} [m^3/h]	Navrhnutý typ ventilu
101+1.NP	0,073	13,85	0,28	RA-N 15
102	0,024	4,41	0,16	RLV-X
103	0,011	3,05	0,09	RA-N 15
104	0,014	5,93	0,08	RA-N 15
108	0,031	10,87	0,13	RA-N 15
109	0,011	9,35	0,05	RA-N 15
111	0,07	13,54	0,27	RA-N 15
201	0,055	24,94	0,16	RLV-X
202	0,032	24,43	0,09	RA-N 15
204	0,026	19,55	0,08	RA-N 15
205	0,04	16,51	0,14	RA-N 15
206	0,014	17,34	0,047	RA-N 15
207	0,015	21,45	0,05	RA-N 15
208	0,033	19,87	0,11	RA-N 15
209	0,007	25,89	0,02	RA-N 15

Tab. 10: výpočet hodnoty k_{vs} pro termostatické ventily

6.1.6 Regulace vytápěcího okruhu

Pro regulaci vytápěcího okruhu jsou využity jednotky INELS [17]. Jako hlavní regulace je použita ekvitermní regulace, které reguluje vstupní teplotu vody do otopné soustavy pomocí třicestného ventilu. Tato teplota je závislá na teplotě venkovní teploty, kterou snímá teplotní čidlo. Nastavení teplot otopné vody při dané teplotě venkovního vzduchu se

provádí pomocí ekvitermní křivky. Ekvitermní křivka se nastaví na plynovém kondenzačním kotli Econcept 15 A [11].



Obr. 16: ekvitermní křivka plynového kondenzačního kotle

Místnosti regulované ekvitermně jsou osazeny termostatickými ventily s termopohony. Pro ekvitermní regulaci je zvolena jako referenční místnost obývací pokoj, kde se umístí centrální regulátor ekvitermní regulace. Je umístěn na západní stěně a je propojen se směšovacím ventilem, oběhovým čerpadlem a termopohony otopného okruhu ekvitermní regulace. V této místnosti se radiátory neosazují termopohony a radiátory se otevřou na plno, aby nedocházelo k ovlivňování. Ostatní místnosti regulované ekvitermně mají teplotní senzory, které snímají teplotu uvnitř místnosti a při dosažení žádané hodnoty se termopohony uzavřou.

Pro místnosti více využívané a umístěné na opačné světové straně než je umístěna referenční místnost ekvitermní regulace, by mohlo docházet k nedostatečnému vytopení nebo naopak k přetopení. Proto jsou tyto místnosti regulovány individuálně. Jde kuchyni s jídelnou, oba obývací pokoje a ložnici. Tyto místnosti jsou osazeny prostorovými regulátory, které ovládají termopohony umístěné na termostatických ventilech otopných těles.

Jako ekvitermní regulátor jsem vybral digitální termostat DTR. Pro snímání teploty vnějšího vzduchu jsem vybral teplotní čidlo TZ. Čidlo je umístěno na severní straně

rodinného domu, tak aby bylo co nejvíce chráněno před světelným zářením, které by mohlo zásadním způsobem ovlivňovat vnější teplotu a tím i regulaci.

Na termostatické ventily jsem vybral termopohon ALPHA AA 24V. Spínání termopohonu je pomocí jednotky HC2-01B. Ke spínací jednotce jsou připojeny teplotní čidla TC.

Jako pokojový termoregulátor pro nastavení požadovaných teplot v místnostech jsem vybral digitální pokojový termoregulátor IDRT2-1 s vestavěným teplotním čidlem, které slouží k měření teploty v místnosti.

Pro regulaci zdroje tepla je využit regulátor TER-9.

Parametry jednotek INELS pro regulaci vytápěcího okruhu jsou popsány v příloze P II: Jednotky pro ovládání otopného okruhu.

Návrh rozvodů otopné soustavy jsou uvedeny v příloze P III: Rozvody potrubí otopné soustavy.

6.2 Návrh řešení přípravy TUV

Řešení pro přípravu TUV je takové, že jako zdroj tepla pro ohřátí TUV jsou sluneční kolektory. Ohřátá voda ze slunečních kolektorů je shromažďována v bivalentním zásobníku TUV, ze kterého se pak teplá voda rozvádí do místností, kde je potřeba.

6.2.1 Dimenzování solárních panelů

Ohřev vody pomocí slunečních kolektorů bude sloužit pro celoroční využívání. Na dimenzování kolektorové plochy má vliv orientace ke světovým stranám a sklon střechy a tzv. sluneční klimatické pásmo, které zohledňuje počet hodin slunečního svitu za rok na dané lokalitě.

Doporučené dimenzování je takové, že u jednogeneračních a dvougeneračních domů je potřebná plocha rovna $1,5m^2 / osobu$. Z toho plyne, že pro 4 člennou rodinu je doporučena plocha solárních kolektorů $6m^2$.

Vybral jsem solární kolektory KPS11-ALP od firmy Regulus [18] z důvodu toho, že jsou pokryty vysoce selektivním materiálem, který umožňuje celoroční využití solárních kolektorů.

Typ:	KPS1 - ALP	
	Rozměry š x d x v mm	1139 x 2039 x 56
	Připojovací rozměry	2 x trubka Cu 12
	Pracovní tlak	0,6 MPa
	Absorbér	měď / meandrový
	Povrch absorbéru	Sunselect spektrálně vysoce selektivní
	Plocha kolektoru	2,32 m ²
	Obsah kapaliny	1,6 l
	Hmotnost	40 kg
	Sklo 4 mm	solární prizmatické

Obr. 17: solární panel KPS11-ALP s parametry

Na střechu domu budou využity 3 solární kolektory, které jsou instalované za sebou (sériově). Jejich orientace podle světových stran bude směrem na jih se sklonem 45°C. Tím se docílí nejvyšší účinnosti pro celoroční využití.

6.2.2 Dimenzování solárního okruhu

Jedná se hlavně o dimenzování oběhového čerpadla, zabezpečovacích zařízení jako je expanzní nádrž případně pojistný ventil.

Pro zajištění oběhu ohřáté a studené vody, zabezpečení zařízení slouží čerpadlová skupina, která v sobě integruje všechny tyto zařízení, které jsou důležité pro chod solární soustavy.

Vybral jsem čerpadlovou skupinu FlowCon S od firmy Regulus [18].



Obr. 18: čerpadlová skupina FLOWCON S

Čerpadlová skupina obsahuje integrovaný regulátor DeltaSolBS/3, solární čerpadlo, teploměry topné a vratné vody, tlakoměr, solární pojistný ventil, kulový a zpětný ventil, napouštěcí a vypouštěcí ventily, uzavírací ventil, zpětnou klapku, regulátor průtoku s průtokoměrem, tepelná izolace.

Oběhové čerpadlo slouží k dopravě vody v solárním systému. U solárních panelů typu KPS (tzv. meandrových) je doporučený průtok v rozmezí 1,5 až 1,8 l/min. V čerpadlové skupině je čerpadlo WILO Star ST20/6 s rozsahem průtoku 1 až 13 l/min.

Čerpadlová skupina obsahuje pojistný ventil pro přetlak 6 bar, který se stará o tlakové a teplotní změny v soustavě.

Součástí čerpadlové skupiny není expanzní nádrž. Proto je potřeba ji navrhnout.

3×solární panely, každý panel obsahuje objem kapaliny 1,6l	$3 \cdot 1,6 = 4,8l$
Kolektorová skupina	0,39l
Objem kolektorového pole	$4,8 + 0,39 = 5,19l$
Objem v potrubí (měděné potrubí DN20) odpovídá 0,31l / m	$28 \cdot 0,31 = 8,68l$
Objem solárního výměníku v zásobníku	0,9l
Mezisoučet	$5,19 + 8,68 + 0,9 = 14,77l$
Rezerva kapaliny	$14,77 \cdot 0,05 = 0,74l$
Celkový objem teplotnosného média	$14,77 + 0,74 = 15,51l$
Expanzní objem	$(15,51 - 4,8) \cdot 0,0849 = 0,91l$
Odpařované množství	$5,19 \cdot 1 = 5,19l$
Součet expanzního objemu	$0,91 + 5,19 + 0,74 = 6,84l$
Velikost expanzní nádoby	$6,84 / 0,385 = 17,77l$

Pro dimenzování jsem vybral expanzní nádobu o objemu 18 l typu R8 018 241 [18]. Pracovní rozsah teplot je v rozmezí 10 až 99°C, expanzní nádrž je z uhlíkové oceli a obsahuje nitrilovou membránu.



Obr. 19: expanzní nádoba solární soustavy řady R8

6.2.3 Dimenzování zásobníku TUV

Dimenzování zásobníku je provedeno podle normy ČSN 06 0320 [19].

Základem je stanovení spotřebovaného objemu teplé vody za den.

Podle normy je spotřeba energie potřebná k přípravě TUV dána vztahem:

$$E_{2T} = c \cdot V_{2p} \cdot \Delta\Theta \quad (43)$$

kde c je teplotní koeficient, V_{2p} je objem teplé vody, $\Delta\Theta$ je teplotní rozdíl ohřáté a neohřáté vody.

Při ohřevu a dopravě dochází ke ztrátovému teplu, které se stanoví dle vztahu:

$$E_{2Z} = E_{2T} \cdot z \quad (44)$$

kde z je ztrátový koeficient.

Celková spotřeba tepla na ohřev TUV je dána:

$$E_{2P} = E_{2T} + E_{2Z} \quad (45)$$

Objem zásobníku je tedy dán vztahem:

$$V_z = \frac{\Delta E_{\max}}{c \cdot \Delta\Theta} \quad (46)$$

kde ΔE_{\max} je největší energetický rozdíl mezi křivkami odebrané a spotřebované energie.

Výpočet objemu zásobníku pro 4 člennou rodinu, teplotní spád (rozdíl) $\Delta\Theta = 35K$, ztrátový koeficient $z=0,5$:

$$V_{2p} = 4 \cdot V_{TVo} = 4 \cdot 60 = 240l / den = 0,24m^3 / den .$$

$$E_{2T} = c \cdot V_{2p} \cdot \Delta\Theta = 1,163 \cdot 0,24 \cdot 35 = 9,77kWh / den$$

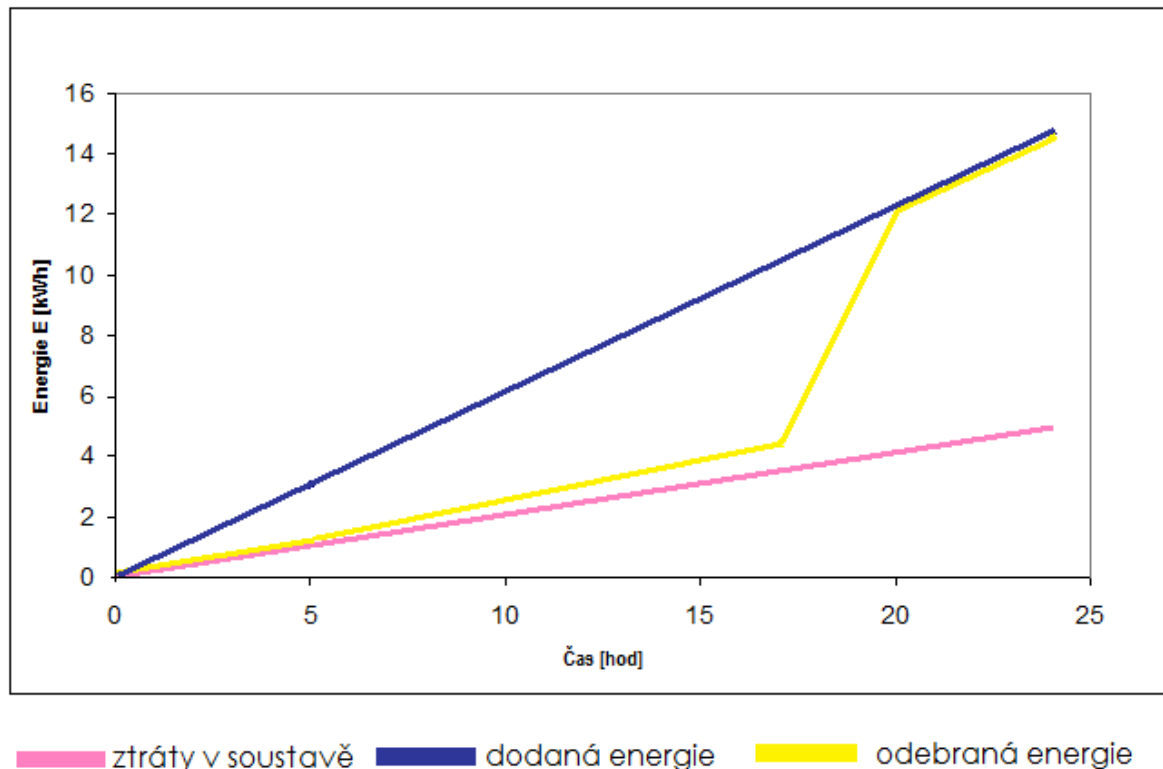
$$E_{2Z} = E_{2T} \cdot z = 9,77 \cdot 0,5 = 4,86kWh / den .$$

$$E_{2P} = E_{2T} + E_{2Z} = 9,77 + 4,89 = 14,66kWh / den .$$

Denní potřebu jsem rozdělil na 4 intervaly pro předpokládaný procentuální odběr TUV.

Časový interval [h]		Procentuální odběr TUV	Odběrová energie
od	do	[%]	[kWh]
0	5	0	0
5	17	35	3,42
17	20	50	4,86
20	24	15	1,47

Tab. 11: odběr TUV



Obr. 20: křivky dodávky a odběru energie v zásobníku

Z křivek dodávky a odběru jsem během dne získal největší rozdíl mezi dodanou a odebranou energií v zásobníku TUV. Tento rozdíl je $\Delta E_{\max} = 5,94 \text{ kWh}$.

$$V_z = \frac{\Delta E_{\max}}{c \cdot (t_2 - t_1)} = \frac{5,94}{1,163 \cdot (45 - 10)} = 0,146 \text{ m}^3 = 146 \text{ l}$$

Výrobci solární techniky také udávají, že velikost zásobníku by měla dosahovat přibližně 1 až 1,5 denní spotřeby teplé vody.

Podle výpočtu pomocí křivek dodávky a odběru energie vynásobíme V_z hodnotou 1,5. Výsledek pak vyjde 219l.

Vybral jsem proto bivalentní solární zásobník Logalux SL 300-2 s objemem 300l, který obsahuje 2 výměníky. Jeden slouží pro solární ohřev, druhý pro dohřev při nedostatečném ohřevu TUV ze solárních kolektorů [20].



Obr. 21: bivalentní zásobník pro ohřev TUV

7 NÁVRH ELEKTROINSTALACÍ SYSTÉMU INELS

Systém inteligentní elektroinstalace INELS je možné využít jak pro rodinné domy, byty, administrativní, prodejní prostory, tak i pro rozsáhlé budovy, či komplexy budov a průmyslovou sféru. INELS řídí provoz objektu od regulace vytápění a klimatizace, ovládání osvětlení, rolet, jiných spotřebičů až po zabezpečení objektu a jeho majetku. Díky správné regulaci lze ušetřit množství energie.

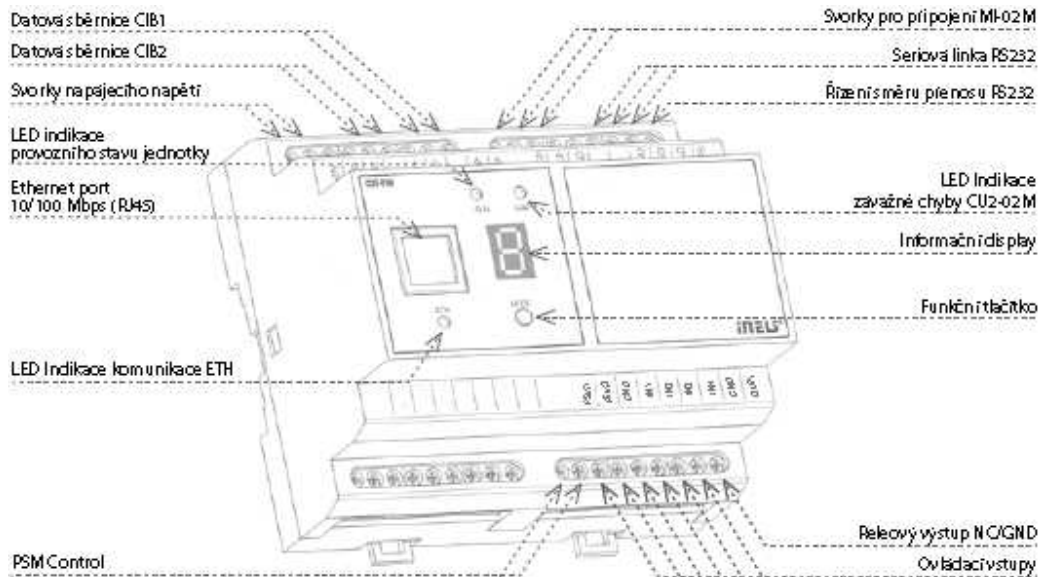
7.1 Popis systému INELS

Srdcem celého systému INELS je centrální řídicí jednotka CU2-01M. K jednotce jsou pomocí sběrnice CIB připojeny různé senzory nebo aktory, lze připojit až dvě sběrnice CIB. Ke každé sběrnici lze připojit až 32 jednotek systému INELS. Délka jedné sběrnice CIB je maximálně 550 metrů. Pokud je počet jednotek nedostatečný, lze sběrnici rozšířit pomocí externího modulu MI2-02M o dalších 64 jednotek (2x32). MI2-02M se k řídicí jednotce připojuje pomocí sběrnice TCL2. U rozšíření pomocí externího modulu je maximální délka jedné sběrnice 300 metrů. TCL2 sběrnice je z metalického krouceného páru vodičů.

Topologie propojování jednotek v systému INELS je neomezená. Nelze jednotky ovšem zapojit tak, aby byly dokola uzavřené.

Konfigurace jednotky a celého systému se provádí přes rozhraní Ethernet pomocí konfiguračního softwaru Inels Designer a Manager (IDM) určený pro operační systém MS Windows.

CU2-01M je možno vzdáleně ovládat přes GSM bránu. Jednotka v sobě také integruje webserver, díky kterému je možné vzdálené ovládání přes internetovský prohlížeč v PC nebo PDA. Obsahuje také 4 bezpotencionálové vstupy (připojení tlačítek, vypínačů, senzorů, atd.). Má kontrolu PSM napájení systému (230 V AC, 24 V DC) pomocí záložních zdrojů. Tato jednotka je vybavena displejem, který zobrazuje její stav nebo IP adresu jednotky. V tomto provedení je jednotka určena pro montáž do rozvaděče na DIN lištu.



Obr. 22: centrální jednotka CU2-01M

7.2 Návrh jednotek EZS a EPS

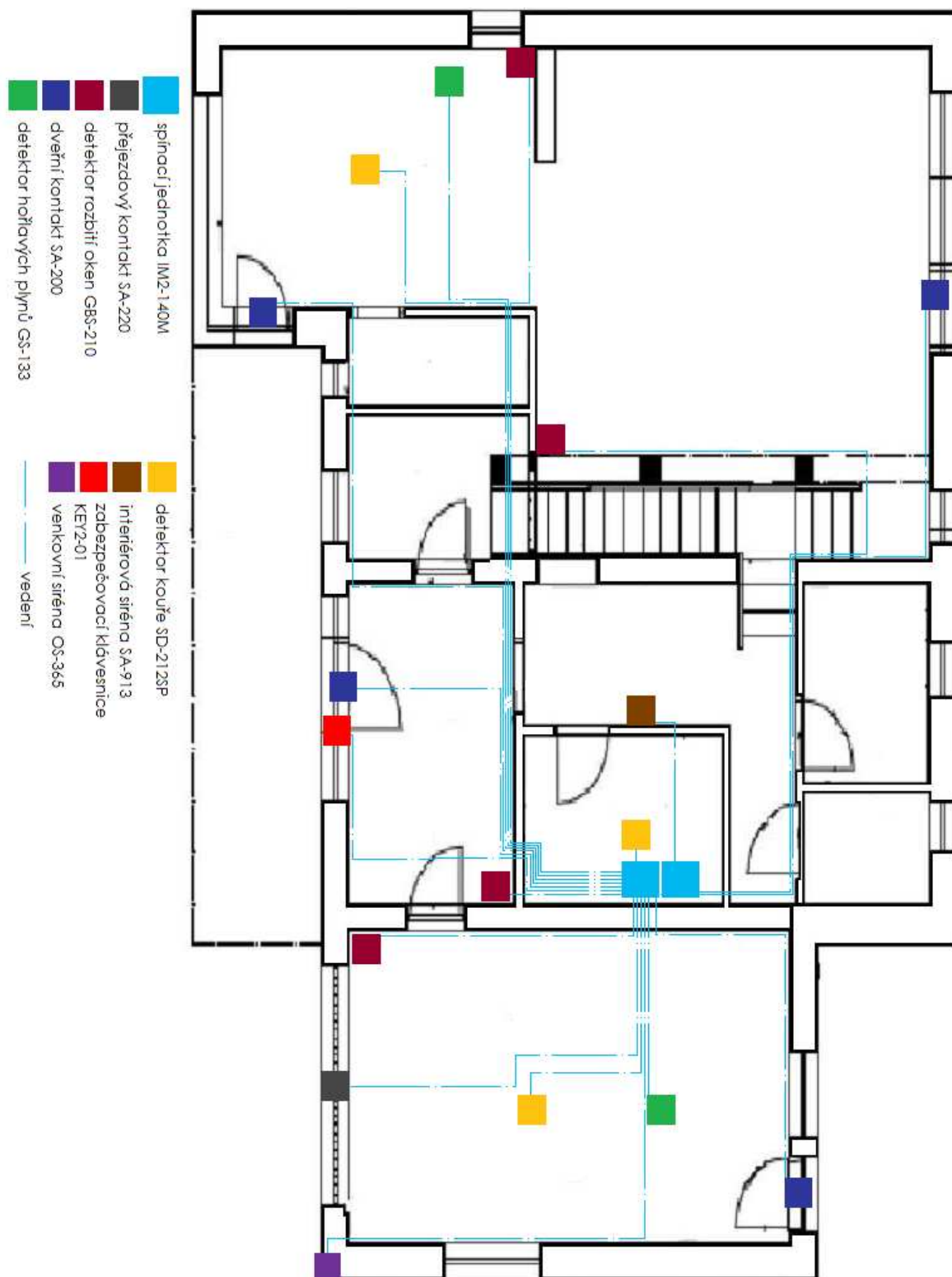
Systémy EZS slouží pro zabezpečení daných objektů, budov, domů, bytů. Tyto prvky můžeme rozdělit na prvky plášťové ochrany a prostorové ochrany.

Systémy EPS slouží k detekci alarmového hlášení při vzniku kouře, úniku hořlavých plynů, atd.

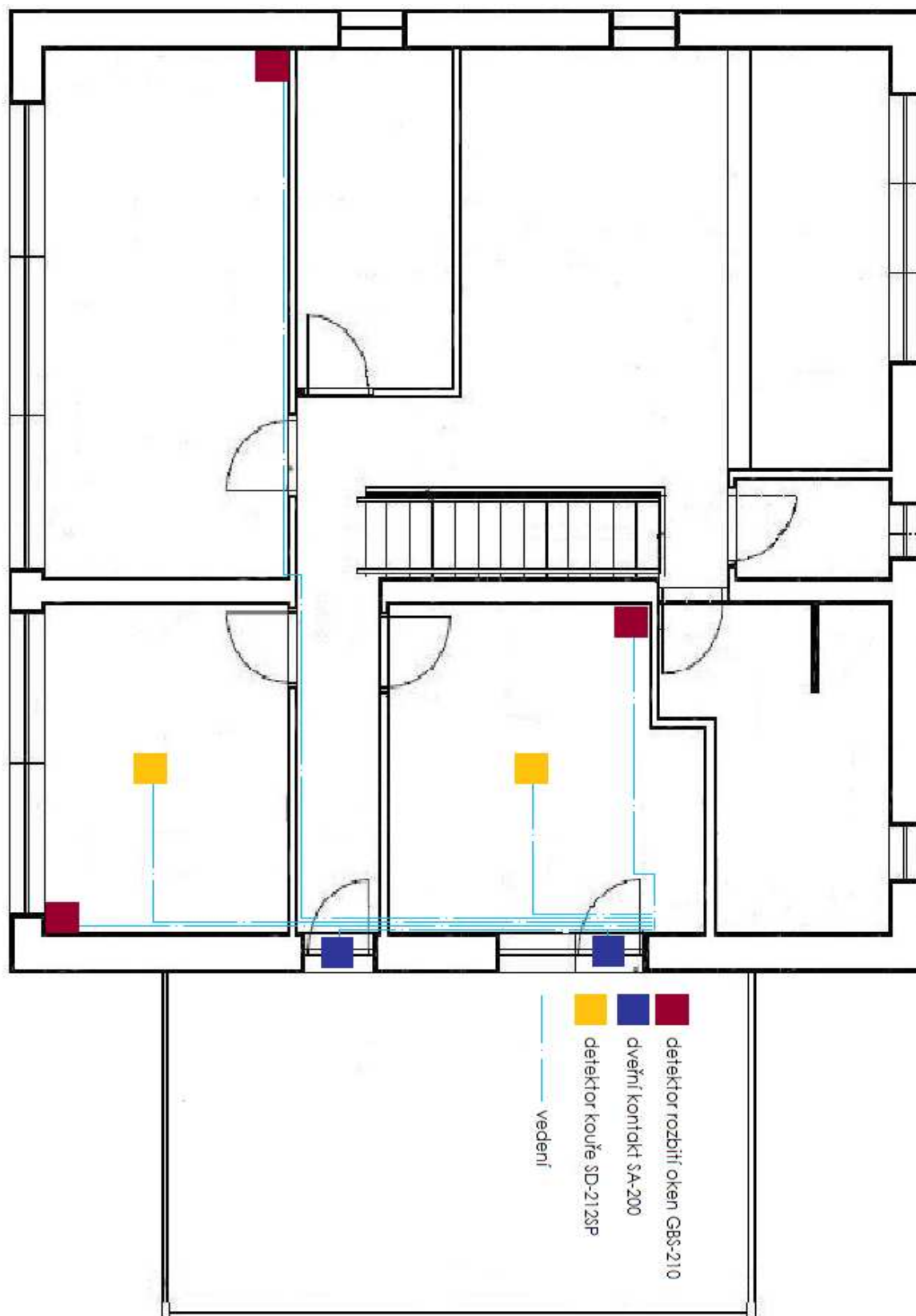
Pro ochranu objektu pomocí EZS jsou využity jako jednotky plášťové ochrany magnetické dveřní kontakty, přejezdový kovový kontakt a detektory rozbití skla. Jako ochranu pomocí EZS s využitím prostorové ochrany jsou použity detektory pohybu.

Pro požární ochranu jsem vybral detektory hořlavých plynů a detektory kouře.

Rozmístění jednotek pro zabezpečení domu pomocí EZS a EPS je znázorněno na Obr. 23, Obr. 24.



Obr. 23: rozmístění a rozvod sběrnice jednotek EZS, EPS v 1.NP rodinného domu



Obr. 24: rozmístění a rozvod sběrnice jednotek EZS, EPS v 2.NP rodinného domu

Magnetický dveřní kontakt SA-200 slouží k zabezpečení otevíratelných částí objektu. Provedení detektoru je v plastu, určen pro povrchovou montáž samolepící páskou nebo šrouby na dveřní, okenní rámy. Kontakt je tvořen jazýčkovým přepínačem. Magnetické dveřní kontakty jsou v 1.NP umístěny na vstupních dveřích do venkovního prostoru v garáži, v jídelním koutě, v obývacím pokoji a hlavním vchodě. Důvodem tohoto umístění jsou nejčastější možnosti vstupu případně vniku do domu. Magnetické dveřní kontakty jsem umístil i do 2.NP a to do prosklených balkonových dveří v pokoji 1 a chodbě, kterými je možno se dostat na terasu.

Přejezdový kovový magnetický detektor SA-220 je určen pro zabezpečení otevíratelných částí objektu. Užívá se většinou pro velká kovová vrata, je možno jej přejíždět autem. Použití magnetického přejezdového kontaktu je hlavně pro větší otvíratelná dveře či vrata. V domě se tento detektor využívá jako detekce u garážových vrat.

Detektor rozbití skla GBS-210 „VIVO“ střeží prosklené plochy a detekuje jejich destrukci. Detektor rozbití okna je využitelný pro plochy okenních výplní s minimální plochou $0,6 \times 0,6 m$, proto je v domě využit jen tam, kde tyto parametry splňuje a kde by mohla být ohrožena bezpečnost domu. V 1. NP je využíván v prostoru garáže, obývacího pokoje, kuchyně s jídelnou a v zádveří. V druhém patře jsou detektory umístěny v obou pokojích a ložnici.

Detektor hořlavých plynů GS-133 má za úkol indikovat únik hořlavých plynů (zemní plyn, svítiplyn, propan, butan, acetylen, vodík, atd.). Prvek signalizuje únik plynu opticky a akusticky. Z toho důvodu jsou detektory v kuchyni nebo v garáži.

Detektor kouře SD-212SP detekuje vzniklý požár se zabudovanou akustickou sirénou. Pravidelně je prováděn interní autotest detektoru. Detektor je také vybaven pomocným teplotním senzorem s rozsahem teplot $+60$ až $+70$ °C, který aktivuje detektor při překročení těchto mezí (pro detekci materiálů s rychlým nárůstem teplot). Detektor kouře jsem umísťoval tam, kde je největší možnost nebo pravděpodobnost vzniku požáru a následného kouře. V prvním patře se jedná o kuchyň, garáž a sklad (technická místnost). V patře druhém jsou zařízení nainstalovaná v obou dětských pokojích, kde se předpokládá určité nebezpečí neopatrnosti dětí.

K nejvyužívanějším bezpečnostním detektorům určitě patří PIR detektory pohybu osob. Jsou využity přednostně na spínání osvětlení, ale zároveň mohou plnit funkci

bezpečnostních zařízení. Uvnitř domu jsou PIR detektory z hlediska využitelnosti k zabezpečení domu umístěny v prostoru schodiště a zádveří. Použil jsem detektory JS-20.

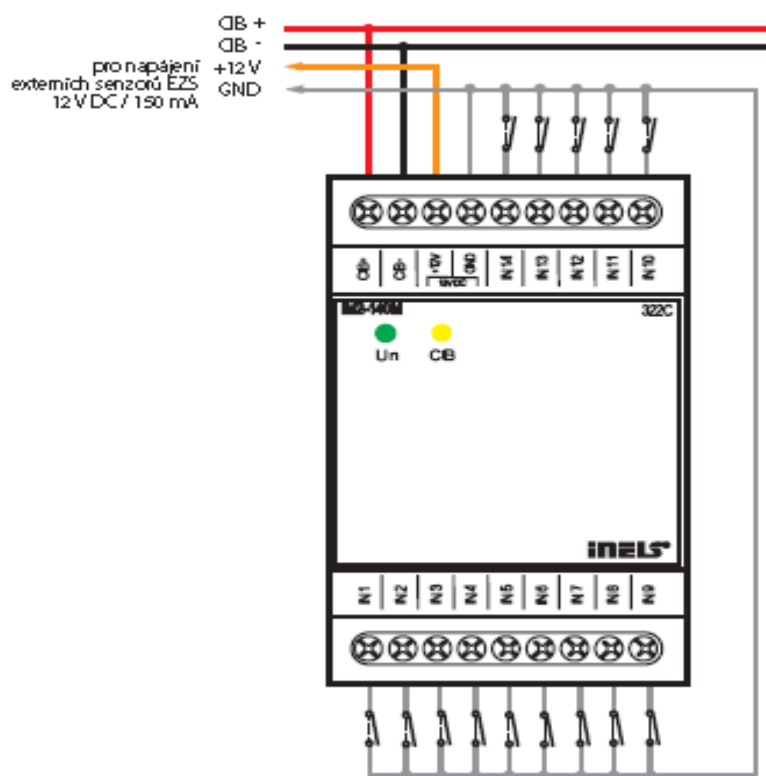
Pro ovládání zabezpečení v systému INELS jsem využil zabezpečovací klávesnici KEY2-01. Je umístěna u vstupu do rodinného domu.

Spínání senzorů v 1.NP a 2.NP jsem vyřešil pomocí dvou jednotek IM2-140M. Jednotka se umísťuje na DIN lištu.

Všechny senzory jsou napájeny stabilizovaným stejnosměrným napětím 12V. Pro napájení těchto senzorů je potřeba napájecí zdroj PS-100/INELS.

Pro akustickou odezvu alarmových situací vzniklých reakcí EPS jednotek jsou v rodinném domu zabudované sirény a to interiérová SA-913 a venkovní OS-365.

Zapojení EZS a EPS detektorů ke sběrnici CIB a na zdroj napájecího napětí je na Obr. 25.



Obr. 25: připojení detektorů na zdroj napájení a sběrnici CIB

Spínacím aktorem je jednotka IM2-140M, ke které je centrálně připojena sběrnice CIB a detektory jsou pak na tuto jednotku připojeny přes vstupy IN1 až IN14 na zem (GND) a k stejnosměrnému napájecímu zdroji PS-100.

Parametry všech detektorů a spínacích aktorů těchto detektorů, které jsou využity v návrhu systému, jsou uvedeny v příloze P IV: Jednotky EZS, EPS.

7.3 Návrh osvětlení domu

Rozmístění senzorů a aktorů pro osvětlení domu je popsáno v Tab. 12.

Místnost	Umístění	senzory	aktory
101	Zasedací prostor	1xRFBW-40	2xRFDA-71B-osvětlení
	Obývací stěna	1xRFBW-40	1xRFDA-71B-osvětlení
102	Koupací prostor	1xRFBW-40	1xRFDA-71B-osvětlení
	Umývací prostor		1xRFDA-71B-osvětlení
103	Celý prostor	PIR detektor pohybu JS-20	IM2-80B-detektor DA2-22M-osvětlení
104	Prostor od schodiště	1xRFBW-20	1x RFSA-11B-osvětlení
	Prostor od zádveří	1xRFBW-20	1x RFSA-11B-osvětlení
105	Celý prostor	PIR detektor pohybu JS-20	IM2-80B-detektor DA2-22M-osvětlení
106	Celý prostor	1x RFBW-20 1x RFBW-20	2x RFSA-11B-osvětlení
107	Celý prostor	PIR detektor pohybu JS-20	IM2-80B-detektor DA2-22M-osvětlení
108	Celý prostor	PIR detektor pohybu JS-20	IM2-80B-detektor DA2-22M-osvětlení
109	Celý prostor	1x RFBW-20	1x RFSA-11B-osvětlení
110	Celý prostor	PIR detektor pohybu JS-20	IM2-80B-detektor DA2-22M-osvětlení

111	Prostor kuchyně	1xRFBW-40	1xRFDA-71B-osvětlení
	Prostor jídelny	1xRFBW-40	1xRFDA-71B-osvětlení
201	Celý prostor	1xRFBW-40	1xRFDA-71B-osvětlení
	Umývací prostor		1xRFDA-71B-osvětlení
202	Celý prostor	1x RFBW-20	1x RFSA-11B-osvětlení
	Prostor ke spaní	1x RFBW-40	1xRFDA-71B-osvětlení
203	Celý prostor	PIR detektor pohybu JS-20	IM2-80B-detektor DA2-22M-osvětlení
204	Celý prostor	1x RFBW-20	1x RFSA-11B-osvětlení
	Prostor ke spaní	1x RFBW-40	1xRFDA-71B-osvětlení
205	Celý prostor	1x RFBW-20	1x RFSA-11B-osvětlení
	Prostor ke spaní	2x RFBW-40	2xRFDA-71B-osvětlení
206	Celý prostor	PIR detektor pohybu JS-20	IM2-80B-detektor DA2-22M-osvětlení
207	Celý prostor	PIR detektor pohybu JS-20	IM2-80B-detektor DA2-22M-osvětlení
208	Pracovní prostor	1x RFBW-40	1xRFDA-71B-osvětlení
	Zasedací prostor	1x RFBW-40	1xRFDA-71B-osvětlení
209	Celý prostor	PIR detektor pohybu JS-20	IM2-80B-detektor DA2-22M-osvětlení

Tab. 12: rozmístění senzorů a aktorů pro osvětlení

Pro ovládání osvětlení jsem využil hlavně bezdrátovou komunikaci, kterou systém INELS disponuje ať už s obyčejným spínáním světelné zátěže nebo tak s využitím multifunkčního ovládání se stmíváním. Dále jsem využil PIR detektor pohybu jako spínač osvětlení při detekci pohybu osob.

V obývacím pokoji (101) jsou senzory umístěny na východní stěně při vstupu do obývacího pokoje od schodiště. Jeden senzor ovládá dva stmívací aktory pro zasedací část, druhý se stará o osvětlení obývací stěny.

U koupelny (102) je celý prostor a umývací prostor řešen jedním senzorem umístěným na stěně vlevo od dveří ovládající dva stmívací aktory.

Chodba (104) obsahuje dva senzory, jeden je umístěn na stěně sousedící s koupelnou, druhý ze strany zádveří. Každý senzor ovládá spínací aktor umístěný ve své části chodby.

V garáži (106) jsou umístěny dva senzory – jeden u vchodu do zádveří, druhý u vchodu ven z garáže. Každý senzor ovládá dva spínací aktory spínající osvětlení v celém prostoru garáže.

Prádelna (109) obsahuje jeden senzor na stěně sousedící se zádveřím ovládající jeden spínací aktor pro ovládání osvětlení celého prostoru.

Kuchyň s jídelnou (111) má v jídelní části jeden senzor umístěný na severní stěně ovládající jeden stmívací aktor. V části kuchyně je senzor umístěn na stěně sousedící se spíží ovládající taktéž stmívací aktor.

Osvětlení koupelny (201) v 2.NP je řešeno stejně jako u koupelny v 1.NP.

V obou pokojích (202, 203) je jeden senzor pro ovládání spínacího aktoru pro celý prostor pokojů. Je umístěn na stěně sousedící s chodbou (207). Druhý senzor je v prostoru ke spaní ovládající stmívací aktor v témže prostoru.

Ložnice (205) je vybavena dvěma senzory, které jsou umístěny z každé strany v části pro spaní. Tyto senzory ovládají stmívatelné aktory umístěné v prostoru pro spaní. Třetí senzor je pak umístěn na stěně sousedící s chodbou a ovládá spínací aktor k osvětlení celého prostoru ložnice.

Pracovna (209) je rozdělena na dvě části a to zasedací a pracovní. V každé z nich je umístěn jeden senzor ovládající stmívací aktor. U zasedací místnosti je senzor umístěn na stěně sousedící se šatnou (206), u pracovní části je senzor na severní venkovní stěně.

Ostatní vnitřní místnosti i se schodištěm jsou vybaveny PIR detektory pohybu, které spínají aktory pro stmívání osvětlení. Detektory by měli být umístěny ve výšce minimálně 2,5 m a to tak, aby byl co největší úhel detekce a detektoru nebránila k detekci pohybu žádná překážka. U stmívacího aktoru si pak můžeme navolit čas, po který bude pomalu světelnou

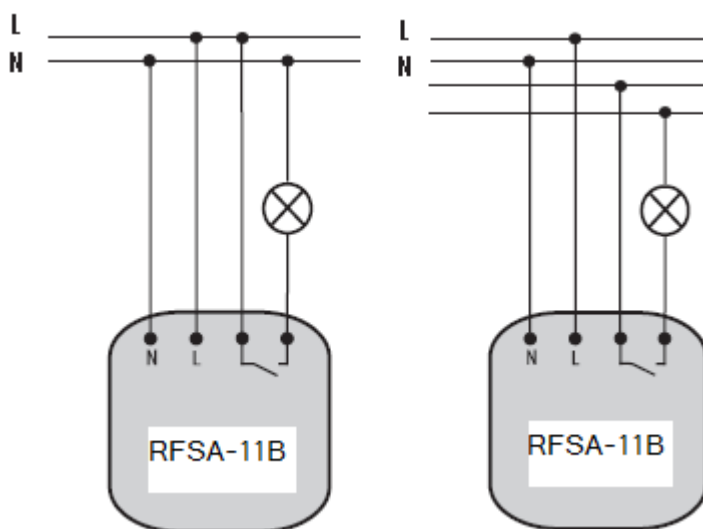
zátěž stmívat až do úplného zhasnutí. Takto jsou vybaveny i venkovní prostory před vchodem do domu s terasou, před venkovním vchodem do garáže, do obývacího pokoje a v 2.NP v prostoru terasy.

Velkou výhodou RF ovládání je to, že vysílací jednotky je možno umístit kdekoliv a tím si můžeme vytvořit určitý komfort. Další výhodou je také to, že pomocí jednoho vysílače můžeme ovládat neomezený počet přijímačů a jeden přijímač je možno ovládat až 8 vysílači. Ovšem platí zde takové omezení, že bezdrátový signál mezi daným vysílačem a přijímačem prostupuje pouze přes jednu stavební konstrukci. Každý materiál má jiný přístup RF signálu. Základní signál je propustný pouze přes jednu stavební konstrukci. Pokud bychom chtěli tento dosah rozšířit, museli bychom použít RF Repeater RFRP-1.

Využití osvětlení se dá ještě tak, že za nepřítomnosti uživatele domu se v pravidelných časových intervalech rozsvěčují světla v daných místnostech dle naprogramování.

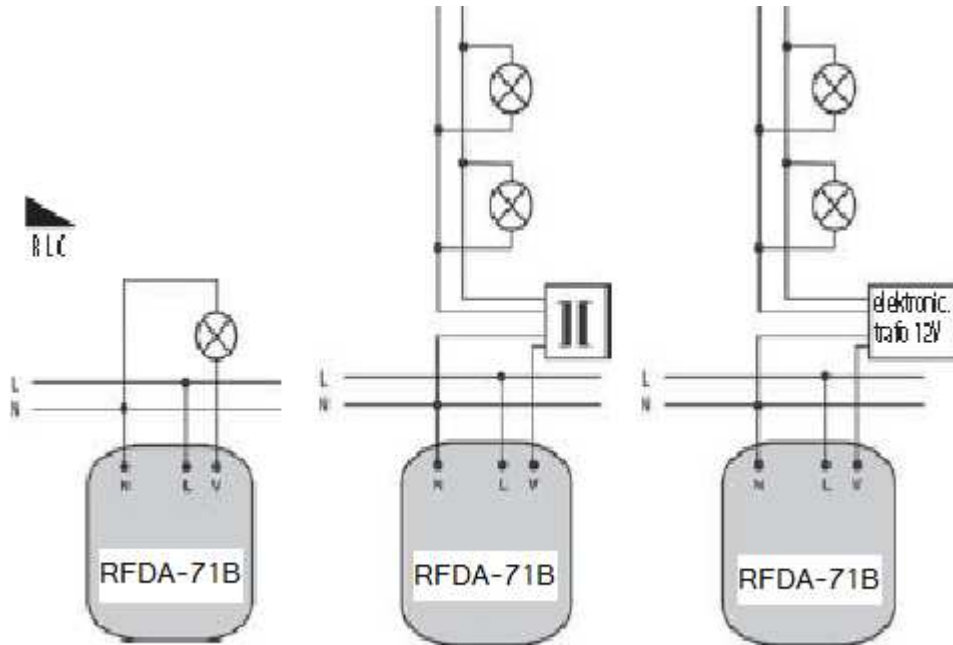
Nebo také při narušení bezpečnosti domu neoprávněnou osobou může dojít k tzv. „světelnému alarmu“, kdy se rozsvěčují daná světla podle naprogramování.

Zapojení světelné zátěže ke spínacímu RF aktoru RFSA-11B musí být podle Obr. 26. Spotřebič (světelná zátěž) je přímo připojený přes nulový vodič N a spínač na fázi L. U světelné zátěže, která není napájena 230 V střídavými, je pak napojena na daný napět'ový potenciál opět přes nulový vodič N a spínač jednotky na kladný pól napět'ového potenciálu.



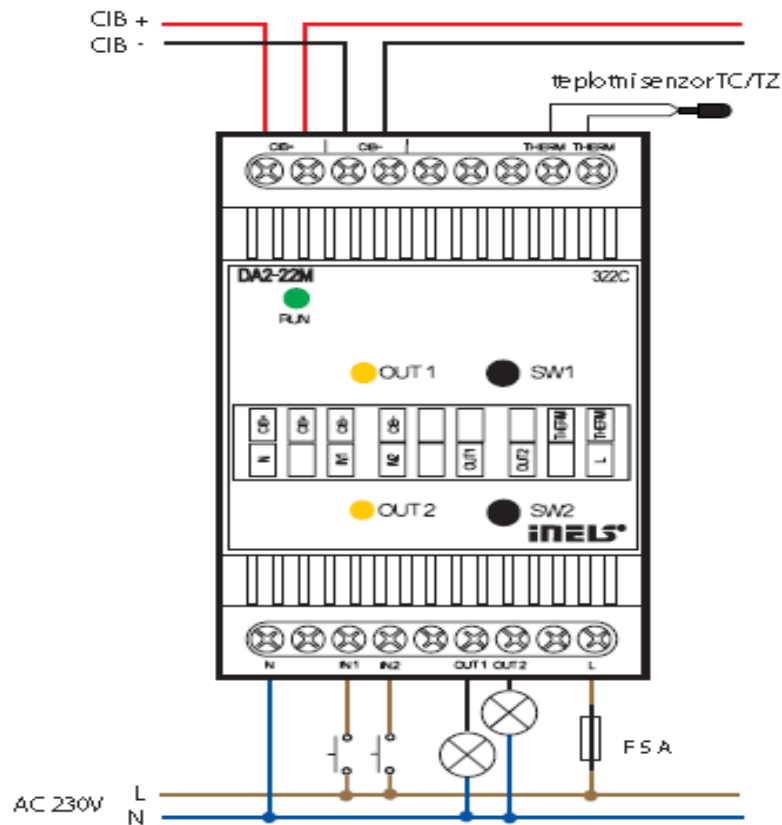
Obr. 26: zapojení aktoru RFSA-11B se světelnou zátěží

U aktoru je RFDA-71B je situace zobrazena na Obr. 27. U tohoto aktoru není dovoleno současně zapojovat indukční a kapacitní zátěže. Světelná zátěž je připojena přes nulový vodič N na výstupní kontakt ke spotřebiči V.



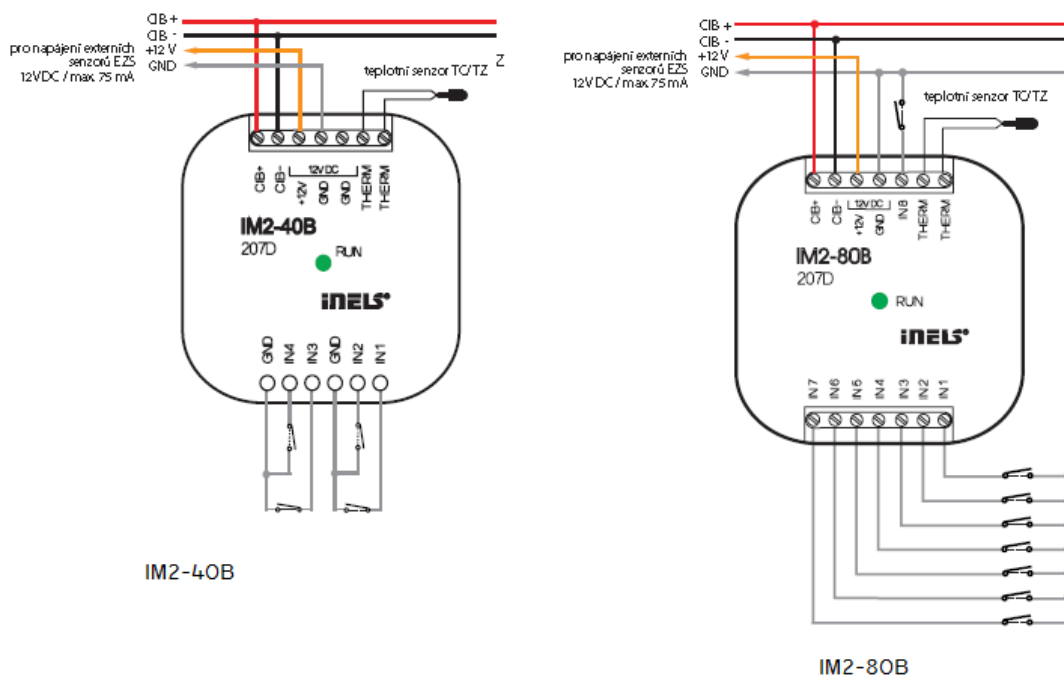
Obr. 27: zapojení aktoru RFDA-71B se světelnou zátěží

Na Obr. 28 je zapojení stmívacího aktoru DA2-22M se světelnou zátěží, které jsou spínány pomocí detektoru pohybu. Světelné zátěže jsou zapojeny na výstupy OUT1, OUT2, detektory se připojí na vstupy INT1, INT2. Na jednotku DA2-22M nelze současně připojovat indukční a kapacitní zátěže na jednom kanále.



Obr. 28: zapojení stmívacího aktoru DA2-22M se světelnou zátěží a detektory

Detektory se připojují k jednotkám IM2-40B (IM2-80B) tak, že vždy jeden pól detektorů je uzemněn a druhý je připojen na vstup jednotky IN1 až IN4 (IN1 až IN8). Všechny detektory jsou připojeny na sběrnici CIB pomocí jednotky a jednotka je také napájí stejnosměrným napájecím zdrojem PS-100.



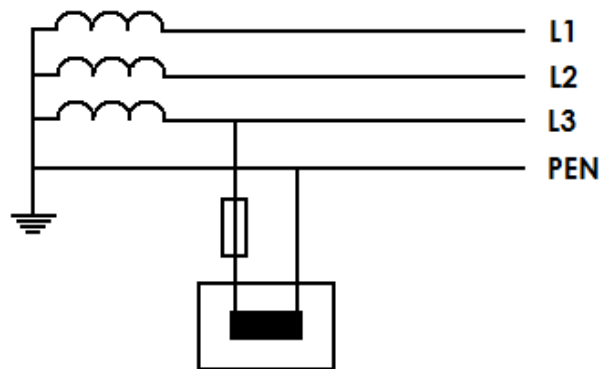
Obr. 29: připojení detektorů k jednotkám IM2-40B, IM2-80B

Parametry všech jednotek popsaných výše v této kapitole jsou uvedeny v příloze P V: Jednotky pro ovládání osvětlení.

7.3.1 Návrh světelných a zásuvkových rozvodů

Objekt je k elektrické síti připojen přípojkou. Připojovacím místem je přípojková skříň nebo též hlavní domovní skříň (HDS). Elektrická přípojka začíná od rozvodného zařízení a končí v hlavní domovní skříni jako součásti přípojky.

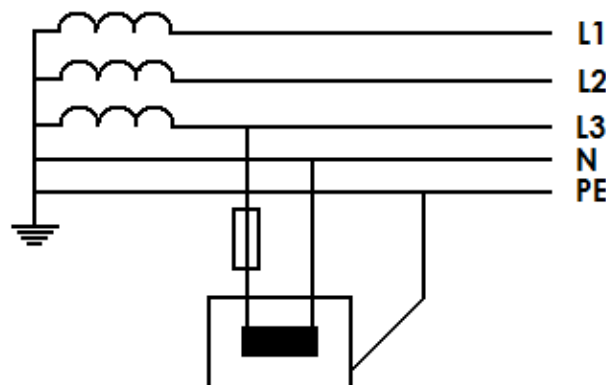
Přípojková skříň je umístěna na hlavní straně objektu tak, aby k ní byl umožněn přístup. Musí být zamykatelná, vybavena pojistkami a ochrannou svorkovnicí. U kabelové přípojky se HDS umísťuje 60 cm nad zemí. Vedení je od elektrické sítě k HDS vedeno čtyřžilovým vedením - soustava TN-C (Obr. 30).



Obr. 30: soustav TN-C

Od HDS až k odbočce posledního elektroměru je vedeno hlavní domovní vedení (HDV). Jde o kabelové vedení procházejícími více podlažími. Je umístěno tak, aby se zamezilo černému odběru. Každé HDV je v HDS jištěno příslušně dimenzovanou pojistkou. Vodiče vedení musí mít stejný průřez po celé délce vedení.

Od elektroměru je vedení vedeno do domovní rozvodnice (rozvaděče). Rozvaděč je většinou s plastu nebo z ocelového plechu. V rozvodnici musí být zřetelně označeny jednotlivé obvody (světla, zásuvky pro kuchyň, zásuvka pro pračku, ...). Nejpozději v domovní rozvodnici musí být rozdělen vodič PEN na PE a N (pokud to už není uděláno v HDS) – soustava TN-S (Obr. 31). V domovní rozvodnici jsou rozděleny jednotlivé světelné a zásuvkové obvody pomocí svorkovnice. Z rozvodnice se jednotlivé obvody světelné a zásuvkové obvody vedou vedením pod omítkou. Pro vedení musí platit, že úbytek napětí k nejbližšímu místu nesmí překročit 5% u zásuvkových obvodů, 3% u světelných obvodů.



Obr. 31: soustava TN-S

Pro návrh světelných a zásuvkových rozvodů musí být splněno několik podmínek a zásad hlediska počtu světelných a zásuvkových vývodů v místnostech, z hlediska ochrany proti nebezpečnému dotyku nebo také z hlediska výkonové zatížitelnosti.

U světelných obvodů platí, že na jeden světelný okruh se smí připojit tolik svítidel, aby součet jmenovitých proudů nepřekročil jmenovitý proud jističího přístroje obvodu. Jmenovitý proud světelné zátěže určuje maximální příkon. Další důležitou věcí je to, že světelné obvody se provádějí odděleně od zásuvkových rozvodů.

Světelné rozvody v domě jsou jištěny jističem 10A, který je umístěn v domovním rozvaděči v místnosti 105 (Obr. 71). Vedení je znázorněno na Obr. 71, Obr. 72.

Počet světelných vývodů jsem volil podle normy ČSN 33 2130 Změna 2 [22]. Zde jsou uvedeny minimální požadavky na počet světelných vývodů. Přesný počet vývodů a typ světelné zátěže je udán v Tab. 13.

Místnost	Počet světelných vývodů	Typ světelné zátěže
101	3	žárovka, bodové halogenové svítidlo
102	2	žárovka, bodové halogenové svítidlo
103	1	žárovka
104	2	bodové halogenové svítidlo
105	1	žárovka
106	2	žárovka
107	1	bodové halogenové svítidlo
108	1	bodové halogenové svítidlo
109	1	žárovka
110	1	bodové halogenové svítidlo
111	2	bodové halogenové svítidlo
201	2	bodové halogenové svítidlo
202	2	žárovka, bodové halogenové svítidlo

203	1	bodové halogenové svítidlo
204	2	žárovka, bodové halogenové svítidlo
205	3	žárovka, bodové halogenové svítidlo
206	1	bodové halogenové svítidlo
207	1	bodové halogenové svítidlo
208	2	žárovka, bodové halogenové svítidlo

Tab. 13: počet světelných vývodů v rodinném domě

Výběr svítidel záleží na výkonových parametrech spínacích aktorů, které jsou použity. Výkonové parametry spínacích aktorů jsou uvedeny v příloze P V: Jednotky pro ovládání osvětlení.

Zásuvkové rozvody se zřizují pro připojení jednoúčelových spotřebičů do celkového příkonu 2 kVA. Volení zásuvek je podle napětí a proudové soustavy. Zásuvky musí mít ochranný kolík připojený na ochranný vodič, přičemž u jednofázových zásuvek musí být ochranný kolík nahoře a střední (nebo nulovací) vodič vpravo při pohledu zepředu. Podle normy ČSN 33 2180 [23] musí být v obytných místnostech zásuvky umístěny aspoň 20 cm nad podlahou, zásuvky nástěnné nemají být montovány níže než 90 cm nad podlahou. Na jeden zásuvkový obvod lze připojit nejvýše 10 zásuvkových vývodů, přičemž celkový instalovaný příkon nesmí překročit 3520 VA při jištění 16 A (2200 VA při jištění 10 A). Minimální počet zásuvkových vývodů je daný stejně jako počet světelných vývodů normou, ale řídí se to také využitelností místnosti. Vše je popsáno v normě ČSN 33 2130 Změna 2 [22].

Počet použitých zásuvkových vývodů je uveden v Tab. 14.

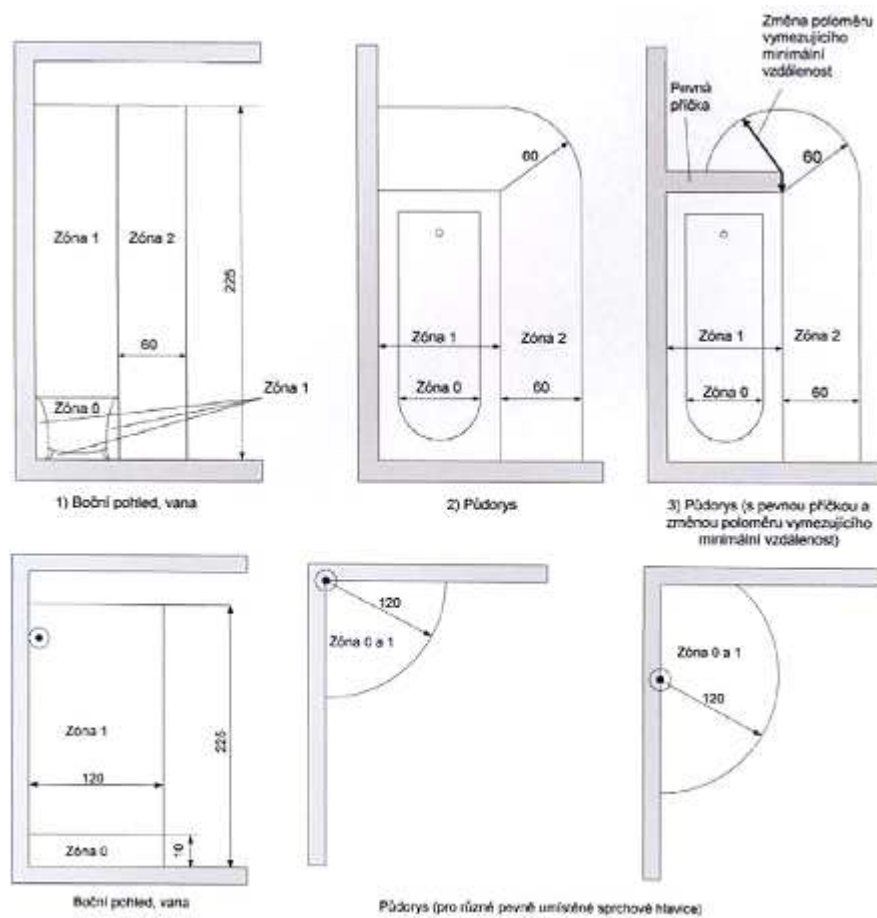
Místnost	Počet zásuvkových vývodů	Místnost	Počet zásuvkových vývodů
101	4	111	6
102	1	201	1
103	1	202	4
104	2	203	1

105	1	204	4
106	3	205	4
107	2	206	1
108	1	207	2
109	2	208	4
110	0	209	1

Tab. 14: počet zásuvkových vývodů v rodinném domě

V Tab. 14 není uvedeno schodiště, které jsem osadil také jednou zásuvkou.

Existují však i speciální místnosti jako je koupelna, které mají speciální pravidla dle normy ČSN 33 2000-7-701 [24]. Jde o elektrické zařízení ve zdech a stropě limitované vymezením zón (0, 1 a 2).



Obr. 32: bezpečnostní ochranné zóny

Zóna 0 označuje vnitřní prostor koupací nebo sprchový (u sprchy bez vany: mezi podlahou a rovinou ve výšce *10 cm* nad podlahou). Zařízení určené pro tento typ zóny (pevné připojení s malým napětím max. *12V AC* nebo *30 V DC*).

Zóna 1 je ohraničena povrchem podlahy a vodorovnou rovinou odpovídající nejvýše upevněné sprchové hlavici nebo sprchovému výtoku (výškové ohraničení vodorovnou rovinou ve výšce *225 cm* nad podlahou). Zóna 1 ohraničuje plochami obalujícími koupací nebo sprchovou vanu. Prostor pod vanou je určena jako zóna 1. Zařízení určené pro tento typ zóny (malé napětí max. *12V AC* nebo *30 V DC*).

Zóna 2 je ohraničena povrchem podlahy a vodorovnou rovinou odpovídající nejvýše upevněné sprchové hlavici nebo sprchovému výtoku (výškové ohraničení vodorovnou rovinou ve výšce *225 cm* nad podlahou). Zóna 2 ohraničuje svislou plochou na vnější straně zóny 1 a rovnoběžnou svislou plochou vzdálenou *60 cm* vně zóny 1. V zóně 2 se nesmí instalovat žádný spínač, řídicí jednotky a zásuvky s výjimkou zásuvek SELV a jednotky napájející holicí strojky. V zóně 2 je možno nainstalovat ohřívač vody, sprchové čerpadlo, ventilátory, svítidla, otopná zařízení a jednotky pro vířivé vany.

V zónách, kde se používá soustava SELV, je potřeba zabezpečit ochranu před přímým dotykem živých částí. To se dá udělat přepážkami nebo kryty poskytující stupeň ochrany nejméně IPXXB nebo izolací schopnou odolávat zkušebnímu napětí *500 V* střídavého napětí po dobu *1* minuty.

Pokud chceme zapojit zařízení do zásuvky mimo zóny 0, 1, 2, je potřeba použít jako ochranu proudový chránič se jmenovitým proudem nepřesahující *30 mA*. Proudové chrániče se povinně instalují i jako ochrana pro venkovní zásuvky.

Návrh elektrických světelných a zásuvkových rozvodů je uveden v příloze P VI: Světelné a zásuvkové rozvody.

7.4 Vizualizace pomocí informačního systému SCADA Reliance

Reliance je moderní informační SCADA/HMI systém určený pro monitorování a ovládání průmyslových technologií.

Pro zobrazení vizualizace slouží dotykové operátorské panely, díky kterým může uživatel monitorovat stav daných zařízení nebo je sám ovládat podle potřeby. Jako operátorský panel jsem vybral Touch 51/PCB (Obr. 33). Tento panel je umístěn v obývacím pokoji na jižní stěně.

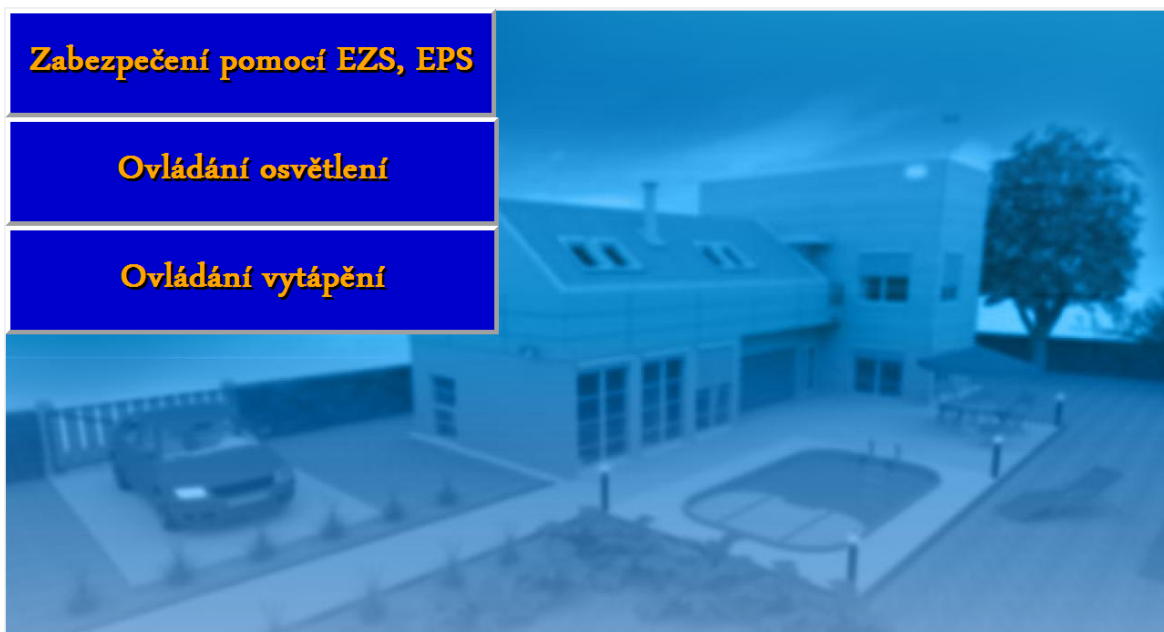


Obr. 33: Touch panel 51/PCB pro vizualizaci

Panel je vybaven barevný LCD displejem o velikosti 10,4" s rozlišením 800× 600 bodů. Dotykový panel je navržen odporovou technologií. Operátorský panel dále obsahuje 256 MB operační paměti, 512 MB Compact Flash paměti, rozhraní Ethernet 10/100 Mbit.

7.4.1 Vizualizace hlavního menu

Vizualizační hlavní menu je zobrazeno na Obr. 34. Dotykem na jednu z daných sekcí v menu dotykového panelu se dostaneme na konkrétní vizualizační schémata popsaná v kap. 7.4.2, 7.4.3, 7.4.4 na Obr. 35 až Obr. 40.



Obr. 34: vizualizační menu

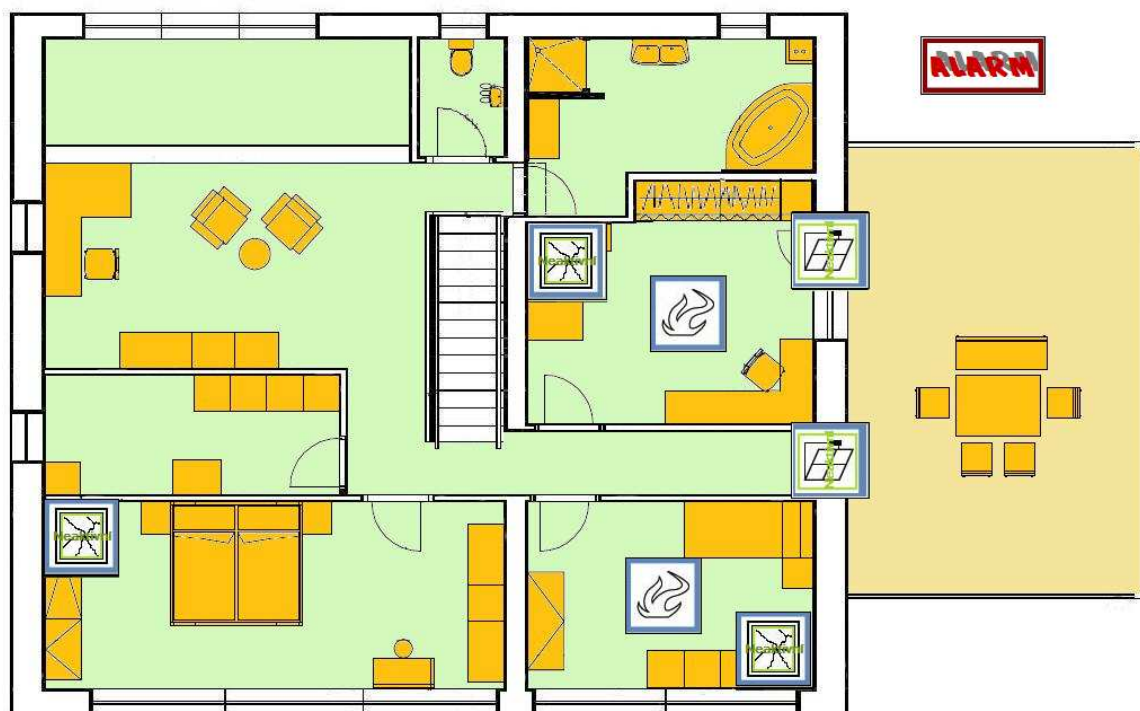
7.4.2 Vizualizace EZS, EPS ochrany

Návrh vizualizačního okna pro první a druhé patro rodinného domu je zobrazeno na Obr. 35, Obr. 36.

Vizualizace je tvořena pomocí tlačítek, které zobrazují detektory využívané v rodinném domě. Vizualizace slouží jak k monitorování stavů jednotek, tak i k ovládání jednotek. Detektory EZS (magnetický dveřní kontakt, přejezdový kontakt, detektor rozbití okna) lze dotykem na panel aktivovat/deaktivovat. Při aktivaci detektorů a porušení zabezpečení objektu se spustí alarm, což vyvolá nejen vizuální odezvu v rozsvícení ikony ALARM, ale i akustickou odezvu v interní a venkovní siréně. EPS detektory jsou aktivní vždy a také jsou schopny vyvolat ALARM.



Obr. 35: vizualizace detektorů EZS, EPS pomocí Reliance v 1.NP



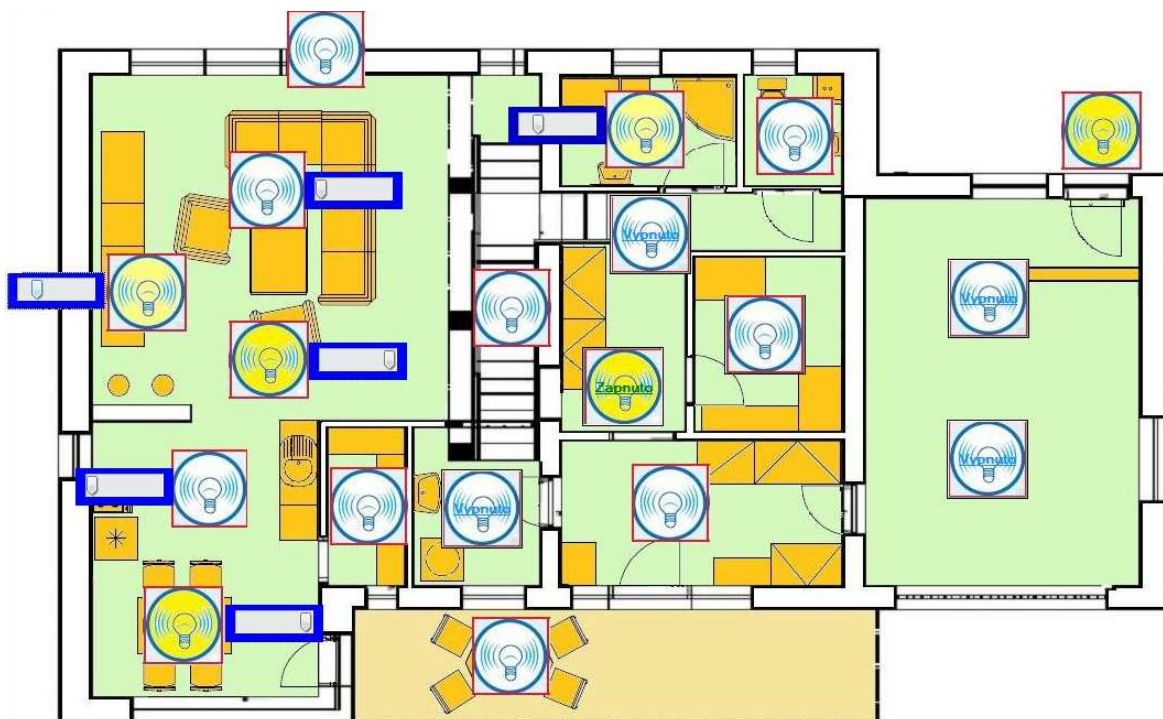
Obr. 36: vizualizace detektorů EZS, EPS pomocí Reliance v 2.NP

7.4.3 Vizualizace osvětlení v rodinném domě

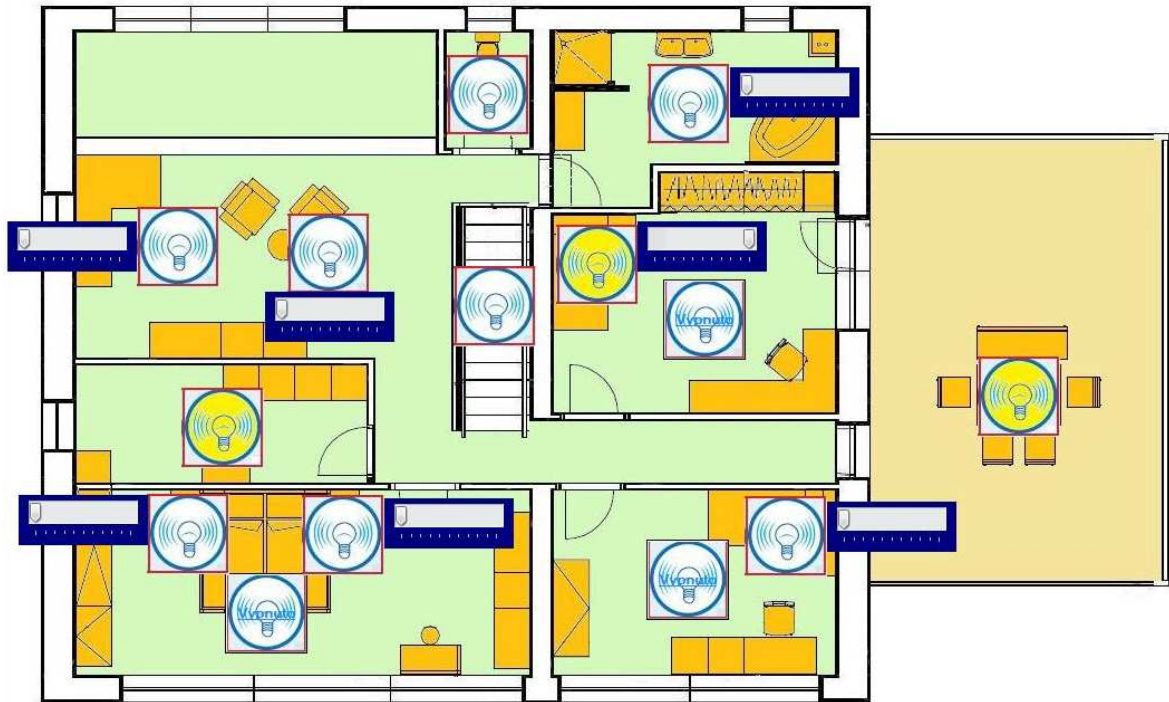
Vizualizace se skládá ze tří vizualizačních zobrazení, které jsou zobrazeny na Obr. 37 a Obr. 38. Vizualizace slouží jak k monitorování stavů jednotek, tak i k ovládání jednotek. V první řadě se jedná o vizualizaci osvětlení, které je řízené stmívacím aktorem. Ve vizualizaci jde o zobrazení světel a k nim přiřazených posuvníků, které lze dotykem ovládat a tím se mění intenzita osvětlení v závislosti na pozici táhla posuvníku.

Další vizualizační funkcí je obyčejné spínání světla ve stavech vypnuto/zapnuto. Pokud je příslušné světlo vypnuto, ikona zobrazující stav světla je nerozsvícená a tím pádem je popisek ve stavu vypnuto. Pokud chceme změnit stav, dotykem na příslušné světlo vizualizačního panelu změníme jednoduše stav ikony na rozsvícenou s popisem stavu zapnuto.

Třetí variantou zobrazení stavu osvětlení je také obyčejné spínání osvětlení, ale v závislosti na detekci pohybu osob pomocí detektoru. Vizualizace jen zobrazuje stav ikony osvětlení nerozsvícené, pokud se nedetekuje žádný pohyb nebo rozsvícení světla, pokud je detekován pohyb.



Obr. 37: vizualizace domovního osvětlení v 1.NP



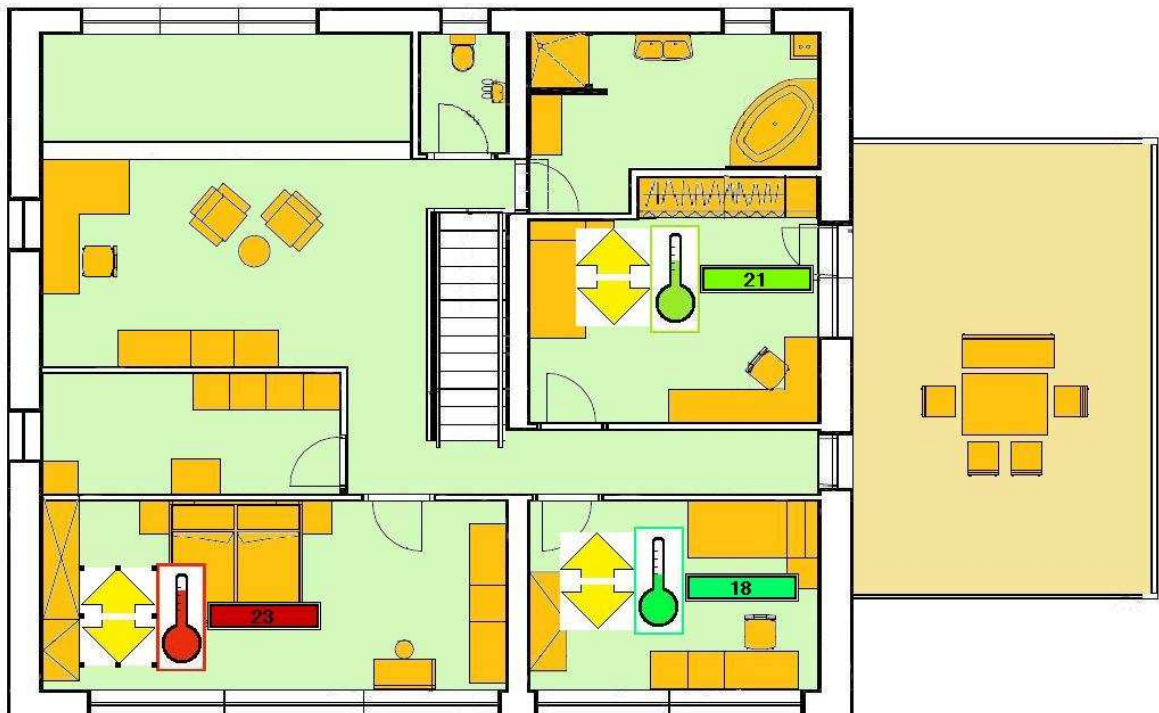
Obr. 38: vizualizace domovního osvětlení v 2.NP

7.4.4 Vizualizace vytápěcího systému

Vizualizace je tvořena graficky teploměrem, u kterého jsou směrové šipky, pomocí kterých lze nastavovat žádanou hodnotu teploty v místnosti a displej s aktuální hodnotou teploty v dané místnosti. Vizualizace slouží jak k monitorování, tak i k ovládání. Pomocí dotyku prstu na směrové šipky nahoru a dolů nastavujeme žádanou hodnotu teploty v místnosti. V závislosti na pohybu prstu se mění hodnota teploty na displeji i barevné znázornění teploměru (Obr. 39, Obr. 40).



Obr. 39: vizualizace vytápění v 1.NP



Obr. 40: vizualizace vytápění v 2.NP

7.5 Ovládání vzdálené komunikace pomocí GSM, komunikace pomocí TCP/IP protokolu, rozšiřující jednotky

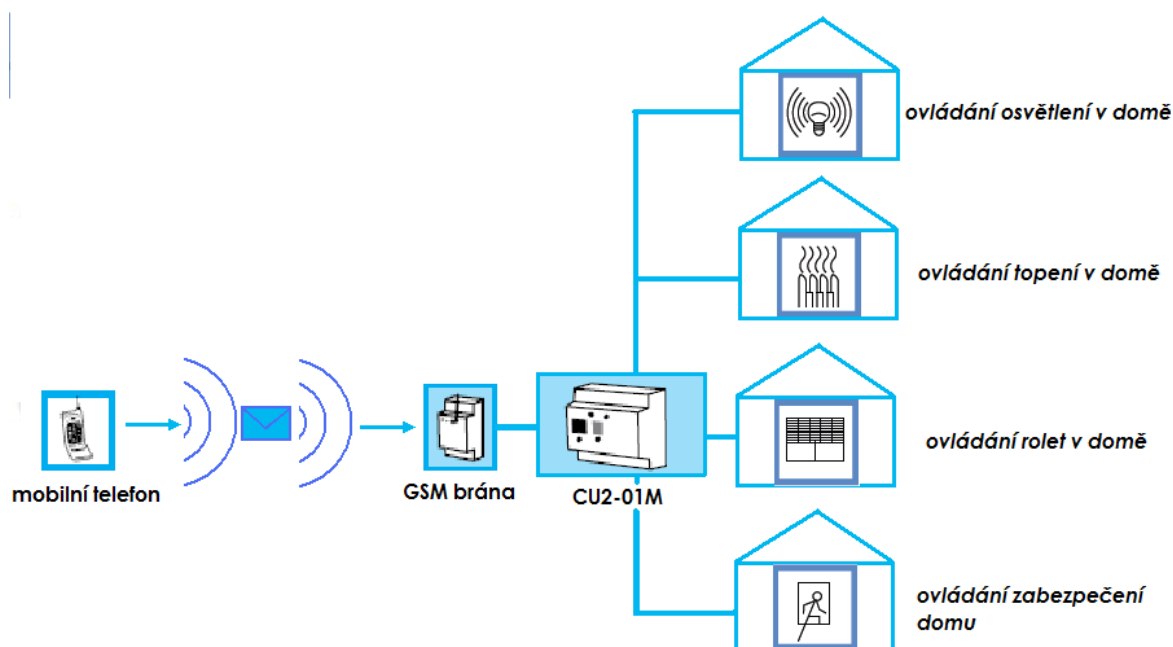
Pro vzdálenou komunikaci slouží GSM brána, která pomocí krátkých textových zpráv (SMS) z mobilního telefonu může ovládat určité jednotky v systému INELS.

Pro komunikaci přes TCP/IP protokol je zapotřebí mít router, kterým se můžeme napojit do sítě Internet.

7.5.1 Komunikace řídicí jednotky vzdáleně přes GSM bránu

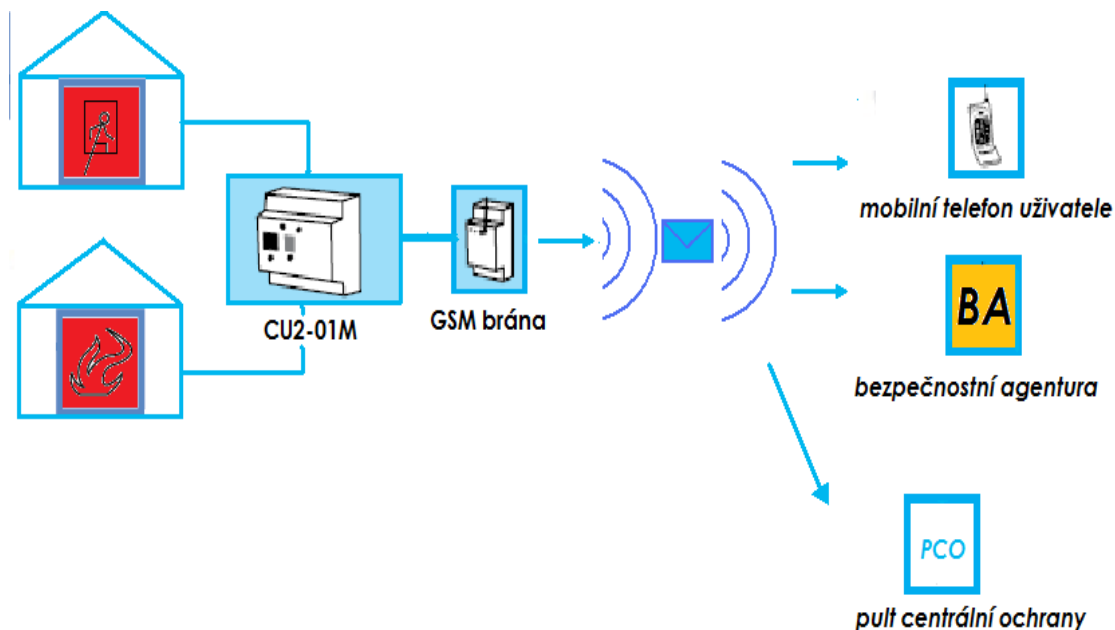
GSM brána se pro komunikaci připojuje k řídicí jednotce CU2-01M pomocí sériového kanálu RS232. Prostřednictvím konfiguračního SW Inels Designer and Manager lze nastavit až 48 různých odchozích zpráv a 32 různých telefonních čísel pro odesílání SMS zpráv. SIM karta se vkládá do jednotky po odejmutí čelního panelu. Jednotka je určena pro montáž do rozvaděče na DIN lištu.

Princip ovládání je takový, že pomocí mobilního telefonu pošleme zprávu v určitém tvaru a tím můžeme sepínat/vypínat vytápění, domovní osvětlení, aktivovat/deaktivovat zabezpečení (Obr. 41).



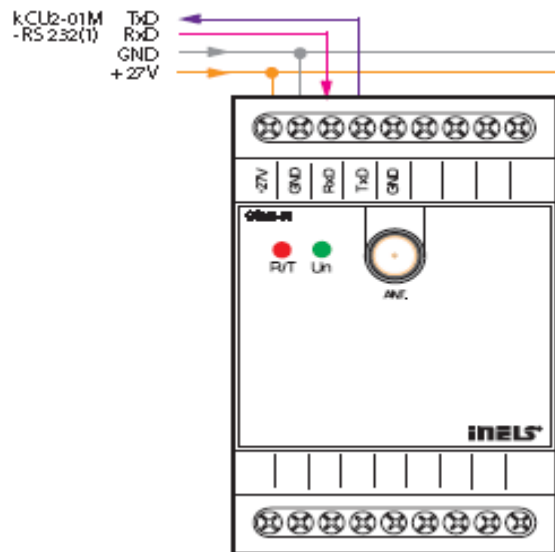
Obr. 41: ovládání komunikace na GSM bránu

Samozřejmě komunikace funguje i opačně, kdy dojde např. k narušení objektu, GSM brána vyšle zprávu uživateli, bezpečnostní agentuře nebo PCO o tom, že došlo k alarmu (Obr. 42).



Obr. 42: komunikace GSM brány při alarmovém hlášení

Vybral jsem GSM bránu GSM2-01. Připojení GSM brány na řídicí jednotku (Obr. 43) je vedeno pomocí sériové linky mezi vstup řídicí jednotky a výstup GSM brány pomocí vodiče TxD (vysílání) a z výstupu řídicí jednotky na vstup GSM brány pomocí vodiče RxD (příjem). Napájení GSM brány je pomocí zdroje PS-100/INELS, ovšem není připojeno přímo, ale přes oddělovač sběrnice BPS2-02M.



Obr. 43: připojení GSM do systému INELS

Příklad tvaru zprávy odesílané na GSM pro ovládání jednotek vytápění:

Top stav cas teplota {vyber_mistnosti},

touto zprávou s příkazem *Top* bude ovládáno vytápění, které se příkazem *stav* (ON/OFF) zapne nebo vypne. Příkaz *cas* slouží k nastavení času sepnutí/vypnutí zdroje vytápění, *teplota* nastaví teplotu na určitou hodnotu. Posledním příkazem *{vyber_mistnosti}* slouží k tomu, abychom vybrali seznam místností, které budou vytápěny.

Konkrétní tvar zprávy může vypadat takto:

Top ON 18:00 21.5 (Top ON 18:00 21.5 {kuchyne, obyvaci_pokoj, koupelna})

nebo

Top OFF 22:00 (Top OFF 22:00 {kuchyne, koupelna}).

Pokud není výběr místností zadán, znamená to, že bude zapnuto/vypnuto vytápění ve všech místnostech.

Příklad tvaru zprávy odesílané na GSM pro ovládání jednotek osvětlení:

Osv stav {vyber_mistnosti},

touto zprávou s příkazem *Osv* bude ovládáno osvětlení v domě, kdy pomocí příkazu *stav* (ON/OFF) můžeme osvětlení sepnout/vypnout. Posledním příkazem ve struktuře zprávy je příkaz *{vyber_mistnosti}*, kterým vybíráme místnosti, které budou ovládány.

Konkrétní tvar zprávy může vypadat takto:

Osv ON (Osv ON {kuchyne, obyvaci_pokoj, koupelna})

nebo

Osv OFF (Osv OFF {kuchyne, koupelna}).

Pokud není výběr místností zadán, znamená to, že bude zapnuto/vypnuto osvětlení ve všech místnostech.

Příklad tvaru zprávy odesílané na GSM pro ovládání jednotek zabezpečení domu:

Zab stav,

touto zprávou s příkazem *Zab* bude ovládáno zabezpečení v domě, kdy pomocí příkazu *stav* (ON/OFF) můžeme zabezpečení zapnout/vypnout.

Konkrétní tvar zprávy může vypadat takto:

Zab ON

Nebo

Zab OFF.

U zabezpečení domu, může dojít k tomu, že při aktivaci zabezpečení dojde ke vniknutí osoby do objektu. Když k tomu dojde, GSM brána vyšle zprávu v daném tvaru o tom, že bylo narušeno zabezpečení domu a cizí osoba vnikla do objektu.

Příklad tvaru zprávy odesílané GSM bránou uživateli, bezpečnostní agentuře nebo PCO o narušení zabezpečení:

Zab POPLACH cas,

touto zprávou s příkazem *Zab* upozorňuje GSM brána na narušení zabezpečení objektu pomocí slova *POPLACH*. Příkaz *cas* upozorňuje uživatele na to, kdy k narušení zabezpečení došlo.

Tvar konkrétní zprávy od GSM může vypadat takto:

Zab POPLACH 11:51.

Při požárním poplachu může GSM brána poslat SMS zprávu v daném tvaru uživateli o vzniku požáru nebo úniku plynu.

Příklad tvaru zprávy odesílané GSM bránou uživateli při vzniku požáru nebo úniku plynu:

Poz(Ply) POPLACH cas,

touto zprávou s příkazem *Poz(Ply)* upozorňuje GSM brána na vznik požáru (únik plynu) v objektu pomocí slova *POPLACH*. Příkaz *cas* upozorňuje uživatele na to, kdy ke vzniku požáru (únik plynu) došlo.

Tvar konkrétní zprávy od GSM může vypadat takto:

Poz(Ply) POPLACH 19:54.

7.5.2 Komunikace řídicí jednotky se sítí Internet

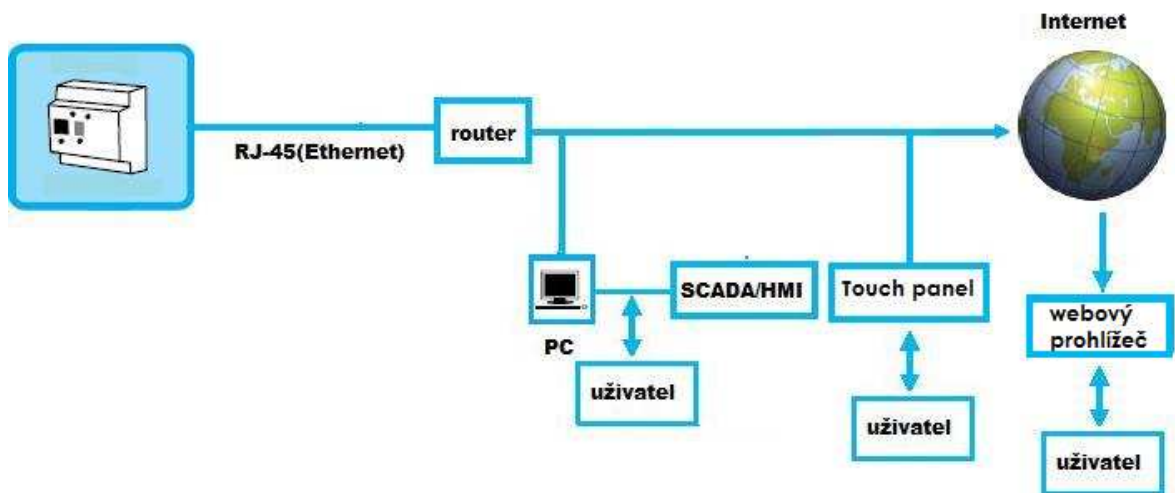
Pro komunikaci se sítí Internet je potřeba využít tzv. router. Pomocí routeru se vytvoří lokální síť, která se pak připojí k Internetu.

Vybral jsem router, který využívá INELS. Obsahuje integrovaný firewall a překladač IP adres kvůli bezpečnosti při připojení k síti Internet. Má integrovaný protokol TCP/IP, také server DHCP, který je na TCP/IP protokolu založen. Typ routeru je Cable nebo DSL. Využívá rozhraní Ethernet 10/100M a podporuje sítě typu WAN, Ethernet.



Obr. 44: HW router k připojení do Internetu

Díky routeru z jedné strany připojenému do sítě Internet a z druhé strany k řídicí jednotce je možné monitorovat a ovládat dění v rodinném domě, i když zrovna uživatel domu není v domě přítomen pomocí internetového prohlížeče.



Obr. 45: komunikace pomocí protokolu TCP/IP

Parametry jednotek pro vzdálenou komunikaci pomocí GSM jsou popsány v příloze P VII: Jednotky pro vzdálenou komunikaci přes GSM, rozšiřující jednotky.

Jelikož k řídicí jednotce je možno v základní verzi připojit 64 dalších jednotek a celý návrh tohoto systému INELS početně přesahuje danou hodnotu, je potřeba sběrnici rozšířit. Proto je k dispozici externí master sběrnice MI2-02M, pomocí které lze sběrnici rozšířit až od dalších 64 jednotek.

Jelikož je tato rozšiřující sběrnice napájena 27V DC. Je potřeba oddělit sběrnici od použitého napájecího zdroje PS-100/INELS. Využívá se k tomu stejně jako v základní nerozšířené verzi oddělovač sběrnice BPS2-02M.

8 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Cílem technicko-ekonomického zhodnocení je porovnat tepelný zdroj použitý v návrhu s ostatními možnými zdroji tepla.

Cílem ekonomického zhodnocení je získat ekonomické zhodnocení finančních nákladů na navrhnutý systém inteligentního rodinného domu systémem INELS.

8.1 Pořizovací náklady na vytápění a ohřev TUV

Jak už je popsáno v kap. 6, jako zdroje tepelné energie jsem vybral plynový kondenzační kotel, který slouží k vytápění. Pro ohřev TUV byla navržena solární soustava.

Pořizovací náklady technologických zařízení jsou uvedeny v Tab. 15, Tab. 16.

Zařízení	Počet kusů [ks]	Cena/ks bez DPH [Kč]	Cena/ks s DPH [Kč]	Celková cena s DPH [Kč]
Vytápěcí systém				
Kotel Econcept 15 A	1	-	44018	44018
Směšovací trojcestný ventil	1	1067	1270	1270
Oběhové čerpadlo	1	717	3683	3683
Pojistný ventil	1	214	255	255
Termostatické ventily přímé – otopná tělesa	13	279	332	4316
Termostatické ventily – otopné žebříky	2	890	1059	2118
Otopná tělesa	16	-	-	135680
CELKEM	35		191340 Kč	

Tab. 15: pořizovací náklady vytápěcího systému

Zařízení	Počet kusů [ks]	Cena/ks bez DPH [Kč]	Cena/ks s DPH [Kč]	Celková cena s DPH [Kč]
Solární systém				
Solární kolektory	3	12490	14863	44598
Montážní sada	1	4300	5117	5117
Držáky kolektorů	6	2300	2737	16422
Čerpadlová skupina	1	12980	15446	15446
Nemrznoucí náplň	1	80	95	95
Expanzní nádrž	1	999	1189	1189
Solární zásobník	1	52700	62713	62713
Izolované potrubí	30 m	12090	14387	14387
CELKEM	35	159958 Kč		

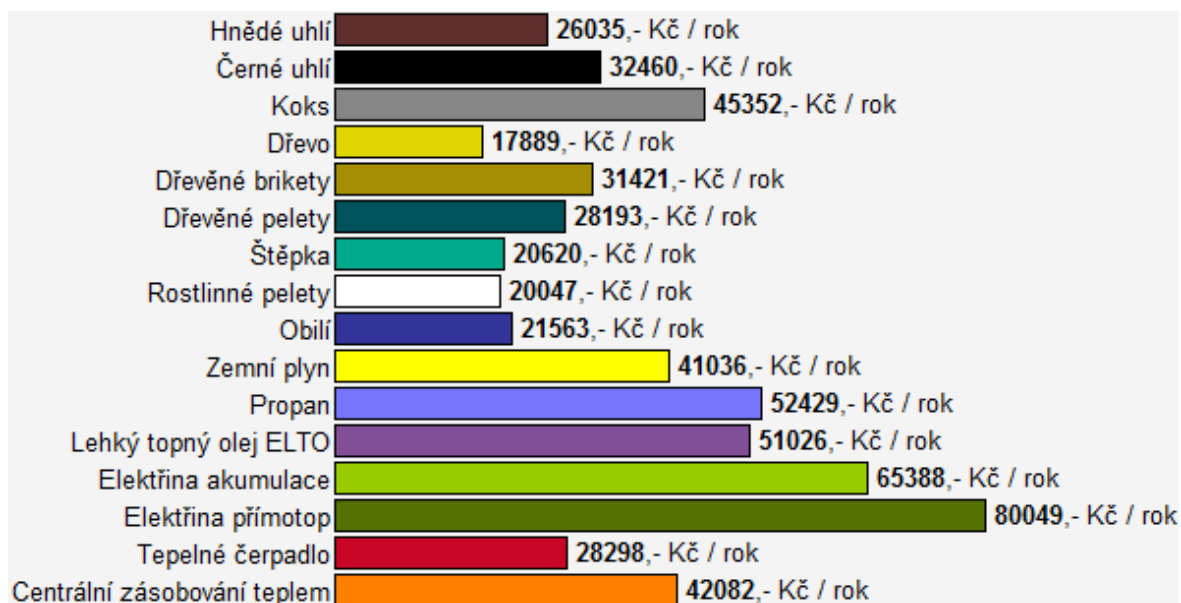
Tab. 16: pořizovací náklady solárního systému

Pořizovací náklady vytápěcího systému jsou *191340 Kč*, v ceně není započítáno potrubí pro rozvod teplotnosné látky. Počáteční náklady solárního systému jsou *159958 Kč*. Celkové náklady na technologická zařízení jsou *351298 Kč*.

8.2 Porovnání zdrojů energie dle potřeby tepla v závislosti na finančních nákladech na vytápění

Z výpočtu potřeby tepla na vytápění a ohřev TUV [21] pro navržený rodinný dům bylo vypočteno, že pro vytápění je roční potřeba energie *24,2 MWh*. Pro ohřev TUV je roční potřeba energie *4,5 MWh*. Celková roční potřeba energie na vytápění a ohřev TUV je tedy *28,7 MWh*.

Pro zjištění finančních nákladů na vytápění a ohřev TUV z [21] je třeba kliknout na náklady. Na Obr. 46 jsou jasně patrné finanční náročnosti jednotlivých zdrojů energie v závislosti na použitém palivu.



Obr. 46: finanční náklady jednotlivých zdrojů energie

Z Obr. 46 můžeme vyčíst, že nejméně finančně výhodné je vytápět elektrickými přímotopy, nebo elektrickými akumulacími zdroji. Naopak nejvíce výhodné je vytápění dřevem, štěpkami, případně rostlinnými peletami. Pokud bych vzal v úvahu svůj návrh vytápěcího systému, určitě patří mezi více finančně náročné.

Proč jsem si jej tedy zvolil?

Jeden z důvodů, proč využívám plynový kondenzační kotel, je to, že v části, kde je rodinný dům umístěn, je přivedena plynová přípojka. Plynový kotel ať už kondenzační nebo klasický se velmi často kombinuje se solární technikou, což je případ mého návrhu. Další důvod, proč nevyužívám např. kotel na tuhá či rostlinná paliva, jehož náklady na vytápění jsou 2krát menší než u plynového vytápění, je ten, že je potřeba zvláštní prostor na skladování paliva. Pokud bych si pořídil na vytápění tepelné čerpadlo, u tohoto zařízení jsou zase velmi vysoké pořizovací náklady samotného zařízení.

8.3 Vyhodnocení ekonomické efektivity systémů

Pro vyhodnocení jsem vybral 2 systémy:

- navržený systém s plynovým kondenzačním kotlem pro vytápění s ohřevem TUV pomocí solárních panelů
- systém plynového kotle pro vytápění i ohřev TUV

V Tab. 17 jsou uvedeny pořizovací ceny systémů a jejich náklady na vytápění.

	Systém	
	Plynový kotel pro vytápění a ohřev TUV	Kondenzační plynový kotel pro vytápění, ohřev TUV pomocí solárních panelů
Pořizovací cena	169500 Kč	351298 Kč
Náklady na vytápění	46512 Kč	34973 Kč

Tab. 17: porovnání dvou systémů

Z Tab. 17 můžeme odečíst, jaké jsou přibližné pořizovací a roční náklady obou systémů.

Cílem vyhodnocení je zjistit, za jakou dobu se pořizovací cena systému se solárním ohřevem TUV vrátí. Podle finančního kalkulátoru [25] vyhodnocení vyšlo podle Tab. 18.

Čistá současná hodnota projektu	95437 Kč
Roční ekvivalentní finanční toky investice	4869 Kč
Doba návratnosti	16 let
Diskontovaná doba návratnosti	21 let
Vnitřní výnosové procento investice	6 %

Tab. 18: vyhodnocení ekonomické efektivity systému

Hodnocení systému se solárním ohřevem TUV jsem hodnotil na dobu životnosti 30 let. Tato hodnota je v současné době udávána jako minimální pro životnost solárních panelů. Z doby návratnosti vypočítané v Tab. 18 a doby životnosti systému lze tedy usoudit, že návratnost investice solárních panelů je přibližně o polovinu kratší než doba životnosti. Z tohoto důvodu je výhodné solární ohřev využít.

8.4 Technicko-ekonomické zhodnocení systému INELS

Jednotka	Počet kusů [ks]	Cena/ks bez DPH [Kč]	Cena/ks s DPH [Kč]	Celková cena s DPH [Kč]
EZS, EPS				
SA-200	6	72	86	516
SA-220	1	645	768	768
GBS-210	7	717	853	5971
GS-133	2	1119	1332	2664
SD212-SP	5	653	777	3885
KEY2-01	1	2740	3261	3261
SA-913	1	280	333	333
OS-365	1	1690	2011	2011
IM2-140M	2	2995	3564	7128
CELKEM	26	26537		

Tab. 19: finanční náklady EZS, EPS jednotek

Jednotka	Počet kusů [ks]	Cena/ks bez DPH [Kč]	Cena/ks s DPH [Kč]	Celková cena s DPH [Kč]
Osvětlení				
JS-20	12	469	558	6696
DA2-22M	6	3535	4207	25242
IM2-80B	1	1950	2321	2321
IM2-40B	1	1390	1654	1654
RFSA-11B	2	650	774	1548
RFWB-20	2	590	702	1404
RFDA-71B	3	1150	1369	4107

SET (RFDA-71B, RFBW-40)	12	1600	1904	22848
SET (RFSA-11B, RFBW-20)	6	990	1178	7068
CELKEM	45	72888		

Tab. 20: finanční náklady jednotek pro osvětlení

Jednotka	Počet kusů [ks]	Cena/ks bez DPH [Kč]	Cena/ks s DPH [Kč]	Celková cena s DPH [Kč]
Vytápění				
IDRT2-1	4	2250	2678	10712
ALPHA AA 24V	14	645	768	10752
HC2-01B	14	1990	2368	33152
TC-3	10	202	240	2400
TER-9	1	1920	2285	2285
TZ-12	1	407	484	484
DTR	1	1340	1595	1595
CELKEM	45	61380		

Tab. 21: finanční náklady jednotek na vytápění

Jednotka	Počet kusů [ks]	Cena/ks bez DPH [Kč]	Cena/ks s DPH [Kč]	Celková cena s DPH [Kč]
Jednotky řídicí, vzdálené komunikace, vizualizace, rozšíření, řídicí jednotka, zdroj				
CU2-01M	1	8950	10651	10651
GSM2-01	1	9800	11662	11662
HW router	1	992	1097	1097
Touch 51/PCB	1	33295	39621	39621

BPS2-02M	2	1200	1428	2856
MI2-02M	1	3500	4165	4165
PS-100/INELS	1	3490	4153	4153
CELKEM	7	74205		

Tab. 22: finanční náklady jednotek pro provoz

Celková cena celého systému INELS, který zahrnuje jednotky pro vytápění, jednotky EPS, EPS, jednotky pro regulaci osvětlení a jednotku pro rozšíření sběrnice, napájecí jednotku, řídicí jednotku, jednotku pro vzdálenou komunikaci, jednotky pro vizualizaci, jednotku pro oddělení sběrnice od napájecího napětí činí 235010 Kč.

Tento systém nelze jednoduše zhodnotit. Integruje v sobě několik technologií, ať už jde o zabezpečení domu, ovládání osvětlení, vytápění, atd. Systém je vytvořen proto, aby co nejvíce usnadnil uživateli systému ovládání a monitorování. S tím souvisí určitý komfort, který vytvořený systém přináší.

ZÁVĚR

Cílem mé diplomové práce bylo navrhnout inteligentní rodinný dům. Tento dům je řízen pomocí systému INELS. Praktická část je věnována návrhům technologických zařízení v domě, jejich ovládání a řízení, návrh zabezpečení domu s ovládáním a řízením a také návrh osvětlení taktéž s řízením a ovládáním. Návrhy silnoproudých vedení, sběrníkových vedení a také technické parametry použitých jednotek INELS jsou obsaženy v přílohách.

Nejprve jsem se zabýval výpočtem tepelných ztrát domu prostupem, větráním a zátopem. Z výpočtu byly následně zjištěny celkové ztráty domu. Ty činí 10946 W . Na základě výpočtů ztrát jsem navrhnul tepelný zdroj. Vybral jsem plynový kondenzační kotel s maximálním výkonem 15 kW . Tento zdroj slouží k vytápění domu pomocí otopných těles. Musím však konstatovat, že zvolený tepelný zdroj není pro můj daný teplotní spád ze 70°C na 50°C úplně ideální. Přesněji nevyužiji jeho účinnost na maximum. Kondenzační kotel je spíše využíván pro nízkoteplotní vytápění. I přes to je účinnost vyšší, než u klasického plynového kotle. Pro otopnou soustavu jsem navrhnul radiátory, k nim termostatické ventily, směšovací ventil a zabezpečovací zařízení (expanzní nádobu, pojistný ventil) dané výpočtem. Součástí soustavy jsou jednotky a měřicí teplotní čidla, která budou vytápěcí soustavu řídit a regulovat.

Následně jsem přistoupil k návrhu solární soustavy pro ohřev TUV. U solární soustavy jsem provedl výpočty pro dimenzování počtu kolektorů, velikosti objemu zásobníku pro ohřev TUV a zabezpečovací prvky. Na základě těchto propočtů jsem zvolil zařízení, které nejlépe odpovídají požadovaným vypočteným parametrům. Při návrhu počtu solárních panelů jsem solární systém předdimenzoval, jelikož v letních měsících solární panely nejsou využívány k ohřevu bazénu.

V další části práce jsem vytvořil návrh zabezpečení domu pomocí jednotek EZS, EPS, kterými INELS disponuje. Jsou to detektory rozbití oken, detektory pohybu, dveřní a přejezdové kontakty, detektory kouře a hořlavého plynu společně s akustickými sirénami. Součástí systému je i zabezpečovací klávesnice, pomocí které lze systém ovládat.

Pro ovládání osvětlení celého domu jsem převážně využil RF komunikaci. Vybral jsem RF spínací a stmívací aktory (přijímače) a RF senzory dvou a čtyř polohové (vysílače). V méně často obývaných prostorách jsou použity detektory pohybu v kombinaci se stmívacím

aktorem pro spínání osvětlení. U venkovního osvětlení jsou taktéž využity detektory pohybu se stmívacími aktory.

Pro centrální ovládání a monitorování stavů jednotek byl navrhnut SCADA systém, který je ovládán pomocí dotykového Touch panelu. Pomocí softwaru Reliance jsem vytvořil jednoduché vizualizační rozhraní. Panel graficky vizualizuje prostředí pro ovládání vytápění, zabezpečení a osvětlení. SCADA systém dokáže také zobrazit alarmové a chybové hlášení.

V mém návrhu je také vytvořena vzdálená komunikace pomocí GSM brány nebo připojení na Internet pomocí rozhraní Ethernet. GSM brána slouží k ovládání a monitorování stavu vytápění, zabezpečení a osvětlení až už směrem k uživateli, bezpečnostní agentuře, PCO nebo od těchto složek k systému INELS. Monitorování a ovládání stavu jednotek lze také přes Internet a to napojením řídicí jednotky přes router do sítě Internet.

Přes rozhraní Ethernet se také připojují PC s konfiguračním programem IDM a pomocí těchto konfiguračních softwarů můžeme programovat jednotlivé jednotky, podle svých představ.

Jako poslední bod práce je technicko-ekonomické zhodnocení návrhu. Z porovnání zdrojů tepla na vytápění je zřejmé, že vytápění pomocí plynového kotle klasického nebo kondenzačního rozhodně není moc finančně výhodné. Určitým řešením je využití obnovitelných zdrojů energie. Při porovnání systémů, z nichž jeden využívá solární ohřev TUV je patrné, že je ekonomicky výhodné investovat do tohoto obnovitelného zdroje. Finanční prostředky se vrátí v polovině životnosti.

RESULT

The goal of my thesis was to propose an intelligent family house. This house is controlled via the INELS. The practical part is devoted to proposals for technological equipment in the house, their control and management, design house with security control and management, and lighting as well as a proposal to the management and control. Motions Power lines, bus lines, as well as technical parameters of the units INELS are contained in the annexes.

First, I dealt with the calculation of transmission heat loss house, ventilation and intermittent heating. For the calculation were subsequently identified a total loss of the house. This is *10946 W*. Based on the calculations of losses, I propose a thermal source. I chose gas condensing boiler with a maximum power of *15 kW*. This resource can be used to heating the house through the heating elements. I have however noted that the chosen heat source is not for my given temperature gradient from $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ completely perfect. More does not use it at maximum efficiency. Condensing boiler is more used to low heat. Despite this efficiency is higher than the classical gas boilers. For the heating system I propose radiators, thermostatic valves on them, mixing valve and safety devices (expansion tank, safety valve) of the calculation. As part of the system unit and measuring the temperature sensor to be heating system to manage and regulate.

Then I proceeded to draft the solar system for heating hot water. The solar system, I made calculations for dimensioning the number of collectors, the size of the volume of the reservoir for heating hot water, and security features. Based on these calculations, I chose facilities that best meet the required parameters calculated. In the design of solar panels, I overrate solar system, as in the summer months, solar panels are not used for heating the pool.

In other parts of the work I made a proposal to the house through the security of electronic security systems, electronic fire systems, which has INELS. They are windows detectors, motion detectors, door and crossing contacts, smoke detectors and flammable gas with acoustic spreading. The system is also a security keypad that you can control the system.

To control lighting around the house I have mostly made use of RF communication. I chose RF switching and dimmers actuator (receiver) and RF sensors, and two four-position (transmitter). In less frequently occupied area motion detectors are used in combination

with dimming actuators switching for lighting. For outdoor lighting are also used motion detectors to dimming actuators.

For the central control and monitoring the unit was designed SCADA system that is controlled via touch panel Touch. Using the software I created Reliance simple visualization interface. Panel graphically rendered environment for control heating, lighting and security. SCADA system can also receive alarm and error message.

In my proposal is also a remote communication using the GSM gateway or connection to the Internet via Ethernet. GSM gateway is used to control and monitoring the heating, security and lighting, whether to the user, the security agency, central security desk or from these components to the system INELS. Monitoring and control units of the state over the Internet can also be connected to a control unit through the router to the Internet.

Despite Ethernet is also attached to the PC configuration program IDM and using the following configuration software, you can program the individual units according to their ideas.

As a last point the work is technical and economic assessment of the proposal. A comparison of sources of heat for heating of the evidence that using gas heating boiler or classical condensing is not very financially beneficial. Particular solution is to use renewable energy sources. When comparing systems, one of which uses a solar heating hot water is evident that it is economically advantageous to invest in this renewable source. The funds shall be returned in mid-life.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci.
- [2] ČSN EN ISO 7730, Mírné tepelné prostředí - Stanovení ukazatelů PMV a PPD popis podmínek tepelné pohody.
- [3] ŘEHÁNEK, Jaroslav, et al. *Tepelně-technické a energetické vlastnosti budov*. 1. vyd. Praha : Grada Publishing, a.s. , 2002. 248 s. ISBN 80-7169-582-3, s. 103, 127-128, 131-132, 135-137.
- [4] DUFKA, Jaroslav. *Hospodárné vytápění domů a bytů*. 1. vyd. Praha : Grada Publishing, a.s. , 2007. 112 s. ISBN 978-80-247-2019-7, s. 69, 70-71, 72-75, 75-76, 77-78, 79-80, 80-81, 82-84.
- [5] VOJÁČEK, Antonín. *Sběrnice KNX pro řízení budov : 1.část* [online]. 1997-2009 [cit. 2009-04-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.automatizace.hw.cz/clanek/2006061001>>.
- [6] VOJÁČEK, Antonín. *Sběrnice KNX pro řízení budov : 2.část* [online]. 1997-2009 [cit. 2009-04-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.automatizace.hw.cz/clanek/2006082701>>.
- [7] VOJÁČEK, Antonín. *Sběrnice LonWorks : 1.část - Úvod* [online]. 1997-2009 [cit. 2009-05-03]. Dostupný z WWW: <<http://automatizace.hw.cz/mereni-a-regulace/ART151-sbernice-lonworks--1cast--uvod.html>>.
- [8] VOJÁČEK, Antonín. *Sběrnice LonWorks : 2. část - LonTalk protokol* [online]. 1997-2009 [cit. 2009-05-03]. Dostupný z WWW: <<http://automatizace.hw.cz/mereni-a-regulace/ART152-sbernice-lonworks--2cast--lontalk-protokol.html>>.
- [9] ČSN EN 12831, Výpočet tepelných ztrát budov.
- [10] ČSN 730540-2, Tepelná ochrana budov.
- [11] *ENBRA - Kamna, Krby, Plynové kotle, Vodoměry* [online]. 1998-2007 [cit. 2009-05-03]. Dostupný z WWW: <<http://www.enbra.cz/topenarska-technika/plynove-kotle/kondenzacnikotle/kondenzacni-kotle-topeni/econcept-15/>>.

- [12] *Bola.cz : Velkoobchod s měřicí, regulační a topenářskou technikou* [online]. c2008 [cit. 2009-05-03]. Dostupný z WWW: <<http://www.bola.cz/zbozi/siemens-vxp-45-10-16>>.
- [13] *Pumpa, a.s., e-shop: - Prodej čerpací a teplovodní techniky* [online]. c2009 [cit. 2009-05-03]. Dostupný z WWW: <<http://obchod.pumpa.cz/zbozi/997-grundfos-alpha-pro-25-40-230v-pn10-180mm>>.
- [14] *KERMI : Otopná tělesa, sanitární technika* [online]. 2007-2009 [cit. 2009-05-03]. Dostupný z WWW: <<http://kermi.tzb-info.cz/>>.
- [15] DIN EN 442, Dimenzování otopných těles – korekční faktory.
- [16] *Danfoss CZ – Tepelná technika* [online]. [cit. 2009-04-05]. Dostupný z WWW: <<http://cz.danfoss.com/xxNewsx/87482811-0a1a-4748-9da0-da8f2541f74d.html>>.
- [17] *Inels* [online]. c2008 [cit. 2009-05-07]. Dostupný z WWW: <<http://www.inels.cz/>>.
- [18] *Tepelná čerpadla a solární panely Regulus* [online]. [cit. 2009-05-07]. Dostupný z WWW: <<http://www.regulus.cz/>>.
- [19] ČSN 06 0320, Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování.
- [20] *Buderus – kondenzační kotle, tepelná čerpadla a solární panely* [online]. [cit. 2009-05-07]. Dostupný z WWW: <<http://www.buderus.cz/produkty/solarni-technika/solarni-zasobniky/logalux-sl.html?docu=1>>.
- [21] *Potřeba tepla pro vytápění a ohřev teplé vody - TZB-info* [online]. c2001-2009 [cit. 2009-05-07]. Dostupný z WWW: <<http://www.tzbinfo.cz/t.py?i=47&h=38&obor=9&t=16>>.
- [22] ČSN 33 2130 Změna 2, Elektrotechnické předpisy – vnitřní elektrické rozvody.
- [23] ČSN 33 2180, Připojování, upevňování a umístování silových elektrických přístrojů a spotřebičů.
- [24] ČSN 33 2000-7-701, Elektrotechnické předpisy, elektrická zařízení – zařízení jednocelová a ve zvláštních objektech – prostory s vanou nebo sprchou a umývací prostory.

- [25] *Finanční kalkulátor pro hodnocení ekonomické efektivity investic - TZB-info* [online]. c2001-2009 [cit. 2009-05-09]. Dostupný z WWW: <<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=16&i=110&h=38>>.
- [26] MARKOVÁ, Lidmila, VYORALOVÁ, Zuzana. *Technické zařízení budov40: umělé osvětlení, elektrorozvody, hromosvody*. 5. vyd. Praha : Vydavatelství ČVUT , 2005. 75 s. ISBN 8001031470.
- [27] VALEŠ, Miroslav. *Inteligentní dům*. 1. vyd. Brno : ERA, 2006. 123 s. ISBN 80-7366-062-8.
- [28] BAŠTA, Jiří. *Hydraulika a řízení otopných soustav*. 1. vyd. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2003. 252 s. ISBN 8001028089.
- [29] *Topenářská příručka 3: návody na projektování tepelných zařízení*. 1. vyd. Praha : ŠSTZ, 2007. 380 s. ISBN 978-80-86028-13-2.
- [30] DANIELS, Klaus. *Technika budov*. Bratislava : JAGA Group, s.r.o., 2003. 520 s. ISBN 80-88905-60-5.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

PMV	Predicted Mean Vote.
PPD	Predicted Percentage of Dissatisfied.
HDO	Hromadné dálkové ovládání.
TČ	Tepelné čerpadlo.
CSMA/CA	Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance.
IP	Internet Protocol.
1.NP	1. nadzemní patro.
2.NP	1. nadzemní patro.
EZS	Elektronický zabezpečovací systém.
EPS	Elektronický požární systém.
TUV	Teplá užitková voda.
PCO	Pult centrální ochrany.
RF	Radio Frequency.
LAN	Local Area Network.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: pole tepelné pohody.....	14
Obr. 2: decentralizovaný systém.....	30
Obr. 3: znázornění standardu KNX (čísla 1 až 7 určují vrstvy OSI modelu)	32
Obr. 4: struktura sítě rozdělená na zóny	35
Obr. 5: KNX rámec.....	36
Obr. 6: možnosti volby komunikačního média.....	39
Obr. 7: ISO OSI model pro LonTalk protokol.....	41
Obr. 8: typy topologií u LonWorks.....	43
Obr. 9: přístup na sběrnici – metoda CSMA/CA.....	43
Obr. 10: adresování uzlů v síti.....	44
Obr. 11: rámec protokolu LonTalk	44
Obr. 12: 1.NP rodinného domu.....	50
Obr. 13: 2. NP rodinného domu.....	51
Obr. 14: hydraulické schéma vytápěcího systému s ohřevem TUV	57
Obr. 15: kotel Econcept 15 A	58
Obr. 16: ekvitermní křivka plynového kondenzačního kotle.....	67
Obr. 17: solární panel KPS11-ALP s parametry.....	69
Obr. 18: čerpadlová skupina FLowCon S.....	69
Obr. 19: expanzní nádoba solární soustavy řady R8.....	71
Obr. 20: křivky dodávky a odběru energie v zásobníku	73
Obr. 21: bivalentní zásobník pro ohřev TUV	74
Obr. 22: centrální jednotka CU2-01M.....	76
Obr. 23: rozmístění a rozvod sběrnice jednotek EZS, EPS v 1.NP rodinného domu.....	77
Obr. 24: rozmístění a rozvod sběrnice jednotek EZS, EPS v 2.NP rodinného domu.....	78
Obr. 25: připojení detektorů na zdroj napájení a sběrnici CIB	80
Obr. 26: zapojení aktoru RFSA-11B se světelnou zátěží	84
Obr. 27: zapojení aktoru RFDA-71B se světelnou zátěží.....	85
Obr. 28: zapojení stmívacího aktoru DA2-22M se světelnou zátěží a detektory	86
Obr. 29: připojení detektorů k jednotkám IM2-40B, IM2-80B	87
Obr. 30: soustav TN-C.....	88
Obr. 31: soustava TN-S	88

Obr. 32: bezpečnostní ochranné zóny	91
Obr. 33: Touch panel 51/PCB pro vizualizaci	93
Obr. 34: vizualizační menu	94
Obr. 35: vizualizace detektorů EZS, EPS pomocí Reliance v 1.NP	95
Obr. 36: vizualizace detektorů EZS, EPS pomocí Reliance v 2.NP	95
Obr. 37: vizualizace domovního osvětlení v 1.NP	96
Obr. 38: vizualizace domovního osvětlení v 2.NP	97
Obr. 39: vizualizace vytápění v 1.NP	98
Obr. 40: vizualizace vytápění v 2.NP	98
Obr. 41: ovládání komunikace na GSM bránu	99
Obr. 42: komunikace GSM brány při alarmovém hlášení	100
Obr. 43: připojení GSM do systému INELS	101
Obr. 44: HW router k připojení do Internetu	103
Obr. 45: komunikace pomocí protokolu TCP/IP	104
Obr. 46: finanční náklady jednotlivých zdrojů energie	107
Obr. 47: ekvitermní regulátor DTR s parametry	129
Obr. 48: kotlový regulátor TER-9 s parametry	130
Obr. 49: termopohon termostatického ventilu ALPHA AA 24V s parametry	131
Obr. 50: teplotní čidlo TZ-12 k ekvitermnímu regulátoru s parametry	131
Obr. 51: jednotka HC2-01B pro spínání termopohony s parametry	132
Obr. 52: digitální pokojový termoregulátor IDRT2-1 s parametry	133
Obr. 53: rozvod potrubí otopné soustavy v 1.NP	134
Obr. 54: rozvod potrubí otopné soustavy v 2.NP	135
Obr. 55: magnetický dveřní kontakt SA-200 s parametry	136
Obr. 56: přejezdový magnetický kontakt SA-220 s parametry	136
Obr. 57: detektor rozbití oken GBS-210 s parametry	137
Obr. 58: detektor hořlavých plynů GS-133 s parametry	137
Obr. 59: detektor kouře SD-212SP	138
Obr. 60: interiérová siréna SA-913 s parametry	138
Obr. 61: venkovní siréna OS-365 s parametry	138
Obr. 62: spínací jednotka IM2-140M s parametry	139
Obr. 63: stabilizovaný zdroj pro napájení senzorů EZS a EPS s parametry	140
Obr. 64: zabezpečovací klávesnice KEY2-01 s parametry	141

Obr. 65: RF vysílače (vypínače) RFWB-20, RFWB-40 s parametry	142
Obr. 66: detektor pohybu JS-20 pro ovládání osvětlení s parametry	142
Obr. 67: RF přijímač RFDA-71B pro ovládání osvětlení s parametry	143
Obr. 68: RF přijímač RFSA-11B pro ovládání osvětlení s parametry	144
Obr. 69: stmívací aktor DA2-22M pro spínání světel s parametry	145
Obr. 70: spínací jednotky pro ovládání osvětlení IM2-40B, IM2-80B s parametry	146
Obr. 71: světelné a zásuvkové rozvody v 1.NP	147
Obr. 72: světelné a zásuvkové rozvody v 2.NP	148
Obr. 73: GSM brána pro vzdálenou komunikaci přes mobilní telefon s parametry	149
Obr. 74: oddělovač sběrnice BPS2-02M od napájecího napětí s parametry	150
Obr. 75: externí master sběrnice MI2-02M	151

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: závislost součinitele A na rychlosti vzduchu	12
Tab. 2: index PMV.....	13
Tab. 3: index PPD.....	14
Tab. 4: Θ_e s ohledem na nadmořskou výšku.....	16
Tab. 5: propustnost slunečního záření zasklení T_1	20
Tab. 6: vnější klimatické podmínky podle normy ČSN EN 12831	51
Tab. 7: výpočtová vnitřní teplota podle ČSN EN 12831	52
Tab. 8: celkové tepelné ztráty domu podle ČSN EN 12831	56
Tab. 9: typy použitých radiátorů	65
Tab. 10: výpočet hodnoty k_{vs} pro termostatické ventily	66
Tab. 11: odběr TUV	72
Tab. 12: rozmístění senzorů a aktorů pro osvětlení	82
Tab. 13: počet světelných vývodů v rodinném domě	90
Tab. 14: počet zásuvkových vývodů v rodinném domě.....	91
Tab. 15: pořizovací náklady vytápěcího systému	105
Tab. 16: pořizovací náklady solárního systému.....	106
Tab. 17: porovnání dvou systémů.....	108
Tab. 18: vyhodnocení ekonomické efektivity systému	108
Tab. 19: finanční náklady EZS, EPS jednotek.....	109
Tab. 20: finanční náklady jednotek pro osvětlení.....	110
Tab. 21: finanční náklady jednotek na vytápění	110
Tab. 22: finanční náklady jednotek pro provoz	111
Tab. 23: skladba venkovní nosné stěny s izolací	125
Tab. 24: skladba vnitřní nosné stěny bez izolace.....	125
Tab. 25: skladba vnitřní stěny bez izolace	126
Tab. 26: skladba podlahy na zemině.....	126
Tab. 27: skladba stropu mezi 1.NP a 2.NP	127
Tab. 28: skladba střechy ploché.....	127
Tab. 29: vypočtené prostupy tepla stavebními konstrukcemi.....	128
Tab. 30: součinitel prostupu tepla otvorovými výplněmi	128

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Skladba a prostupy tepla stěn rodinného domu

Příloha P II: Jednotky pro ovládání otopného okruhu

Příloha P III: Rozvody potrubí otopné soustavy

Příloha P IV: Jednotky EZS, EPS

Příloha P V: Jednotky pro ovládání osvětlení

Příloha P VI: Světelné a zásuvkové rozvody

Příloha P VII: Jednotky pro vzdálenou komunikaci přes GSM, rozšiřující jednotky

PŘÍLOHA P I: SKLADBA A PROSTUPY TEPLA STĚN RODINNÉHO DOMU

	Materiál	Tloušťka d [m]	Tepelná vodivost λ [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$]	Tepelný odpor R [$m^2 \cdot K / W$]
Interiér → exteriér	POROTHERM UNIVERSAL	0,01	0,8	0,013
	POROTHERM 365 P+D	0,365	0,15	2,43
	Polystyren EPS 70 Fasádní	0,08	0,039	2,05
	PROTHERM tepelně izolační omítka	0,01	0,13	0,08
		0,465		4,57
U_k [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]				0,21

Tab. 23: skladba venkovní nosné stěny s izolací

	Materiál	Tloušťka d [m]	Tepelná vodivost λ [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$]	Tepelný odpor R [$m^2 \cdot K / W$]
Interiér → interiér	POROTHERM UNIVERSAL	0,01	0,8	0,013
	POROTHERM 30 P+D	0,3	0,25	1,21
	POROTHERM UNIVERSAL	0,01	0,8	0,013
		0,32		1,24
U_k [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]				0,71

Tab. 24: skladba vnitřní nosné stěny bez izolace

	Materiál	Tloušťka d [m]	Tepelná vodivost λ [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$]	Tepelný odpor R [$m^2 \cdot K / W$]
Interiér → interiér	POROTHERM UNIVERSAL	0,01	0,8	0,013
	POROTHERM 14 P+D	0,14	0,27	0,51
	POROTHERM UNIVERSAL	0,01	0,8	0,013
		0,16		0,54
U_k [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]				1,42

Tab. 25: skladba vnitřní stěny bez izolace

	Materiál	Tloušťka d [m]	Tepelná vodivost λ [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$]	Tepelný odpor R [$m^2 \cdot K / W$]
Interiér → exteriér	POROTHERM UNIVERSAL	0,05	0,8	0,06
	Polystyren PPS	0,15	0,039	3,85
	Beton hutný	0,15	0,65	0,23
	Štěrka	0,1	0,65	0,15
		0,45		4,29
U_k [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]				0,22

Tab. 26: skladba podlahy na zemině

	Materiál	Tloušťka d [m]	Tepelná vodivost λ [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$]	Tepelný odpor R [$m^2 \cdot K / W$]
Interiér → interiér	PROTHERM tepelně izolační omítka	0,01	0,13	0,08
	Polystyren PPS	0,04	0,039	1,03
	Železobeton	0,24	1,43	0,17
	PROTHERM tepelně izolační omítka	0,01	0,13	0,08
		0,3		1,35
U_k [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]				0,66

Tab. 27: skladba stropu mezi 1.NP a 2.NP

	Materiál	Tloušťka d [m]	Tepelná vodivost λ [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$]	Tepelný odpor R [$m^2 \cdot K / W$]
Interiér → exteriér	Beton hutný	0,23	1,23	0,19
	Štěrka	0,05	0,65	0,08
	Polystyren PPS	0,2	0,039	5,13
	Beton hutný	0,06	1,23	0,05
	Hydro izolace PVC	0,06	0,16	0,38
		0,6		5,82
U_k [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]				0,17

Tab. 28: skladba střechy ploché

Konstrukce	$U_k [Wm^{-2}K^{-1}]$
Obvodová nosná konstrukce s izolací	0,21
Vnitřní nosná konstrukce bez izolace	0,71
Vnitřní konstrukce bez izolace	1,42
Podlaha na zemině	0,22
Strop mezi 1.NP a 2.NP	0,66
Střecha plochá	0,17

Tab. 29: vypočtené prostupy tepla stavebními konstrukcemi

Konstrukce	$U_k [Wm^{-2}K^{-1}]$
Okno s dvojsklem	1,2
Dveře venkovní	2,6
Dveře vnitřní	2
Garážová vrata	0,915

Tab. 30: součinitel prostupu tepla otvorovými výplněmi

PŘÍLOHA P II: JEDNOTKY PRO OVLÁDÁNÍ OTOPNÉHO OKRUHU



Technické parametry:	DTR	DTF	DTC
Napájení			
Napájecí napětí a tolerance:	AC 230V ±15%		
Příkon a frekvence:	1.5 VA, 50/60 Hz		
Zálohování:	dobíječ akumulátor LIR2032 (40mAh) dobíjecí doba z 0 na 100%: 3 hod. doba zálohování při 100% nabití: 72 hod.		
Měření			
Teplotní rozsah:	+5 ..+50 °C		
Přesnost:	± 0,5 °C		
Hystereze:	nastavitelná 0.5 nebo 1K		
Měřící senzory:	prostorový (interní)	podlahový (externí)	prostor.(int.)apodlah.(ext.)
Nastavení			
Min. teplotní krok:	0.5 °C		
Min. časový krok:	10 min.		
Počet programů:	4, přednastaven program 1		
Počet časových úseků:	2 až 6 v rámci programu		
Offset/kalibrace:	nastavitelná ±5 °C		
Zobrazení			
LCD display:	26x24mm, podsvětlený (možno i trvale zapnout/vypnout)		
Data:	aktuální čas, nastavená/aktuální teplota, den v týdnu, stav výstupu		
Indikace výstupu:	červená LED a symbol ∞ na LCD		
Výstup			
Typ:	bezpotenciálový spínací kontakt relé (AgNi)		
Max. zatížitelnost:	16A/250V, 4000VA při AC1		
Oddělení kontaktů:	galvanické, elektrická pevnost 4kV		
Mechanická životnost:	3x10 ⁷		
Elektrická životnost:	0.7x10 ⁸		
Další údaje			
Pracovní teplota:	-10 ..+55 °C		
Skladovací teplota:	-20 ..+70 °C		
Elektrická pevnost:	4kV		
Upevnění:	instalační krabice s min. vestavnou hloubkou min 30mm, \varnothing min.65 mm		
Krytí**:	IP 30 za normálních podmínek		
Připojovací vodiče:	1x 2.5 mm ² /1.5 mm ² s dutinkou		
Rozměry:	84 x 89 x 54.3 mm		
Hmotnost:	120 g		
Související normy:	ČSN EN 60730-2-9, ČSN EN 61812-1, ČSN EN 61010-1		

Obr. 47: ekvitermní regulátor DTR s parametry



Napájení	
Počet funkcí:	6
Napájecí svorky:	A1 - A2
Napájecí napětí:	AC 230 V nebo AC/DC 24 V, galvanicky oddělené
Příkon:	max. 3.5 VA
Tolerance napájecího napětí:	-15 %; +10 %
Měřicí obvod	
Měřicí svorky:	T1-T1 a T2-T2
Teplotní rozsah:	-40.. +110 °C
Hystereze (citlivost):	nastavitelná v rozsahu 0.5.. 5 K
Diference:	nastavitelná 1.. 20 °C
Senzor:	termistor NTC 12 kΩ při 25 °C
Indikace poruchy senzoru :	nápisem "Err"
Přesnost	
Přesnost měření:	5 %
Opakovatelná přesnost:	< 0.5 °C
Závislost na teplotě:	< 0.1 % / °C
Výstup	
Počet kontaktů:	1x přepínací pro každý výstup (AgNi)
Jmenovitý proud:	8 A / AC1
Spínaný výkon:	2500 VA / AC1, 240 W / DC
Spínané napětí:	250 V AC1 / 24 V DC
Min. spínaný výkon DC:	500 mW
Indikace výstupu:	symbol ON/OFF
Mechanická životnost:	1x10 ⁷
Elektrická životnost (AC1):	1x10 ⁵
Další údaje	
Pracovní teplota:	-20.. +55 °C
Skladovací teplota:	-30.. +70 °C
Elektrická pevnost:	4 kV (napájení - kontakt)
Pracovní poloha:	libovolná
Upevnění:	DIN lišta EN 60715
Krytí:	IP 40 z čelního panelu
Kategorie přepětí:	III.
Stupeň znečištění:	2
Průřez připojovacích vodičů (mm ²):	max. 1x 2.5, max. 2x 1.5/ s dutinkou max. 1x 2.5
Rozměr:	90 x 35.6 x 64 mm
Hmotnost:	140 g
Související normy:	ČSN EN 61812-1, ČSN EN 61010-1, ČSN EN 60730-2-9

Obr. 48: kotlový regulátor TER-9 s parametry



Technické parametry:

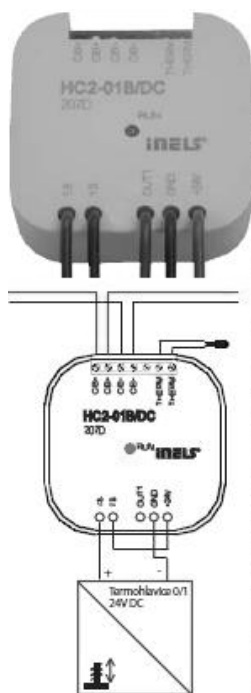
Provozní napětí:	24 V AC, 50/60 Hz
Příkon:	1,8 W
Ochranná třída:	IP 54/II
Nastavení:	4 mm
Stavěcí síla:	100 N +/- %
Připojení:	2 x 0,75 mm ²
Délka vodiče:	1 m
Barva:	bílá RAL 9003
Rozměry v/š/h:	55+5/44/61 mm

Obr. 49: termopohon termostatického ventilu ALPHA AA 24V s parametry



Rozsah:	-40..+125 °C
Snímací prvek:	NTC 12K 2 %
Ve vzduchu / ve vodě:	(τ65) 62 s / 8 s
Ve vzduchu / ve vodě:	(τ95) 216 s / 23 s
Materiál kabelu:	silikon
Materiál koncovky:	poniklovaná měď
Krytí:	IP 67

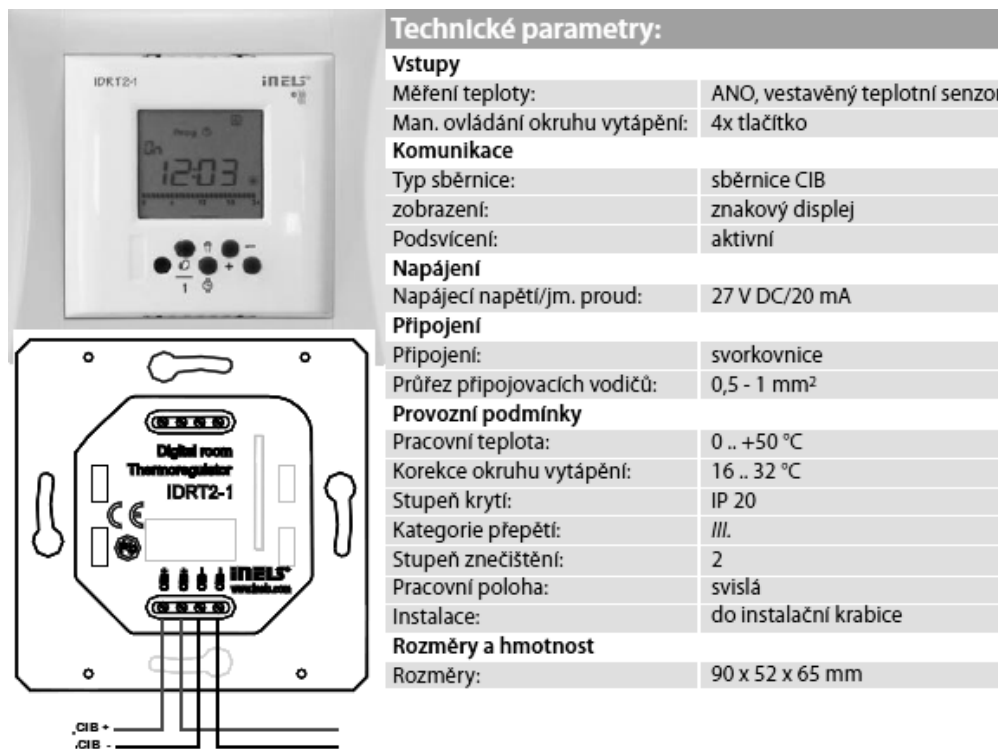
Obr. 50: teplotní čidlo TZ-12 k ekvitermnímu regulátoru s parametry



Technické parametry:

	HC2-01B/AC	HC2-01B/DC
Měření teploty:	ANO, vstup na externí teplotní senzor	
Rozsah a přesnost:	-20 .. +100°C; 0,5°C	
Napěťový výstup HC2-01B:	Ne	0(1)-10 V/10 mA
Výstup HB2-01B (napájení 24VDC pro termochlavice):	Ne	24V DC 250mA
Tranzistorový výstup:	Optmos relé	
Max. spínané napětí:	230V AC	30V DC
Max. proud zátěže:	0,15A/ 230V AC	0,5A/30V DC
Odpor v sepnutém stavu:	-	0,34 Ω
Rychlost sepnutí/rozepnutí:	0,5 cyklu	5/3 ms
Frekvence spínaného napětí:	20-500 Hz	-
Spínání v nule:	Ano	-
Izolační napětí:	3750V	2500 V
Typ sběrnice:	sběrnice CIB	
Indikace stavu jednotky:	zelená LED	
Napájecí napětí/jm. proud:	27 V DC/20 mA, ze sběrnice CIB	
Jmenovitý proud jednotky HC2-01B/DC při plném zatížení výstupu 24V DC:	-	27V DC/270mA, ze sběrnice CIB
Připojení:	svorkovnice	
Průřez přípojovacích vodičů:	0,5 mm ² - 1 mm ²	
Výstupy:	2x kabel CY	5x kabel CY
	průřez 0,5mm ² , délka 90mm	
Pracovní teplota:	-20 .. +55 °C	
Skladovací teplota:	-30 .. +70 °C	
Stupeň krytí:	IP 30	
Účel řídicího zařízení:	provozní řídicí zařízení	
Konstrukce řídicího zařízení:	samostatné řídicí zařízení	
Charakteristika automat. působení:	1.B.E	
Kategorie odolnosti proti teple a ohni:	FR-0	
Kategorie (imunita) protirázům:	třída 2	
Jmenovité impulsní napětí:	2,5 kV	
Kategorie přepětí:	III.	
Stupeň znečištění:	2	
Pracovní poloha:	libovolná	
Instalace:	do instalační krabice	
Rozměry:	49 x 49 x 13 mm	49 x 49 x 22 mm
Hmotnost:	27 g	39 g

Obr. 51: jednotka HC2-01B pro spínání termopohony s parametry



Technické parametry:

Vstupy

Měření teploty:	ANO, vestavěný teplotní senzor
Man. ovládání okruhu vytápění:	4x tlačítko

Komunikace

Typ sběrnice:	sběrnice CIB
zobrazení:	znakový displej
Podsvícení:	aktivní

Napájení

Napájecí napětí/jm. proud:	27 V DC/20 mA
----------------------------	---------------

Připojení

Připojení:	svorkovnice
Průřez připojovacích vodičů:	0,5 - 1 mm ²

Provozní podmínky

Pracovní teplota:	0 .. +50 °C
Korekce okruhu vytápění:	16 .. 32 °C
Stupeň krytí:	IP 20
Kategorie přepětí:	III.
Stupeň znečištění:	2
Pracovní poloha:	svislá
Instalace:	do instalační krabice

Rozměry a hmotnost

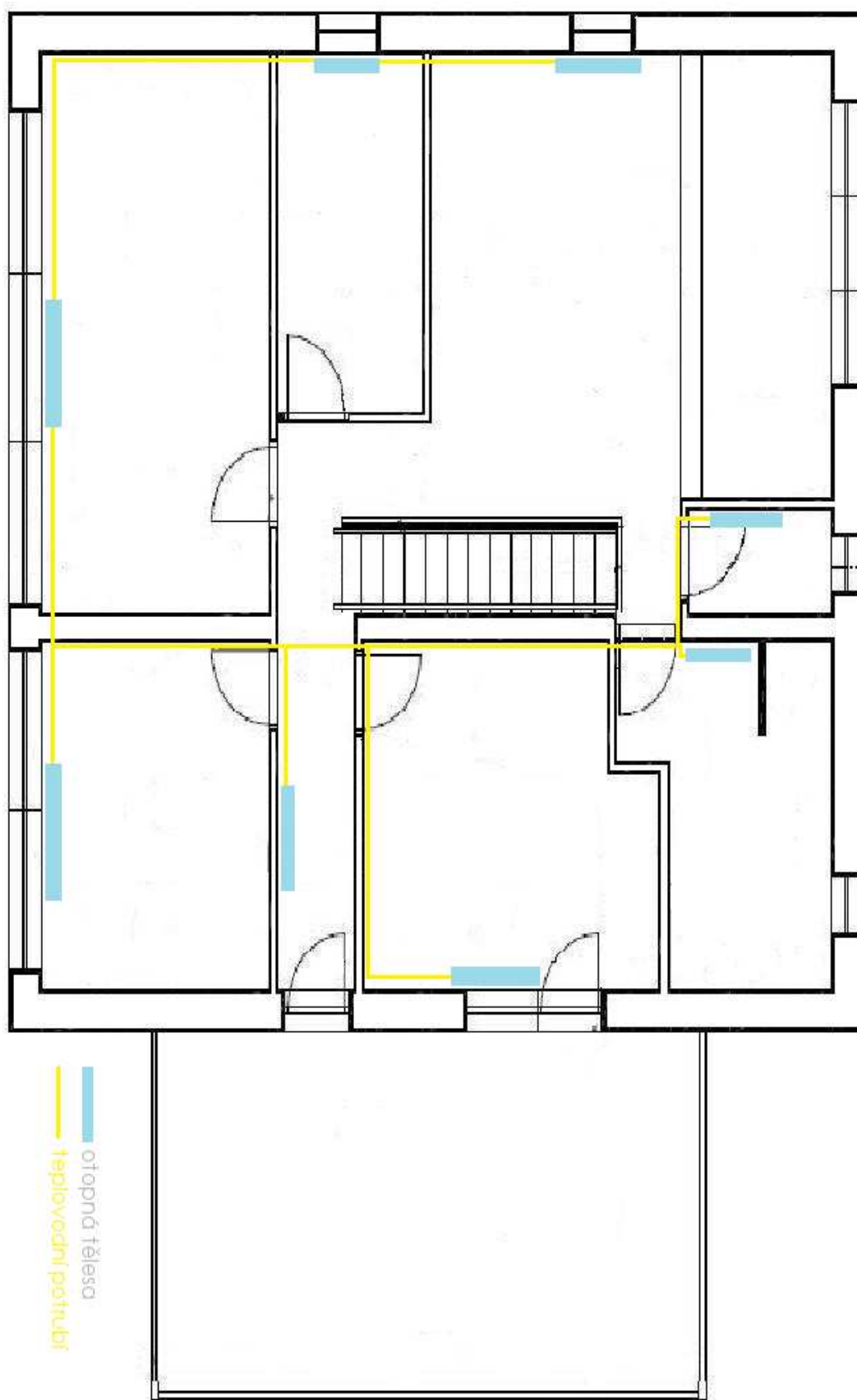
Rozměry:	90 x 52 x 65 mm
----------	-----------------

Obr. 52: digitální pokojový termostát IDRT2-1 s parametry

PŘÍLOHA P III: ROZVODY POTRUBÍ OTOPNÉ SOUSTAVY



Obr. 53: rozvod potrubí otopné soustavy v 1.NP



Obr. 54: rozvod potrubí otopné soustavy v 2.NP

PŘÍLOHA P IV: JEDNOTKY EZS, EPS



TECHNICKÉ PARAMETRY

	SA-200
Pracovní mezera:	15 mm
Typ:	NC
Barva:	bílá
Délka přívodního kabelu:	-
Rozměry:	50 x 22 x 30 mm

Obr. 55: magnetický dveřní kontakt SA-200 s parametry



TECHNICKÉ PARAMETRY

Pracovní vzdálenost:	75 mm
Rozměry:	106 x 38 x 10 mm
Hmotnost:	230 g

Obr. 56: přejezdový magnetický kontakt SA-220 s parametry



TECHNICKÉ PARAMETRY

Napájecí napětí/proud:	12 V DC \pm 25%/max. 35 mA
Zatžitelnost sabotážního výstupu:	spínač max. 60 W/50 mA vnitřní odpor max. 16 Ω
Zatžitelnost poplachového výstupu:	spínač max. 60 W/50 mA vnitřní odpor max. 30 Ω
Detekční vzdálenost:	do 9 m
Minimální plocha okenní výplně:	0,6 x 0,6 m
Doba stabilizace po zapnutí:	max. 60 s
Klasifikace dle ČSN EN 50131-1:	stupeň 3 (střední až vysoké riziko)
Prostředí dle ČSN EN 50131-1:	II. vnitřní všeobecně
Rozsah pracovních teplot:	-10 °C .. +40 °C
Max. průřez přípojovacích vodičů:	1 mm ²
Instalace:	na rovnou plochu
Rozměry:	100 x 40 x 24 mm
Hmotnost:	120 g
Výrobek je označen evropskou značkou shody CE	

Obr. 57: detektor rozbití oken GBS-210 s parametry



TECHNICKÉ PARAMETRY

Napájecí napětí/proud:	12 V DC \pm 20%/150 mA	
Zvuková signalizace:	94 dB/0,3 m	
Reléový výstup:	250 W/5 A (volitelná reakce na 1. nebo 2. stupeň)	
Typ výstupu:	přepínací kontakt max. 230 W/5 A	
Pracovní teplota:	-10 °C .. +40 °C	
Relativní vlhkost:	25% - 75%	
Skladovací teplota:	-20 °C .. +50 °C	
Doba stabilizace:	60 s	
Zahřívací doba v čistém vzduchu:	60 s	
Zahřívací doba v stand. kalibračním plynu:	60 s	
Reakční doba max.:	max. 10 s	
Metoda detekce:	katalytické spalování	
Stupeň krytí:	IP 30 (ČSN EN 60 529)	
Doporučený průřez přípojovacích vodičů:	1,5 mm ²	
Instalace:	na rovnou plochu	
Rozměry:	100 x 70 x 39 mm	
Hmotnost:	112 g	
Citlivost:	Metan:	ISO-butan:
I. stupeň:	10 \pm 2% DMV (0,44% metanu)	15 \pm 3% DMV (0,20% ISO-butanu)
II. stupeň:	17 \pm 3% DMV (0,75% metanu)	30 \pm 3% DMV (0,39% ISO-butanu)

Obr. 58: detektor hořlavých plynů GS-133 s parametry



TECHNICKÉ PARAMETRY

Napájecí napětí/prouid:	10-15V DC/3mA
Výstupní el. relé:	zatížení 0,1 A/60 V, max 16 Ω
Citlivost detektoru:	m = 0,06 .. 0,08 dB při 1 m/s (dle ČSN EN 54-7)
Detekční metoda:	optický rozptyl světla
Detekce teplot:	+60 .. +70 °C (dle rychlosti teplotního nárůstu)
Odolnost proti VF rušení:	30 V/m
Akustický výkon šířny:	95 dB/m
Učeno pro prostředí:	vnitřní všeobecně
Pracovní teplota:	-10 °C .. +55 °C
Relativní vlhkost:	25 % - 75 %
Skladovací teplota:	-20 °C .. +70 °C
Krytí:	IP 40 (ČSN EN 60 529)
Instalace:	na rovnou plochu
Rozměry:	φ 120 x 40 mm
Hmotnost:	150 g

Obr. 59: detektor kouře SD-212SP



TECHNICKÉ PARAMETRY

Napájecí napětí/prouid:	11 - 14V DC/250 mA
Intenzita zvuku:	110 dB/m
Instalace:	na rovnou plochu
Rozměry:	120 x 72 x 40 mm
Hmotnost:	140 g

Obr. 60: interiérová siréna SA-913 s parametry



TECHNICKÉ PARAMETRY

Napájecí napětí/prouid:	10 - 17V DC/< 50 mA/12 V
Záložní akumulátor:	NiCd pack 4,8 V/1800 mAh
Piezoelektrický měnič (OS-360):	113 dB/1 m
S přídavným piezoelektrickým měničem ACM-OS360:	118 dB/1 m
Elektrodynamický měnič (OS-365):	110 dB/1 m
Doba houlení sirény:	19 minut
Doba blikání blikáče:	60 minut
Odpor sabotážní smyčky:	< 70 Ω
Stupeň krytí:	IP 34D
Stupeň zabezpečení 3 (s vnitřním krytem):	dle ČSN EN 50131-1
Stupeň zabezpečení 2 (bez vnitřního krytu):	dle ČSN EN 50131-1
Třída prostředí:	IV, venkovní všeobecně -25 .. +60 °C
Instalace:	na rovnou plochu
Rozměry:	230 x 158 x 75 mm
Hmotnost:	120 g

Obr. 61: venkovní siréna OS-365 s parametry



TECHNICKÉ PARAMETRY

VSTUPY

Vstup:	14x spínací nebo rozpínací proti GND (-) IN1 - IN7 - možnost vyvážení
--------	--

VÝSTUPY

Výstup (napájení 12V pro senzory):	12V DC/150 mA
------------------------------------	---------------

KOMUNIKACE

Instalační sběrnice:	CIB
Indikace datového přenosu:	žlutá LED

NAPÁJENÍ

Napájecí napětí/jm. proud:	27 VDC/25 mA, ze sběrnice CIB
Jmenovitý proud jednotky při plném zatžení výstupu 12V DC:	100 mA
Indikace napájecího napětí:	zelená LED Un

PŘIPOJENÍ

Svorkovnice:	max. 2,5 mm ² /1,5 mm ² s dutinkou
--------------	--

PROVOZNÍ PODMÍNKY

Pracovní teplota:	-20 ... +55 °C
Skladovací teplota:	-30 ... +70 °C
Krytí:	IP 30
Kategorie přepětí:	III.
Stupeň znečištění:	2
Pracovní poloha:	libovolná
Instalace:	do rozvaděče na DIN lištu EN 60715
Provedení:	3-MODUL

ROZMĚRY A HMOTNOST

Rozměry:	90 x 52 x 65 mm
Hmotnost:	102g

Obr. 62: spínací jednotka IM2-140M s parametry



TECHNICKÉ PARAMETRY

VSTUP

Napájecí napětí:	AC 230V / 50-60Hz
Tolerance napájecího napětí:	-20% +10%
Příkon naprázdno:	max. 6VA / 1W
Příkon při maximální zátěži:	max. 195VA / 118W
Jítění:	tavná pojistka T3,15A

VÝSTUP

Výstupní napětí DC/max. proud:	27.2V / 3.7A		
	12.2V / 0.3A		
Tolerance výstupního napětí:	+/-2%		
Žvlnění výstupního napětí:	27.2V	12.2V	
	- naprázdno	55mV	100mV
	-max. zatžení	5mV	50mV
Účinnost:	cca 82%		
Elektronická pojistka:	proti zkratu, proudovému a teplotnímu přetížení		
Časová prodleva po připojení:	max 0.5s		

DALŠÍ ÚDAJE

El. pevnost vstup-výstup:	4 kV
Indikace výstupu:	zelená LED
Sworkovnice:	max. 1x2,5 mm ² /2x1,5 mm ² , s dutinkou 1x1,5mm ²
Pracovní vlhkost vzduchu:	20 .. 90% RH
Pracovní teplota:	-20 .. +40 °C
Skladovací teplota:	-40 .. +85 °C
Stupeň krytí:	IP20 přístroj, IP40 se zakrytí v rozvad.
Kategorie přepětí:	III.
Stupeň znečištění:	2
Pracovní poloha:	libovolná, optimálně svislá
Instalace:	do rozvaděče na DIN lištu EN 60715
Provedení:	6-MODUL
Rozměry:	90 x 105 x 65 mm
Hmotnost:	371 g
Normy:	EN 61000-4-2,3,4,5,6,8,11, EN 55022/B, EN 61558-2-17

Obr. 63: stabilizovaný zdroj pro napájení senzorů EZS a EPS s parametry



TECHNICKÉ PARAMETRY

KOMUNIKACE

Instalační sběrnice:	CIB
----------------------	-----

DISPLEJ

Počet znaků:	2 x 16 znaků
Technologie displeje:	COB
Velikost displeje:	99 x 24 mm
Velikost fontu:	4,84 x 9,66 mm
Podsvícení:	aktivní
Ovládací kódy:	4 až 8 znaků
Počet pokusů zadání kódu:	nastavitelný

ČTEČKA KARET (KEY2-01/R)

Typ:	RFID 125 kHz ± 6 kHz
Podporované karty:	ISO Card Unique
IC Type:	Unique 64 Bits RF/64 ASK Manchester

NAPÁJENÍ

Napájecí napětí/jm. proud:	24 V DC/80 mA, ze sběrnice CIB
----------------------------	--------------------------------

PŘIPOJENÍ

Svorkovnice:	1 mm ²
--------------	-------------------

PROVOZNÍ PODMÍNKY

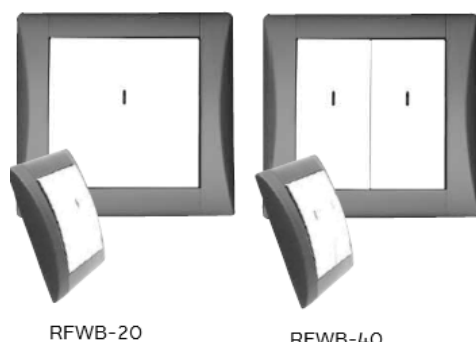
Třída prostředí:	II. vnitřní/všeobecně -10.. +40 °C
Stupeň krytí:	IP 40
Pracovní poloha:	libovolná
Instalace:	na rovnou plochu

ROZMĚRY A HMOTNOST

Rozměry:	148 x 122 x 32 mm
Hmotnost:	307 g

Obr. 64: zabezpečovací klávesnice KEY2-01 s parametry

PŘÍLOHA P V: JEDNOTKY PRO OVLÁDÁNÍ OSVĚTLENÍ



RFWB-20

RFWB-40

Technické parametry	RFWB-20	RFWB-40
Napájecí napětí:	3 V baterie CR 2032	
Indikace přenosu:	červená LED	
Počet tlačítek:	2	4
Vysílací frekvence:	868 MHz	
Způsob přenosu signálu:	jednosměrně adresovaná zpráva	
Dosah (vysílač - aktor):	70-100 m, viz. tab. na str.16	
Dosah na volném prostranství:	až 160 m	
Další údaje		
Pracovní teplota:	-10.. +50 °C	
Pracovní poloha:	libovolná	
Upevnění:	lepením / šroubováním	
Krytí:	IP 20	
Stupeň znečištění:	2	
Rozměry:	84x89x16 mm	
Hmotnost:	47g	50 g
Související normy:	EN 60669, EN 300 220, EN 301 489 směrnice RTE, NVČ.426/2000Sb (směrnice 1999/ES)	

Obr. 65: RF vysílače (vypínače) RFWB-20, RFWB-40 s parametry



TECHNICKÉ PARAMETRY

Napájecí napětí/proudek:	12 V DC ± 9% / max. 35 mA
Detekční vzdálenost:	12 m
Úhel detekce:	120° (se základní čočkou)
Doporučená instalační výška:	2,5 m nad úrovní podlahy
Doba stabilizace po zapnutí:	max. 180 s
Zatížitelnost výstupu PIR:	spínač max. 60 W/50 mA vnitřní odpor max. 30 Ω
Zatížitelnost sabotážního výstupu TMP:	spínač max. 60 W/50 mA vnitřní odpor max. 16 Ω
Klasifikace dle ČSN EN 50131-1:	stupeň 2. (střední rizika)
Prostředí dle ČSN EN 50131-1:	vnitřní/všeobecně
Pracovní teplota:	-10 .. +55 °C
Max. průřez připojovacích vodičů:	1 mm ²
Instalace:	na rovnou plochu
Rozměry:	110 x 60 x 55 mm
Hmotnost:	120 g

Obr. 66: detektor pohybu JS-20 pro ovládání osvětlení s parametry



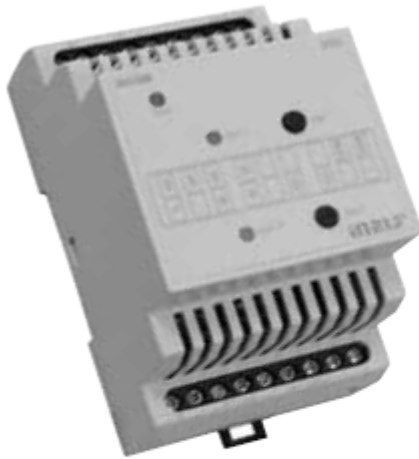
Technické parametry		RFDA-71B
Napájecí napětí:		230 V AC
Příkon zdánlivý:		8.3 VA / $\cos \varphi = 0.1$
Příkon ztrátový:		0.83 W
Tolerance napájecího napětí:		+10 -15 %
Připojení:		3-vodičové, s "NULOU"
Výstup		
Odporová zátěž:		250 VA*
Kapacitní zátěž:		250 VA*
Induktivní zátěž:		250 VA*
Ovládání		
RF povelém vysílače:		868 MHz
Nouzové ovlá dání:		PROG (ON/OFF)
Dosah:		70-100 m , viz. tab. na straně 16
Dosah na volném prostranství až:		až 160m
Další údaje		
Pracovní teplota:		0.. +50 °C
Pracovní poloha:		libovolná**
Upevnění:		volné na přívodních vodičích
Krytí:		IP 30
Kategorie přepětí:		III.
Stupeň znečištění:		2
Vývody (drát CY, průřez):		3x0.75 mm ²
Délka vývodů		90 mm
Rozměr:		49x49x21 mm
Hmotnost:		40 g
Související normy:		EN 60669, EN 300 220, EN 301 489 směrnice RTE, NVČ.426/2000Sb(směrnice 1999/ES)

Obr. 67: RF přijímač RFDA-71B pro ovládání osvětlení s parametry



Technické parametry	RFS-11B
Napájecí napětí:	230 V AC
Příkon zdánlivý:	7 VA / $\cos \varphi = 0.1$
Příkon ztrátový:	0.7 W
Tolerance napájecího napětí:	+10 %; -15 %
Výstup	
Počet kontaktů:	1x spínací (AgSnO ₂)
Jmenovitý proud:	16 A / AC1
Spínaný výkon:	4000 VA / AC1, 384 W / DC
Špičkový proud:	30 A / <3 s
Spínané napětí:	250 V AC1 / 24 V DC
Min. spínaný výkon DC:	500 mW
Mechanická životnost:	3x10 ⁷
Elektrická životnost (AC1):	0.7x10 ⁵
Ovládání	
RF povellem vysílače:	868 MHz
Nouzové ovládání:	tlačítko PROG (ON/OFF)
Dosah:	70-100 m, viz. tab. 16
Dosah na volném prostranství:	až 160 m
Další údaje	
Pra covní teplota:	0.. +50 °C
Pra covní poloha:	libovolná *
Upevnění:	volné na přívodních vodičích
Krytí:	IP 30
Kategorie přepětí:	III.
Stupeň znečištění:	2
Vývody (drát CV, průřez):	2x 0.75 mm, 2x 2.5 mm ²
Délka vývodů:	90 mm
Rozměr:	49x49x21 mm
Hmotnost:	46 g
Související normy:	EN 60669, EN 300 220, EN 301 489 směrnice RTTE, NVč.426/2000Sb(směrnice 1999/FS)

Obr. 68: RF přijímač RFS-11B pro ovládání osvětlení s parametry



TECHNICKÉ PARAMETRY

VSTUPY

Ovládací vstup:	2 vstupy, spínané potenciálem L
Měření teploty:	ANO vstup na externí teplotní senzor TC/RTD
Rozsah a přesnost měření teploty:	+15 .. +35°C; 0,3°C z rozsahu
Počet ovládacích tlačítek:	2, na předním panelu

VÝSTUPY

Výstup:	2 bezkontaktní výstupy, MOSFET
Typ zátěže:	odporová (žárovková), indukční a kapacitní
Galancké oddělení sběrnice a sil. výstupů:	ANO
Izolační napětí mezi výstupy a vnitřními obvody:	3,75 kV, SELV dle EN 60950
Izolační napětí mezi jednotlivými silovými výstupy:	max. 500 V AC
Minimální výstupní výkon:	10 VA
Maximální výstupní výkon:	500 VA pro každý kanál
Indikace výstupů ON/OFF:	2x žlutá LED

KOMUNIKACE

Instalační sběrnice:	CIB
----------------------	-----

NAPÁJENÍ

Napájecí napětí/jm. proud:	27 VDC/30 mA, ze sběrnice CIB
Indikace stavu jednotky:	zelená LED RUN

PŘIPOJENÍ

Svorčovníce:	max. 2,5 mm ² /1,5 mm ² s dutinkou
--------------	--

PROVOZNÍ PODMÍNKY

Pracovní teplota:	-20 .. +35°C
Skladovací teplota:	-30 .. +70°C
Stupeň krytí:	IP 20 přístroj, IP 40 se zákrtem v rozvaděči
Kategorie odolnosti proti teplotě a ohni:	FR-0
Kategorie (imunita) protiažum:	třída 2
Jmenovitě impulsní napětí:	2,5 kV
Kategorie přepětí:	III.
Stupeň znečištění:	2
Pracovní poloha:	libovolná
Instalace:	do rozvaděče na DIN lištu EN 60715
Provedení:	3-MODUL

ROZMĚRY A HMOTNOST

Rozměry:	90 x 52 x 65 mm
Hmotnost:	136 g

Obr. 69: stmívací aktor DA2-22M pro spínání světel s parametry



IM2-40B



IM2-80B

TECHNICKÉ PARAMETRY

VSTUPY

Vstup IM2-20B:	2x spínací nebo rozpínací proti GND (-) IN1, IN2 - možnost vyvážení
Vstup IM2-40B:	4x spínací nebo rozpínací proti GND (-) IN1, IN2 - možnost vyvážení
Vstup IM2-80B:	8x spínací nebo rozpínací proti GND (-) IN1 - IN5 vyvážené vstupy
Měření teploty:	ANO, vstup na externí teplotní senzor TC/TZ
Rozsah / přesnost měření teploty:	-20 .. +100°C / 0.5°C z rozsahu

VÝSTUPY

Výstupní napětí / proud:	12 V DC / 75 mA, pro napájení EZS senzorů
--------------------------	---

KOMUNIKACE

Instalační sběrnice:	CIB
Indikace stavu jednotky:	zelená LED RUN

NAPÁJENÍ

Napájecí napětí / jm. proud:	27 V DC / 15 mA, ze sběrnice CIB
Jmenovitý proud IM2-20B a IM2-40B při plném zatížení výstupu 12 V DC:	60 mA
Jmenovitý proud jednotky při plném zatížení výstupu 12 V DC u IM2-80B:	100 mA

PŘIPOJENÍ

Svrtkovnice:	0.5 - 1 mm ²
Vstupy IM2-20B:	4x vodič CY, průřez 0.5 mm ² , délka 90 mm
Vstupy IM2-40B:	6x vodič CY, průřez 0.5 mm ² , délka 90 mm

PROVOZNÍ PODMÍNKY

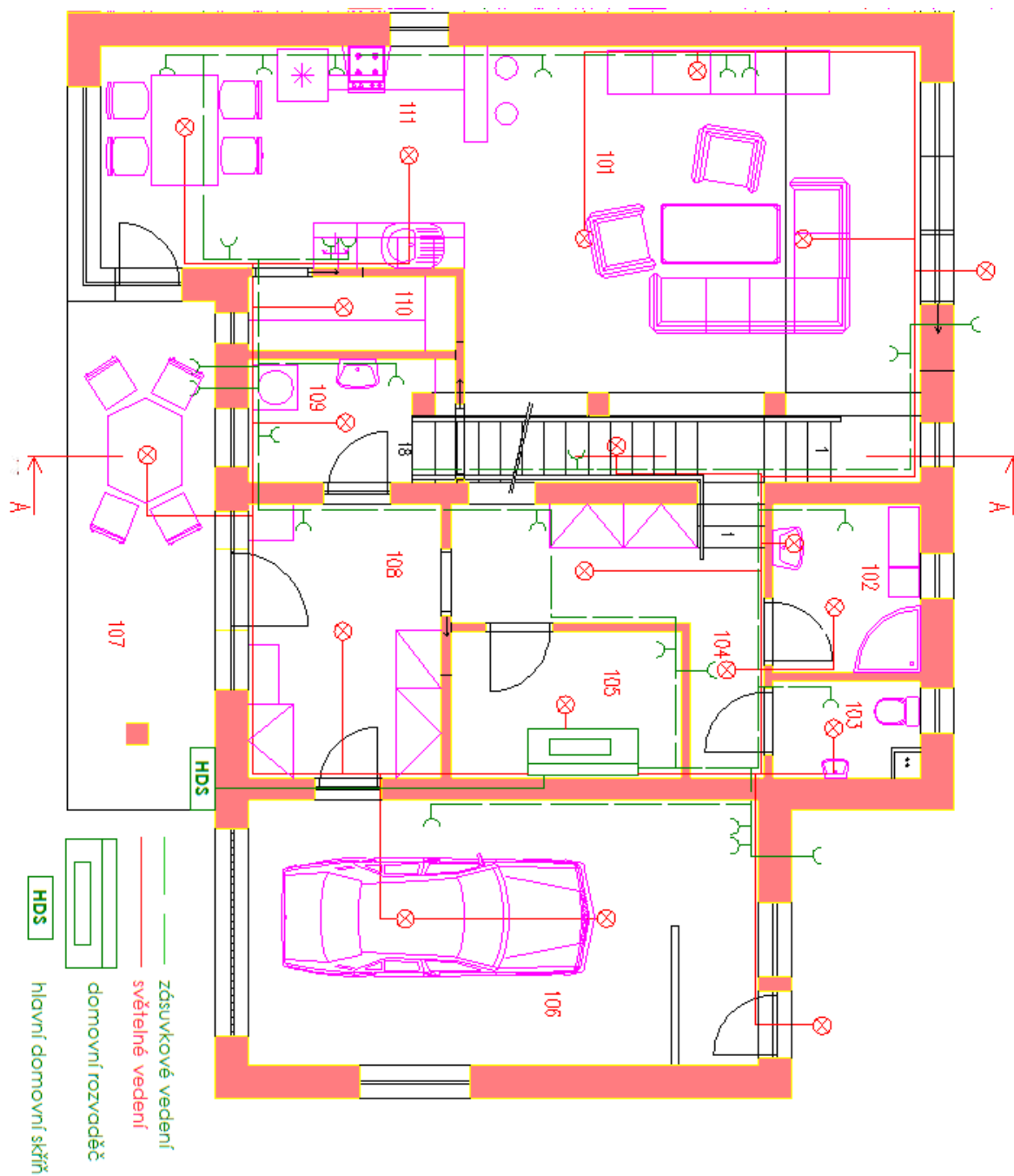
Pracovní teplota:	-20 .. +55°C
Skladovací teplota:	-30 .. +70°C
Krytí:	IP 30
Kategorie přepětí:	III.
Stupeň znečištění:	2
Pracovní poloha:	libovolná
Instalace:	do instalační krabice

ROZMĚRY A HMOTNOST

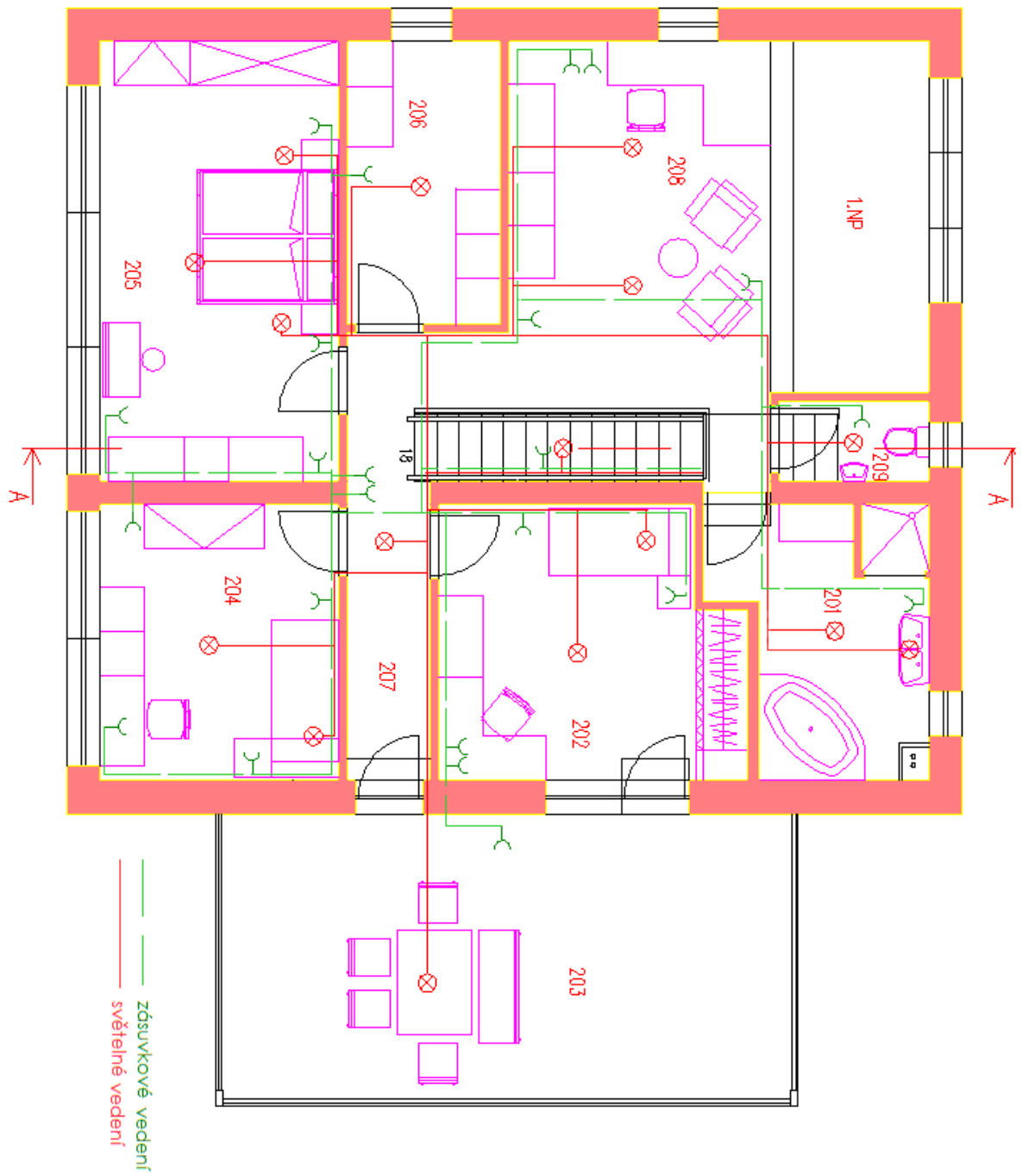
Rozměry:	49 x 49 x 13 mm
Hmotnost:	IM2-20B - 30 g, IM2-40B - 32 g, IM2-80B - 24 g

Obr. 70: spínací jednotky pro ovládání osvětlení IM2-40B, IM2-80B s parametry

PŘÍLOHA P VI: SVĚTELNÉ A ZÁSUVKOVÉ ROZVODY



Obr. 71: světelné a zásuvkové rozvody v 1.NP



Obr. 72: světelné a zásuvkové rozvody v 2.NP

PŘÍLOHA P VII: JEDNOTKY PRO VZDÁLENOU KOMUNIKACI PŘES GSM, ROZŠIŘUJÍCÍ JEDNOTKY



TECHNICKÉ PARAMETRY

KOMUNIKACE

Komunikační rozhraní:	RS232, pro komunikaci s CU2-01 M
Typ použitého GSM modulu:	Wireless Module MC39i
GSM síť:	Dual-band EGSM900 a GSM 1800
Počet informačních SMS:	max. 80 (48+32)
Počet přednastavených čísel:	max 32
Indikace přenosu:	červená LED

NAPÁJENÍ

Napájecí napětí/jm. proud:	27 VDC/250 mA
Indikace napájecího napětí:	zelená LED

PŘIPOJENÍ

Svorkovnice:	max. 2,5 mm ² /1,5 mm ² s dutinkou
--------------	--

PROVOZNÍ PODMÍNKY

Pracovní teplota:	-20 .. +55 °C
Skladovací teplota:	-30 .. +70 °C
Stupeň krytí:	IP 20 přístroj, IP 40 se zákytem v rozvaděči
Kategorie přepětí:	III.
Stupeň znečištění:	2
Pracovní poloha:	libovolná
Instalace:	na DIN lištu EN 60715
Provedení:	3-MODUL

ROZMĚRY A HMOTNOST

Rozměry:	90 x 52 x 65 mm
Hmotnost:	128 g

Obr. 73: GSM brána pro vzdálenou komunikaci přes mobilní telefon s parametry



TECHNICKÉ PARAMETRY

VSTUPY

BPS2-02M

Vstup pro AKU/dobíjecí proud: 24 W/2A

VÝSTUPY

Výstupní napájení: 27 V DC/1A

Výstupní napájení sběrnice CIB: 2 x 27 V DC/1A

KOMUNIKACE

Instalační běrnice: 2 x CIB

NAPÁJENÍ

Napájecí napětí/jm. proud: 27 V DC/15 mA

Indikace stavu napětí na svorkách: 5 x zelená LED

PŘIPOJENÍ

Svorkovnice: max. 2,5 mm²/1,5 mm² s dutinkou

PROVOZNÍ PODMÍNKY

Pracovní teplota: -20 .. +55 °C

Skladovací teplota: -30 .. +70 °C

Krytí: IP 20 bez krytu, IP 40 se zákrtem v rozvaděči

Kategorie přepětí: III.

Stupeň znečištění: 2

Pracovní poloha: libovolná

Instalace: do rozvaděče na DIN lištu EN 60715

Provedení: 1-MODUL 3-MODUL

ROZMĚRY A HMOTNOST

Rozměry: 90x17,5x64 mm 90x52x65 mm

Hmotnost: 57 g 100 g

Obr. 74: oddělovač sběrnice BPS2-02M od napájecího napětí s parametry



TECHNICKÉ PARAMETRY

VÝSTUPY

Počet připojených jednotek:	max. 64 (2x32)
-----------------------------	----------------

KOMUNIKACE

Instalační sběrnice:	2 x CIB
Systémová sběrnice:	TCL2
Indikace provozního stavu sběrnice:	zelená LED
Indikace chyby na sběrnici:	červená LED
Délka vedení sběrnice CIB:	max 1100 m (2x550 m)
Délka vedení sběrnice TCL2:	max 300 m

NAPÁJENÍ

Napájecí napětí/řm, proud:	27 V DC/25 mA, ze sběrnice CIB
----------------------------	--------------------------------

PŘIPOJENÍ

Svorkovnice:	max. 2,5 mm ² /1,5 mm ² s dutinkou
--------------	--

PROVOZNÍ PODMÍNKY

Pracovní teplota:	-20 .. +55 °C
Skladovací teplota:	-30 .. +70 °C
Stupeň krytí:	IP 20 přístroj IP 40 se zákytem v rozvaděči
Kategorie přepětí:	III.
Stupeň znečištění:	2
Pracovní poloha:	libovolná
Instalace:	do rozvaděče na DIN lištu EN 60715
Provedení:	1-MODUL

ROZMĚRY A HMOTNOST

Rozměry:	90 x 18 x 65 mm
Hmotnost:	75 g

Obr. 75: externí master sběrnice MI2-02M