ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta elektrotechnická
Katedra řídicí techniky
K13135

Bakalářská práce
X35BP

Návrh koncepce řízení v areálu s kombinovanou funkčností

2009 Eduard Filip

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická

Katedra řídicí techniky

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student: **Eduard Filip**

Studijní program: Elektrotechnika a informatika (bakalářský), strukturovaný
Obor: Kybernetika a měření

Název tématu: **Návrh koncepce řízení v areálu s kombinovanou funkčností**

Pokyny pro vypracování:

1. Analyzujte jednotlivé objekty areálu, jejich prostory a technické vybavení z pohledu možného rozšíření funkčnosti, úspor energie a inteligentního řízení.
2. Navrhněte realistickou variantu, včetně instrumentace, zvolte typ a uspořádání PLC, vytvořte koncept projektu instalace, odhadněte investiční náklady.
3. Navrhněte koncept algoritmů pro zvolenou instalaci.

Seznam odborné literatury:

Dodá vedoucí práce

Vedoucí: Ing. Martin Hlinovský, Ph.D.

Platnost zadání: do konce zimního semestru 2008/2009

prof. Ing. Michael Šebek, DrSc.
vedoucí katedry

L.S.

doc. Ing. Boris Šimák, CSc.
děkan

V Praze dne 1. 12. 2008

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta elektrotechnická
Katedra řídicí techniky
K13135

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v přiloženém seznamu.

V Praze, dne 19. 1. 2009 ....

podpis

Anotace

Cílem této bakalářské práce je rozbor problematiky automatizace v areálu s kombinovanou funkčností, s ohledem na ekonomickou výhodnost navržených řešení. Na základě rozboru jednotlivých částí tohoto areálu se část práce zabývá možnostmi použití tepelného čerpadla a kogenerační jednotky. Další část se zabývá návrhem „inteligentní“ elektroinstalace pro několik bytových jednotek.

Abstract

The goal of this bachelor thesis is analysis of problems of automatization in area with combined functionality, with respect to economical merit of designed solutions. In terms of analysis of particular parts of this area, part of this thesis deal with eventualities of using heat pump or cogeneration unit. Next part deal with concept of „intelligent“ electro-installation for several flat units.

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce ing. Martinu Hlinovskému, Ph.D., který se cenným radami, zkušenostmi a poznámkami zasloužil o vznik této bakalářské práce.

Dále bych chtěl poděkovat všem známým, kolegům a kamarádům, kteří mi poskytovali inspiraci při psaní této práce. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat celé mojí rodině, která mi při studiu poskytuje zázemí a podporu.

Obsah:

1. ÚVOD 8

2. PŘEHLED POJMŮ UŽITÝCH V AUTOMATIZACI 9

2.1. Kogenerační jednotka 9
2.2. Tepelné čerpadlo 12
2.3. Inteligentní elektroinstalace 15

3. ANALÝZA OBJEKTU Z HLEDISKA AUTOMATIZACE 17

3.1. Rozbor jednotlivých částí areálu 17
3.2. Možnosti automatizace a instrumentace v areálu 19

4. NÁVRH ZVOLENÝCH ŘEŠENÍ AUTOMATIZACE 22

4.1. Použití kogenerační jednotky 22
4.1.1. Rentabilita řešení s kogenerační jednotkou 24
4.1.2. Pokrytí spotřeby tepla kogenerační jednotkou 25
4.2. Použití tepelného čerpadla 26
4.2.1. Rentabilita řešení s tepelným čerpadlem 29
4.2.2. Pokrytí spotřeby tepla tepelným čerpadlem 30
4.2.3. Automatizace spojená s tepelným čerpadlem 30
4.3. Inteligentní elektroinstalace 34
4.3.1. Volba systému a umístění prvků inteligentní instalace v bytě 36
4.3.2. Návrh algoritmů pro instalaci v bytě 40
4.3.3. Náklady na inteligentní elektroinstalaci 50

5. ZÁVĚR 51

1. Úvod

Jak je uvedeno v názvu této práce, zabývá se „areálem s kombinovanou funkčností“, tento název však nic nenapovídá o skutečné struktuře, povaze a členění tohoto areálu. Pro přiblížení tohoto pojmu následuje zevrubný popis tohoto areálu, podrobnější popis zkoumající jednotlivé jeho části je pak uveden v kapitole 3.

Objekt se nachází ve středních Čechách ve městě Rakovník. Z historického pohledu se jedná o objekt bývalého mlýna, do dnešní doby se z této doby zachovalo pouze několik objektů. Současné rozložení, charakter a konstrukce většiny budov je z velké části ovlivněno stavební činností po roce 1948 a následnými rekonstrukcemi a investicemi po roce 1992.

V současné době se v objektu nachází převážně nebytové prostory užívané jako skladovací prostory, kanceláře, provozovny společností zabývajících se rozmanitou činností, garáže, parkovací prostory. Mimo tyto prostory se zde nachází několik bytových jednotek a několik dalších je plánováno při rozsáhlé rekonstrukci jednoho z objektů tohoto areálu.

Možnostmi automatizace v tomto areálu se zabývá kapitola 3, na základě toho rozboru pak kapitola 4 obsahuje koncepty jednotlivých řešení.

2. Přehled pojmů užitých v automatizaci

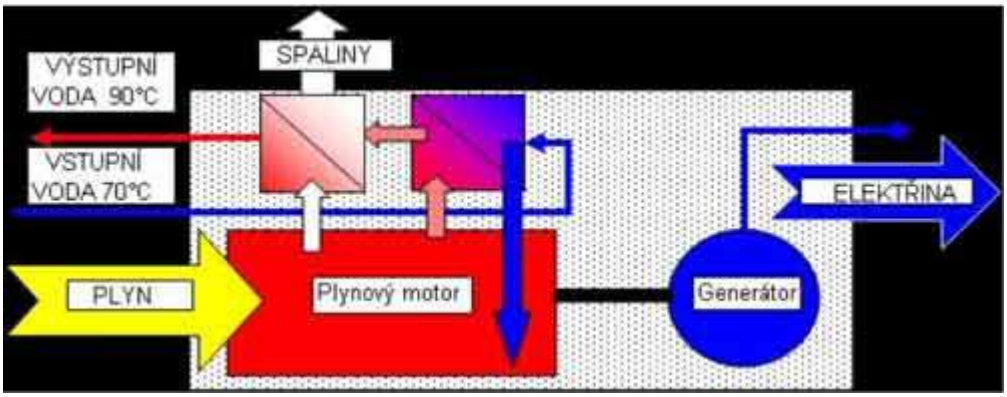
Návrh koncepce řízení v tomto areálu obsahuje a zabývá se především několika pojmy, jejichž alespoň částečný popis, případně vysvětlení principu činnosti je obsažen v této kapitole.

Jedná se o pojmy:

- Kogenerační jednotka
- Tepelné čerpadlo
- „Inteligentní“ elektroinstalace

2.1. Kogenerační jednotka

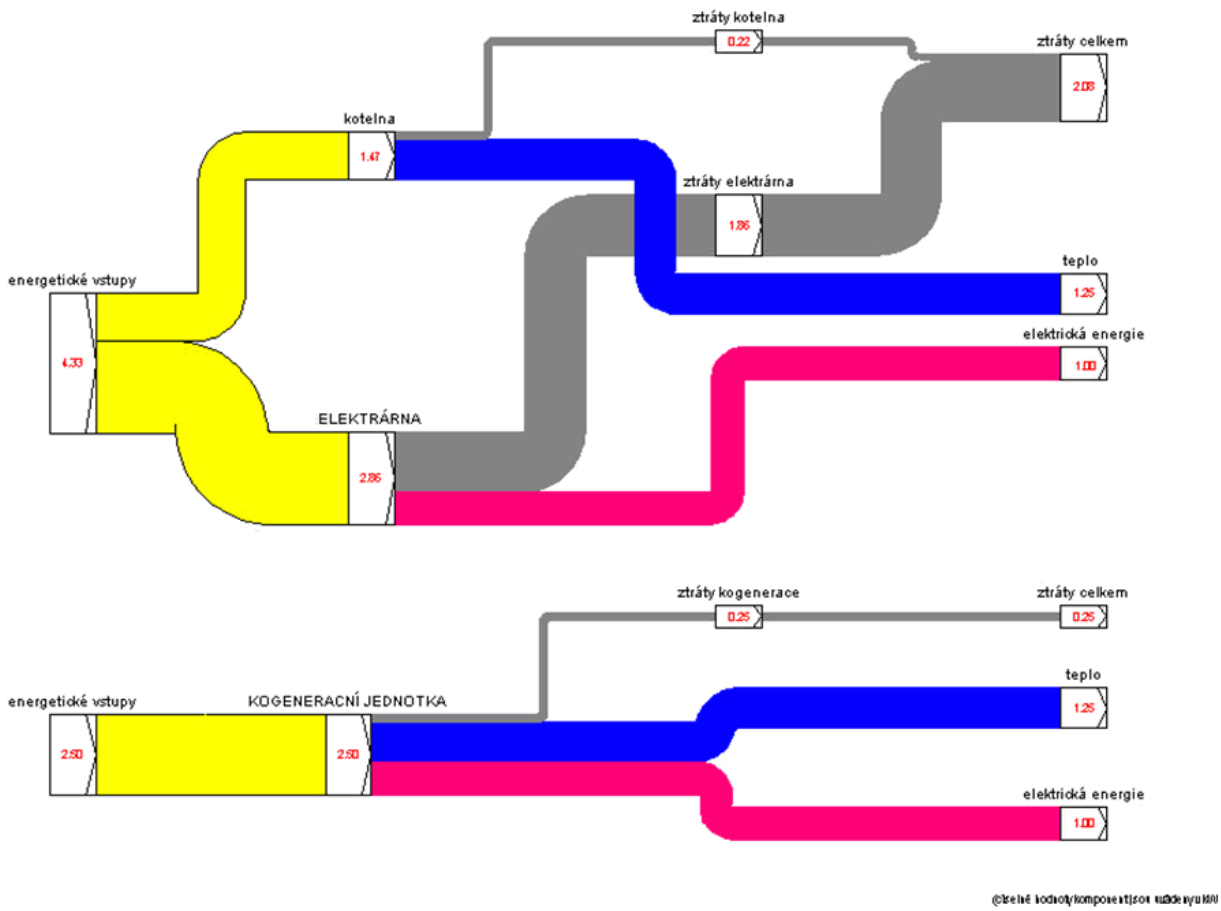
Pojem „kogenerace“ v České republice vznikl počeštěním anglického termínu „co-generation“ a představuje společnou výrobu tepla a elektřiny z jednoho druhu primárního paliva. Jako primární palivo se nejčastěji užívá zemní plyn, propan-butan nebo bioplyn. Kogenerační jednotka se skládá ze dvou základních částí, a to ze spalovacího motoru a elektrického generátoru. Tyto dvě části jsou vzájemně propojeny.



Obr. 2.1 Princip kogenerační jednotky

Princip činnosti kogenerační jednotky je znázorněn na obrázku *2.1*. Kogenerační jednotka je konstruována tak, že je na společném základovém rámu umístěn spalovací motor a generátor. Tyto základní prvky doplněné o potřebné příslušenství a řídící obvody jsou umístěny pod protihlukovým krytem. Kogenerační jednotka využívá odpadní teplo z chladící kapaliny a spalin k vytápění nebo ohřevu teplé užitkové vody. Vlastní chladící okruh je oddělen od okruhu topného systému přes tepelné výměníky.

Kogenerační jednotky se využívají vzhledem k tomu, že společná výroba elektrické energie a tepla v jednom zařízení se vyznačuje vysokou mírou využití vstupujícího primárního paliva. Tyto úspory ukazuje diagram energetických toků na obrázku *2.2*, porovnávající dodávku tepla a elektřiny do objektu kogeneračním zařízením a ze dvou oddělených výroben.



Obr. 2.2 Diagram energetických toků kogenerační jednotky a oddělených výroben

V obou případech dodávání energie je konečná spotřeba číselně stejná. Velice se však liší spotřeba paliva – oddělená výroba spotřebuje 4,33 kWh oproti 2,50 kWh, které spotřebuje kogenerace. V tomto případě úspora vstupního paliva činí 42%. Pro jednoduchost tento příklad neuvažuje energetické ztráty v rozvodech, ani rozdílné teplotní úrovně při výrobě tepla. Uvádí se, že kogenerační jednotky dosahují účinnosti až 80-90%.

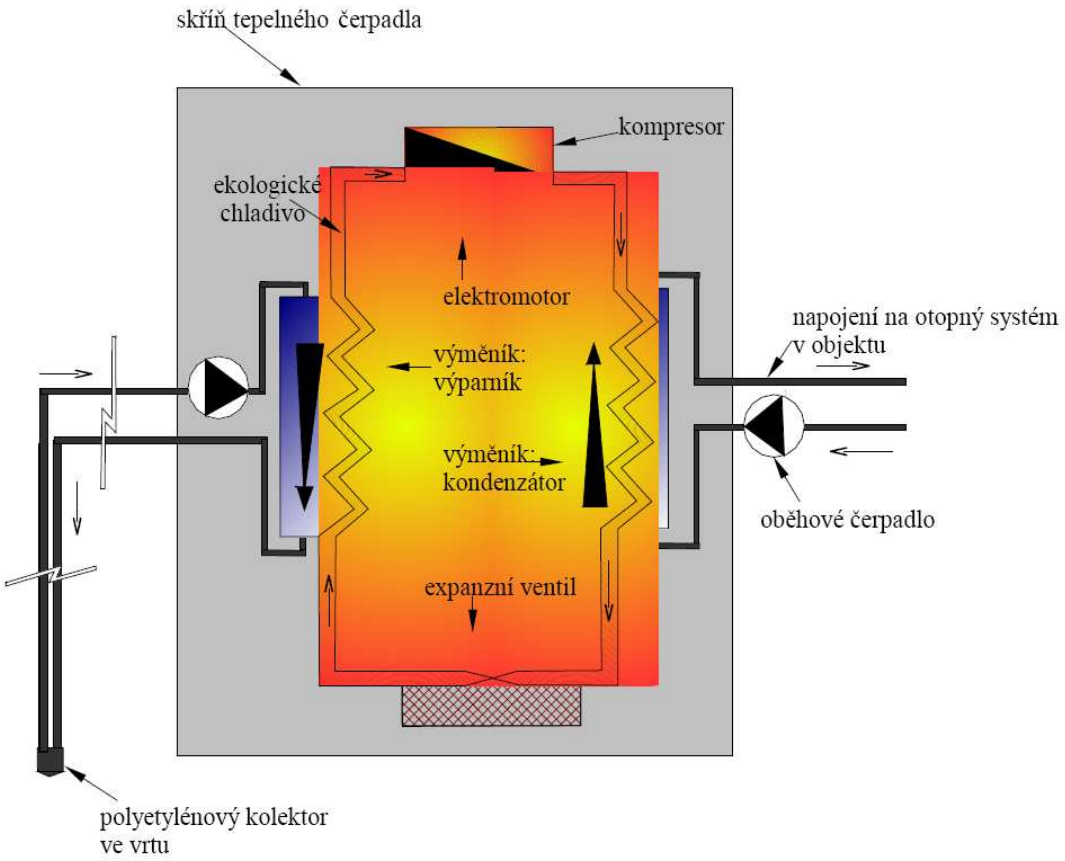
V České republice se princip kogenerace využívá například u tepelné elektrárny Mělník, která 30 km dlouhým teplovodem zásobuje teplem sever Prahy, nebo u jaderné elektrárny Temelín, která teplem zásobuje Týn nad Vltavou. Jako příklad z místa svého bydliště mohu uvést použití kogenerační jednotky v plaveckém bazéně v Rakovníku. Více informací lze nalézt v [1], [2] ,[3] ,[4].

2.2. Tepelné čerpadlo

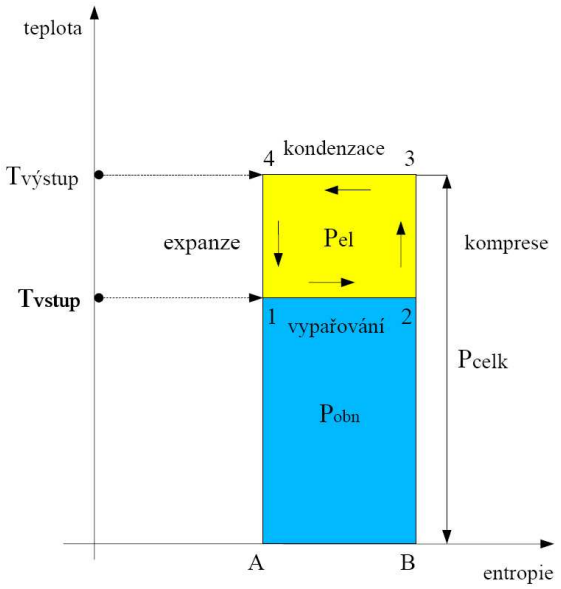
První tepelné čerpadlo bylo zkonstruováno již koncem 19. století skotským matematikem a fyzikem Williamem Kelvinem. Avšak k praktickému rozšíření tepelných čerpadel dochází až v 70. letech v souvislosti s ropnou krizí, a to především vzduchových tepelných čerpadel v USA. Tepelná čerpadla se používají především k vytápění stavebních objektů, klimatizaci objektů, přípravě teplé užitkové vody, ohřevu vody v bazénech, průmyslu (např. potravinářský, dřevozpracující) atd. Výhoda tepelných čerpadel spočívá v tom, že využívají obnovitelných zdrojů energie a neprodukují žádné spaliny.

Tepelné čerpadlo je elektrospotřebič pro přečerpávání přírodní obnovitelné energie zpravidla z vnějšího prostředí (vzduch, podzemní a povrchová voda, zeminy, horniny) do otopného systému stavebního objektu. Princip činnosti je stejný jako u ledničky – je založen na skupenských přeměnách chladiva ve vnitřním okruhu tepelného čerpadla, viz. obrázek *2.3*.

Na tomto obrázku je znázorněno tepelné čerpadlo systému země – voda využívající hloubkový vrt. Pomocí tohoto vrtu je kolektorovými trubkami tvaru „U“ přiváděna z hornin tepelná energie do čerpadla (v tomto potrubí koluje ekologická nemrznoucí směs). Tato směs odnímá tepelnou energii horninám a přes výměník (výparník) ji předává chladivu, které cirkuluje ve vnitřním okruhu tepelného čerpadla. Ve výparníku dojde ohřátím chladiva k jeho vypařování, tyto páry jsou nasávány elektrickým kompresorem tepelného čerpadla , který je stlačením výrazně zahřívá. Právě tato komprese umožňuje transformaci nízkopotenciální tepelné energie na energii využitelnou pro potřeby budov. V kondenzátoru dojde k předání tepelné energie do otopného systému objektu, a tím plynné chladivo zkapalní . Dále se chladivo průchodem přes expanzní ventil prudce rozepíná a silně ochlazuje , kompresorem je nasáváno přes výparník a celý cyklus se opakuje.



Obr. 2.3 Funkční schéma tepelného čerpadla



Obr. 2.4 Idealizovaný Carnotův cyklus pro tepelné čerpadlo

Obrázek *2.4* znázorňuje idealizovaný Carnotův cyklus pro tepelné čerpadlo, kde P_{obn} je obnovitelná energie přírodního prostředí, P_{el} je energie dodaná elektromotorem kompresoru, P_{celk} je celkový topný výkon tepelného čerpadla, T_{vstup} je teplota z přírodního zdroje a $T_{výstup}$ je teplota dodávaná tepelným čerpadlem do otopného systému.

V současné době zkušenosti s tepelnými čerpadly ukazují, že jejich životnost je přibližně 20-25 let, což je přibližně životnost kompresoru. Vzhledem k tomu, že všechny konstrukční části tepelného čerpadla jsou vyměnitelné, může být životnost i delší. Velmi důležitým ukazatelem u tepelných čerpadel je topný faktor COP (Coefficient of performance).

$$COP = \frac{P_{top}}{P_{el}}$$

P_{top} ….topný výkon TČ

P_{el} ….elektrický výkon kompresoru

Topný faktor je vždy > 1, protože topný výkon je vždy větší, než je hnací výkon kompresoru. Topný faktor 4 znamená, že je k dispozici čtyřnásobek použitého elektrického výkonu jako užitečný tepelný výkon. V současné době tepelná čerpadla dosahují topného výkonu až okolo 5.

Systémy pracující s přírodními obnovitelnými zdroji jsou označovány podle zdroje energie jako voda/voda, vzduch/voda a země/voda. Systém voda/voda využívá jako zdroj energie podzemní a povrchovou vodu. Jako zdroje povrchové vody se používají vody z vodních toků, přírodních i umělých nádrží apod., kdy do těchto zdrojů je uložena smyčka z polyetylenových trubek, ve které cirkuluje ekologická nemrznoucí směs, která z tohoto zdroje odebírá teplo. Při využívání podzemní vody je voda čerpána nejčastěji ze studny nebo vrtu do výměníku tepelného čerpadla nebo do předřazeného výměníku. Poté je voda utrácena zpravidla vypouštěním do vodního toku, utrácecího vrtu nebo studně.

Pro systém vzduch/voda je zdrojem tepla zpravidla okolní atmosféra, jejíž teplota silně závisí na klimatu a ročním období. Tento zdroj tepla je nejsnáze dostupný, vzduch je nasáván do výměníku tepelného čerpadla ventilátorem umístěným vně nebo uvnitř objektu. Výhodou tohoto systému jsou relativně nízké investiční náklady (nepotřebujeme kolektor), ale v důsledku kolísající venkovní

teploty kolísá též topný faktor, proto je tato aplikace vhodná jen pro některé klimatické poměry (např. jižní Evropa).

Pro systém země/voda se využívají horniny do hloubky cca 2 m a hloubkové vrty do hornin. V prvním případě potřebujeme prostor pro uložení dostatečně dlouhého primárního výměníku, což klade nároky na rozlohu pozemku (musí být dostatek prostoru pro uložení několika smyček). Při vhodných podmínkách se používá systém s hloubkovými vrty, tento systém je vhodný např. pro větší objekty.

Více informací lze nalézt v [5], [6], [7].

2.3. Inteligentní elektroinstalace

Pojem „Inteligentní“ elektroinstalace je součástí celkového pojetí, které je v současné době známo pod názvem „Inteligentní budova“. Inteligentní budova je pojem známý již několik desetiletí, ale právě v současné době je toto téma diskutovanější než kdykoliv předtím. Je statisticky podloženo, že lidé tráví v budovách různého typu přibližně 90% svého života, a nejen proto je domovní automatizaci přikládán velký význam. Na současném rychlém rozvoji inteligentních budov má velký podíl rozvoj komunikačních, řídících a monitorovacích technologií, které posouvají celou oblast integrovaných technologií budov o výrazný krok kupředu.

Inteligentní budova je charakterizována jako objekt s integrovanými systémy řízení (ovládání, regulace, …), zabezpečení (bezpečnostní systém, požární ochrana, …) a monitorování (kamerový systém, GPS modem, webserver, …). Vzájemná integrace a synchronizace těchto jednotlivých částí pak dokáže z „obyčejné“ budovy udělat „inteligentní“. K vzájemné synchronizaci a propojení jednotlivých členů instalace jsou použity sběrnice (např. LON, EIB, CIB, PROFIBUS) nebo jsou propojeny bezdrátově (např. systém Xcomfort společnosti Moeller) Tato inteligence se projeví nejen bezpečností celého objektu, ale také velice příjemným komfortem, který všem uživatelům budovy nabídne. Nepřehlédnutelná je též velká úspora provozních nákladů, která v horizontu několika let dokáže vyrovnat investice k

realizaci inteligentní budovy. V koncepcích inteligentních budov je kladen důraz na to, aby jednotlivé systémy, z nichž každý musí bezchybně plnit příslušné funkce, byly navíc i vzájemně provázány. Klíčovým prvkem se tak nazývá sdílení informace mezi jednotlivými systémy řízení, což výhradně zprostředkuje integrace použitých celků (např. použitím propojení obousměrnou datovou komunikací). Schopnost budovy jako technologie řídit cíleně spolupráci dílčích podsystémů se stává hlavním prostředkem k dosažení námi zvoleného cíle. Koncept inteligentní budovy pak vidí technologické podsystémy v budově jako součást harmonického celku. Systémy, které řídí tuto inteligentní budovu dokáží bez významnějších zásahů reagovat na všechny vznikající požadavky, které se týkají změny vlastností řízení a provozu kterékoliv její části. Vzhledem k rychlému rozvoji tohoto odvětví je také samozřejmostí možnost aplikovat nově vyvinuté komunikační a řídící technologie bez výrazných stavebních úprav (více informací viz. [8], [9]).

Technologií inteligentních budov se v současné době zabývá mnoho firem, například společnosti Siemens, Honeywell, ABB, Schneider-Electric, Moeller nebo z českých společností Teco a Elko EP.

3. Analýza objektu z hlediska automatizace

3.1. Rozbor jednotlivých částí areálu

V kapitole 1 byl uveden pouze strohý popis, pro názornější představu o tomto areálu je na obrázku *3.1* uveden letecký snímek [10] areálu. Na tomto snímku jsou očíslovány jednotlivé části, na základě tohoto číslování budou dále jednotlivé objekty analyzovány.

Obr. 3.1 Letecký snímek areálu

Budova č. 1: Jedná se o administrativní budovu, v dokumentaci areálu se používá označení „budova B“. Budova B je dvoupatrová, obsahuje 5 kancelářských částí, 2 malé sklady a 1 dílnu. Pod touto budovou se nachází studna..

Budova č. 2: Bývalá mlýnská kotelna, nyní využívaná jako netemperovaný sklad. Ze sklepní části tohoto skladu vede kobka do budovy 7.

Budova č. 3: V dokumentaci označeno „budova C“, tento objekt se skládá ze dvou částí (na snímku *3.1* má první část oranžovou střechu, druhá bílou). Obě části jsou patrové, v první části se nachází jedna kancelářská část v přízemí a druhá v patře. V přízemí druhé části se nachází 4 garáže převážně využívané jako temperované sklady, v patře jsou 4 bytové jednotky.

Budova č. 4: V dokumentaci označena písmenem „D“, opět se skládá ze dvou částí (z leteckého snímku *3.1* to v tomto případě není příliš patrné). V patrové části se nachází 6 kancelářských jednotek, k jedné patří malý sklad a v přízemní části se nachází nástrojařská dílna.

Budova č. 5: Jedná se o ocelovou průmyslovou halu bez temperování, určenou ke skladování železa a železných výrobků.

Budova č. 6: Je patrová administrativní budova, v dokumentaci označená písmenem „A“. V přízemí se nachází prodejna obkladů a sanitární keramiky, v patře 2 kancelářské části a lékařská ordinace.

Budova č. 7: Přízemní budova obsahující kancelářskou a výrobní část, momentálně využívaná jako výrobna plastových oken.

Budova č. 8: Objekt bývalé mlýnské truhlárny, nyní obsahuje dvě dílny a vzorkovnu. Dílny jsou využívány jako truhlářská dílna a sklenářství, vzorkovna je využívána jako vzorkovna kuchyní a interiérového nábytku na míru.

Komplex budov č. 9: Jedná se komplex nacházející se mezi budovami 4 a 10, v dokumentaci se tento komplex označuje „sklady západ“. Jak je patrné, jedná se o převážně netemperované skladovací prostory. Výjimku tvoří malá část využívaná jako vzorkovna podlah a dalších interiérových prvků. Netemperované sklady jsou využívány především ke skladování hutních a stavebních materiálů.

Budova č. 10: Budova skládající se ze dvou částí – jižní a východní. Jižní část jsou netemperované garáže využívané k parkování automobilů nebo ke skladování materiálu. Východní část je využívána jako dílna na výrobu propagačních materiálů.

Budova č. 11: Budova obsahující temperovaný sklad s možností využití jako dílna a velkou garáž používanou ke garážování jeřábu.

Budova č. 12: Momentálně nevyužívaný objekt určený k rekonstrukci. V současné době je jisté, že převážnou většinu tohoto objektu budou po rekonstrukci tvořit čtyři bytové jednotky.

3.2. Možnosti automatizace a instrumentace v areálu

Jedním z předpokladů při zkoumání možností automatizace a instrumentace je účel objektů, případně jejich konstrukce, což je popsáno v předchozí kapitole. Vedle těchto faktorů je potřeba brát v úvahu několik dalších skutečností, a to hlavně z toho důvodu, aby zvolená řešení byla výhodná z ekonomického pohledu

Další faktory ovlivňující volbu automatizace:

- Většina prostor je pronajímána
- Většina prostor zrekonstruována
- Požadavky nájemníků
- Nízká specializace technického vybavení budov – způsobeno nájemním charakterem

Jako první lze vyloučit automatizaci v objektech, které jsou užívány jako netemperované sklady materiálu, případně garáže. Co se týče rozlohy, tvoří tyto objekty poměrně značnou část areálu – jedná se o objekty 2, 5, 9, 10 a část objektu 11 (viz obrázek *3.1*).

V těchto objektech automatizace postrádá smysl z důvodů:

- Pouze skladování materiálu
- Není v plánu jakákoliv změna funkčnosti, nadále se počítá s tím, že budovy budou sloužit jako netemperované sklady
- Budovy v dobrém technickém stavu, není v plánu rekonstrukce, tj. zásah do těchto objektů se z ekonomického pohledu nevyplatí

Objekty 7, 8 a část objektu 11 slouží jako dílny, konkrétně jako dílna truhlářská, výroba plastových oken a propagace. Automatizace opět nemá smysl a to z několika důvodů:

- Objekty prošly v nedávné době rekonstrukcí, tudíž jakékoliv zásahy do budov se z ekonomického důvodu nevyplatí
- Budovy pronajaty, slouží ke specifickým účelům – instalace automatizace by nájemníky omezila nebo by dokonce museli být na určitý čas přesunuti, což je problém
- Budovy velmi dobře slouží svému účelu, není potřeba jakákoliv změna

V objektech 1, 4 a 6 se nacházejí především kanceláře. Pro tyto objekty platí to samé jako pro objekty zmíněné výše – jsou zrekonstruovány, perfektně slouží svému účelu a neplánují se žádné změny. Opět jakýkoliv zásah do těchto objektů se nevyplatí z důvodu omezení nájemníků a zásahů do již zrekonstruovaných objektů.

Objekt 3 je charakteristikou částečně podobný objektům 1, 4 a 6 s tím rozdílem, že krom kancelářské části (východní) se v severní části nachází v přízemí garáže a v patře čtyři bytové jednotky. Pro kanceláře platí to samá jako pro výše uvedené kancelářské objekty. U bytových jednotek se nabízí například použití inteligentní elektroinstalace. Avšak tuto možnost opět vylučuje nedávná rekonstrukce

– bytové jednotky byly nově zrekonstruovány v roce 2007 a nyní jsou obývány nájemníky, tudíž se tato možnost opět z ekonomického pohledu nevyplatí.

Objekt 12 tvoří výjimku, tento objekt jako jediný neprošel rekonstrukcí a momentálně je prázdný. Avšak je jisté, že v tomto objektu vzniknou ve dvou patrech čtyři bytové jednotky. Vzhledem k tomu, že rekonstrukce teprve bude probíhat, má smysl uvažovat například o inteligentní elektroinstalaci, tímto řešením se bude zabývat kapitola 4.3.

Jak bylo výše uvedeno, instalace automatizace je ve velké části objektů limitována tím, že jsou rekonstruovány. Má proto smysl uvažovat o řešení, které by bylo možno umístit do současných objektů aniž by došlo ke stavebním zásahům a nebo pouze k minimálním. Nabízí se například změna otopného systému – z nynějšího realizovaného plynovými kotli na úspornější, možný napojit na současné rozvody. Vzhledem k tomu, že několik objektů s nejvyššími spotřebami tepla je umístěno vedle sebe, bylo by snadné a levné napojit se na jejich současné rozvody. Dalším faktorem je skutečnost, že mezi těmito objekty se nachází kobky (navíc pod objektem 2 jsou šachty bývalé mlýnské kotelny), kudy by opět bez stavebních úprav bylo možné napojit tento systém na současný. To opět snižuje nutné náklady a omezení při realizaci tohoto řešení. Tímto řešením se zabývá kapitola 4.1 a 4.2.

4. Návrh zvolených řešení automatizace

V této kapitole se budeme zabývat řešeními, která se jeví jako vhodná a rentabilní v daném objektu.

4.1. Použití kogenerační jednotky

Jak bylo zmíněno v kapitole 3.2, měla by smysl automatizace nahrazující současný otopný systém. Jedním z řešení je instalace kogenerační jednotky.

Výhodou kogenerační jednotky je, jak bylo uvedeno v kapitole 2.1, fakt, že kombinuje výrobu elektrické a tepelné energie. Jednotka je pro tento objekt vhodná , jelikož by bylo možné všechnu vyrobenou energii okamžitě spotřebovávat (tento fakt plyne z odečtů z elektroměrů). Další výhodou je, že při výpadku v elektrické síti by byl v areálu vlastní zdroj elektrické energie.

Zvolil jsem jednotku Tedom Micro T25 AP, jejíž technické parametry jsou uvedeny v tabulce *4.1*, jednotka je zobrazena na obrázku *4.1* [11].

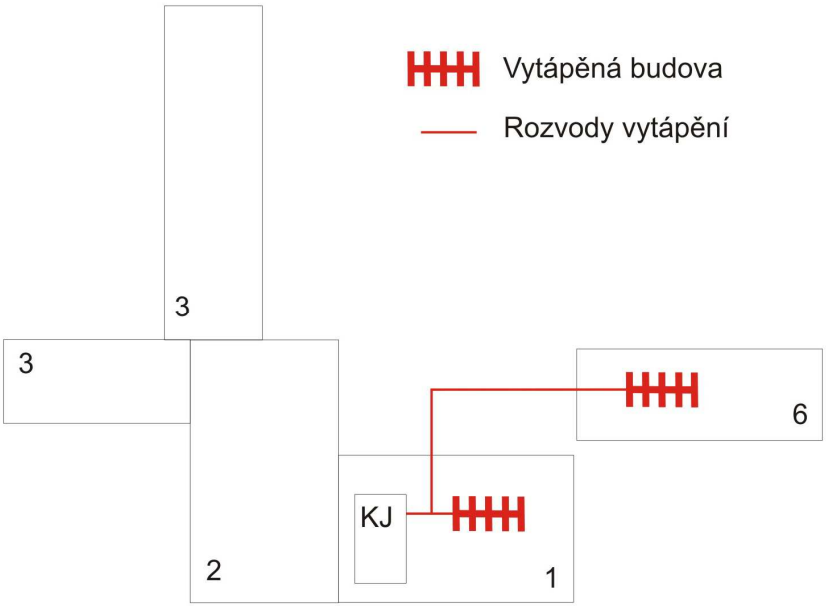
Jednotka	Elektrický výkon [kW]	Tepelný výkon [kW]	Spotřeba plynu [m³/h]
Micro T25 AP	25	47	8,4

Tab. 4.11 Parametry KJ

Dle informací dodavatele je pořizovací cena spolu s fakturačním elektroměrem přibližně 662 000 Kč [12]. Tato jednotka je osazena spalovacím motorem Ford a její přibližná životnost se pohybuje okolo 24 000 hodin provozu. Nejvhodnější provozní doba je 8 hodin denně, v tomto režimu je státní příspěvek 1,68 Kč na 1 vyrobenou kWh elektřiny. Vzhledem k tomu, že kogenerační jednotky vyžadují pravidelné servisní prohlídky, je po započítání přibližné ceny těchto prohlídek čistý zisk z příspěvku cca 1 Kč/kWh elektrické energie. Z hlediska spotřeby elektrické energie je provozování kogenerační jednotky nejvýhodnější, pokud je elektrická energie přímo v místě výroby spotřebovávána, jelikož výkupní cena skupiny ČEZ je přibližně 1,9 Kč/kWh oproti ceně cca 3,3 Kč/kWh, která vychází z faktury za odběr od ČEZu.

Obr. 4.1 Kogenerační jednotka Tedom řady micro

Blokové schéma řešení s kogenerační jednotkou je i s legendou zobrazeno na obrázku *4.2* čtverečky označené číslicemi představují jednotlivé budovy.



Obr 4.2 Blokové schéma řešení s KJ

4.1.1. Rentabilita řešení s kogenerační jednotkou

Tato jednotka by byla schopna pokrýt částečně spotřebu objektů 1 a 6. Oproti současnému otopnému systému kogenerační jednotka spotřebuje o 726m³ plynu více. Jednotka by byla v provozu přibližně čtyři měsíce v roce (pro delší používání by bylo nutné najít využití pro vyrobené teplo). Jednotka měsíčně vyrobí 6000 kWh elektrické energie. To vše za předpokladu osmihodinového provozu.

Podle prognóz ekonomů je předpoklad, že ceny elektrické energie porostou v příštích přibližně šesti letech meziročně o cca 10%, cena zemního plynu ve stejném období má růst o cca 6% [13]. Ceny plynu a elektrické energie jsou určeny z faktur od společností ČEZ a RWE-STP a z informací o zvýšení cen [14]. Samotnou kalkulaci znázorňuje tabulka *4.2*.

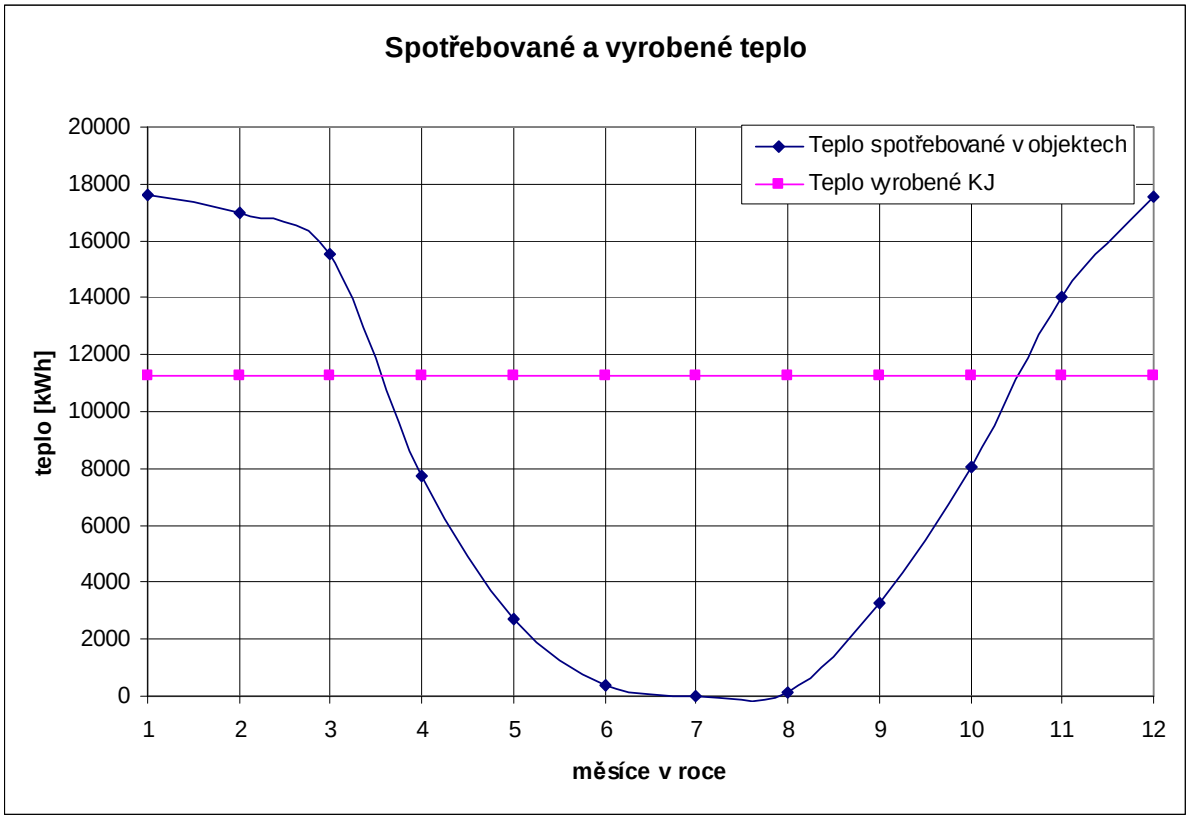
Rok	Plyn [Kc/m3]	Elektřina [Kc/kWh]	plyn navíc [m³]	dotace [Kč]	tržba ele [Kč]	cena plynu [Kč]	úspora/měs. [Kč]	úspora/rok [Kč]
2009	12,72	3,62	726	6000	21720,0	-9234,7	18485,3	73941,1
2010	13,48	3,98	726	6000	23892,0	-9788,8	20103,2	80412,7
2011	14,29	4,38	726	6000	26281,2	-10376,1	21905,1	87620,2
2012	15,15	4,82	726	6000	28909,3	-10998,7	23910,6	95642,4
2013	16,06	5,30	726	6000	31800,3	-11658,6	26141,6	104566,5
2014	17,02	5,83	726	6000	34980,3	-12358,1	28622,1	114488,5
2015	18,04	6,41	726	6000	38478,3	-13099,6	31378,7	125514,7
							Celková úspora	682 186 Kč

Tab. 4.2 Kalkulace KJ

Jak je patrné z celkové úspory, kogenerační jednotka by se zaplatila za přibližně 7 let.

4.1.2. Pokrytí spotřeby tepla kogenerační jednotkou

Jak je již uvedeno výše, kogenerační jednotka by sloužila k vytápění objektů 1 a 6 a to cca 4 měsíce v roce. Graf na obrázku *4.3* ukazuje tepelnou spotřebu v těchto objektech během roku a teplo vyrobené jednotkou, jsou z něj patrné výše uvedené informace. Z tohoto grafu je též velmi dobře vidět nutnost přitápět současným otopným systémem.



Obr 4.3 Graf spotřebovaného a vyrobeného tepla instalace s KJ

Teplo spotřebované v objektech bylo vypočteno ze spotřeby plynu objektů areálu, výše uvedená křivka představuje aritmetický průměr za poslední 3 roky. (jednotlivé spotřeby viz. příloha)

4.2. Použití tepelného čerpadla

Stejně jako u kogenerační jednotky, jedná se o řešení, které lze napojit na současné rozvody, tudíž je tepelné čerpadlo vhodné pro použití ve stávajících objektech, jelikož nejsou potřeba stavební zásahy do stávajících objektů a další faktory zmíněné v předchozích kapitolách. Jak již bylo zmíněno v kapitole 2.2, existuje několik systému, avšak nejúčinnějším je systém voda/voda. Při použití systému voda/voda je nejvhodnější systém využívající mezivýměník, kdy voda čerpaná například z vrtu přímo neprochází tepelným čerpadlem, ale pouze mezivýměníkem, kde předává svoji energii do uzavřeného okruhu čerpadla. Tento systém se používá z důvodu, že spodní voda může obsahovat různé minerály nebo chemikálie, tudíž by při průchodu této vody mohlo dojít k zanášení, znečištění nebo jinému znehodnocení tepelného čerpadla. Při použití mezivýměníku lze tento výměník snadno čistit a při problému lze vyměnit pouze čerpadlo uložené ve studni nebo vrtu, což je spojené s daleko nižšími náklady než výměna samotného tepelného čerpadla. Areál je vhodný pro instalaci čerpadla tohoto systému, a to z několika důvodů:

- Objekt je v těsné blízkosti potoka
- V této části města je pískové podloží, tudíž tato vrstva je dobře prostupná pro vodu.
- V objektu existují dvě studny ze kterých by bylo možno čerpat vodu – není nutná investice do výstavby studní nebo vrtů
- Studně se svojí hloubkou dostávají pod úroveň potoka, čímž je zajištěna dostatečná vodnatost
- V objektu se nachází bývalý mlýnský náhon, který lze použít ke zpětnému utrácení vody (*Obr. 4.4*)

Jedinou nevýhodou tohoto řešení je nutnost získat potřebná povolení pro čerpání spodních vod a jejich následné zpětné utrácení.

Obr. 4.4 Přibližné umístění mlýnského náhonu

Zvolil jsem tepelné čerpadlo voda-voda společnosti TC Mach ZR-CH 380, vybrané parametry jsou zobrazeny tabulce *4.3.*

Typ TČ	Výkon [kW]	COP	Spotřeba vody [m³/hod]	Cena TČ [Kč]	Cena akumul. Nádrže [Kč]	Celková cena [Kč]
ZR-CH 380	100	3,2	12	1059100	35000	1094100

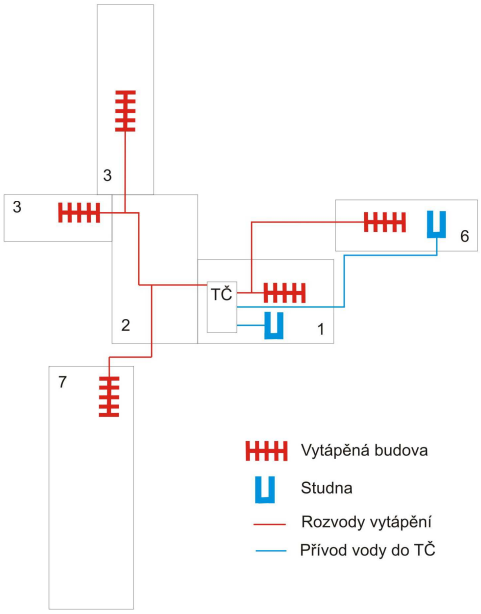
Tab. 4.3 Parametry TČ

Zmíněné údaje jsem získal na základě nabídky této společnosti [15]. Toto čerpadlo lze využít k vytápění objektů 1, 3, 6, 7. K dimenzování výkonu byla použita spotřeba plynu odečtená na současném otopném systému. Na základě spotřeby plynu v těchto objektech byly tabulkově určeny tepelné ztráty objektů na 97kW, na základě těchto ztrát byl následně dimenzován výkon tepelného čerpadla. Velkou výhodou je, že teplota vody ve studních je přibližně 13℃, což zvyšuje COP. V příloze je uveden posudek na studně, prokazující, že tyto studně mají dostatek vody na pokrytí spotřeby TČ.

Tepelné čerpadlo by bylo umístěno v dílně v objektu 2 (na stejném místě by při použití kogenerační jednotky byla umístěna tato jednotka), dílna je na obrázku *4.5* označena červeným rámečkem

Obr. 4.5 Jižní pohled na budovy 1 a 2

Na následující stránce na obrázku *4.6* je uvedené blokové schéma řešení s tepelným čerpadlem. Jednotlivé budovy jsou opět znázorněny čtverečky s číslicí označující budovu.



Obr 4.6 Blokové schéma řešení s TČ

4.2.1. Rentabilita řešení s tepelným čerpadlem

Jak bylo uvedeno na předchozí stránce, pořizovací cena tepelného čerpadla s akumulační nádrží je přibližně 1099100 Kč. Pro kalkulaci výhodnosti tohoto řešení jsou použity stejné předpoklady jako u kogenerační jednotky – tj., že cena zemního plynu poroste v příštích letech o 6% a cena elektrické energie o 10%. Tabulka *4.4* ukazuje úspory v jednotlivých letech na základě porovnání nákladů na vytápění současným systémem a tepelným čerpadlem.

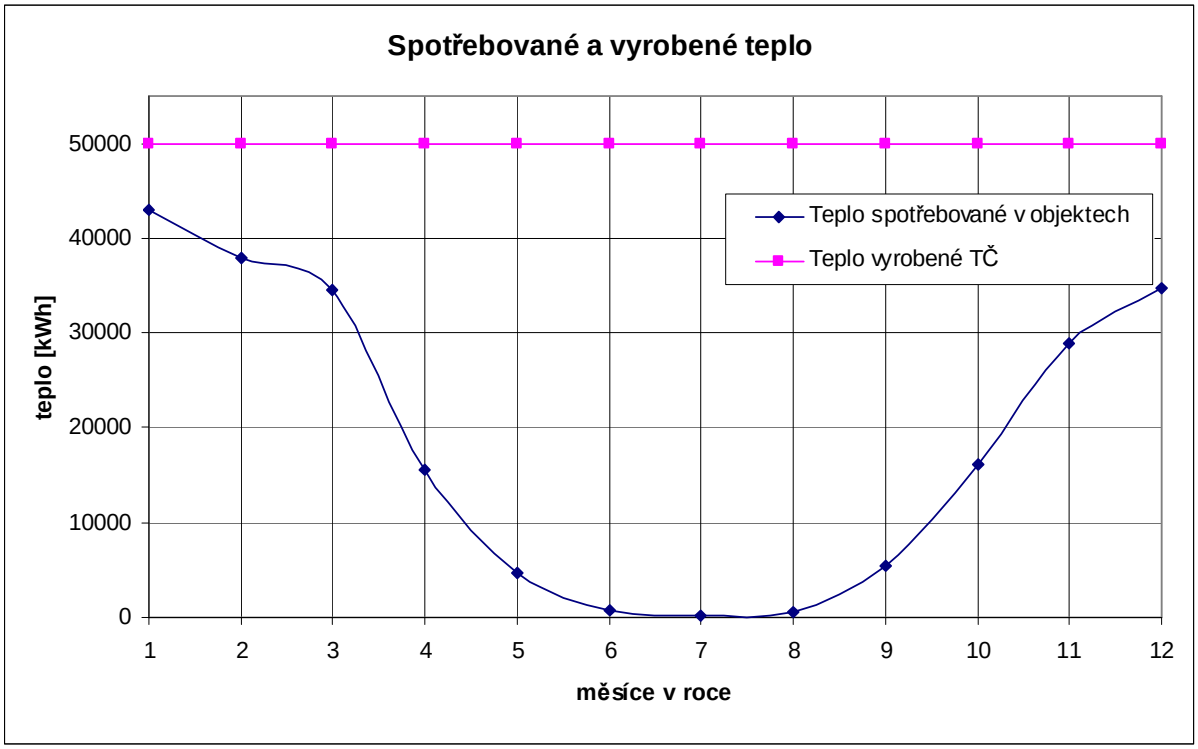
rok	plyn [Kč/m3]	elektřina [Kč/kWh]	náklady TČ [Kč]	současné náklady [Kč]	úspora [Kč]
2009	12,72	2,65	181830,77	324550,80	142720,03
2010	13,48	2,92	200013,85	344023,85	144010,00
2011	14,29	3,21	220015,23	364665,28	144650,05
2012	15,15	3,53	242016,75	386545,20	144528,44
2013	16,06	3,88	266218,43	409737,91	143519,48
2014	17,02	4,27	292840,27	434322,18	141481,91
2015	18,04	4,69	322124,30	460381,51	138257,21
2016	19,13	5,16	354336,73	488004,40	133667,67
				Celková úspora [Kč]	1132834,80

Tab. 4.4 Kalkulace TČ

Jak je patrné z pořizovací ceny a z celkové úspory uvedené v tabulce *4.4*, řešení s tepelným čerpadlem by se zaplatilo přibližně za 8 let. Nutno poznamenat, že cenový tarif pro tepelné čerpadlo je nižší, než tarif pro běžnou spotřebu (viz. Údaje v tabulce).

4.2.2. Pokrytí spotřeby tepla tepelným čerpadlem

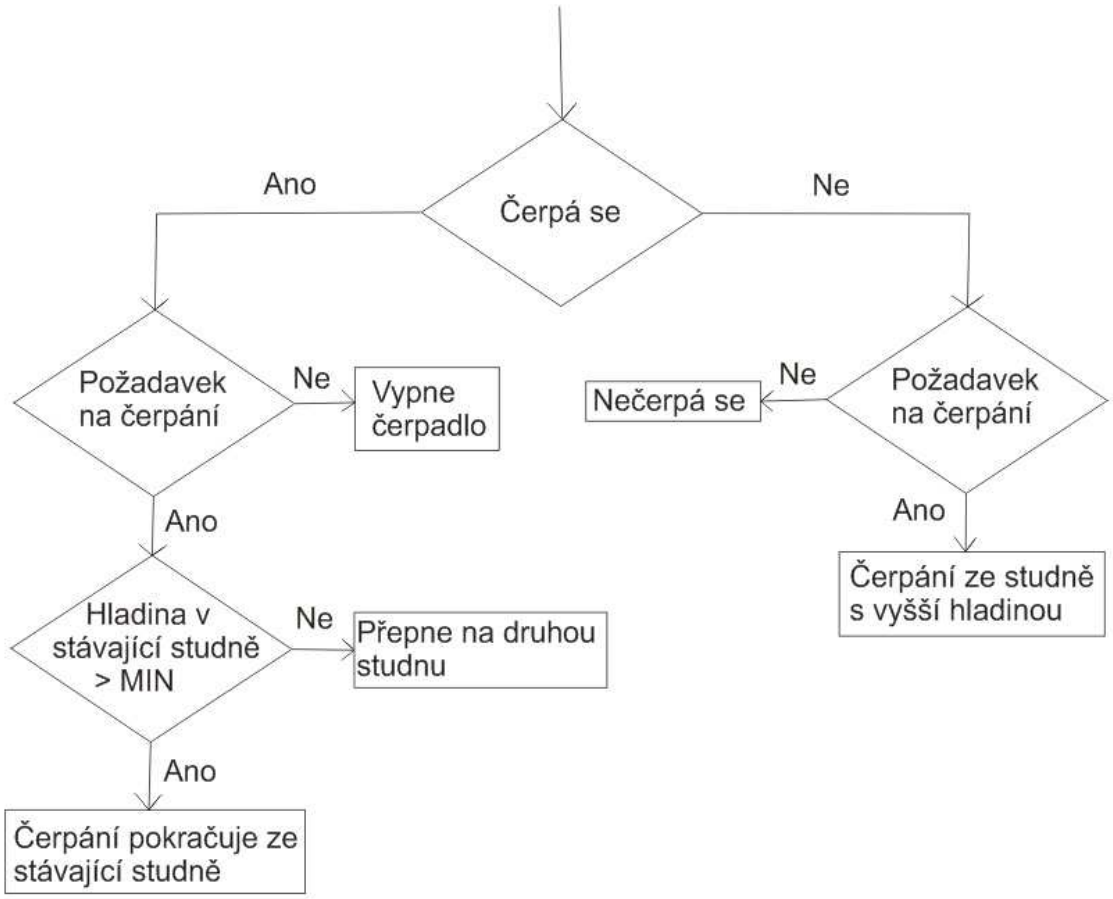
Tepelné čerpadlo by bylo možné požít k vytápění objektů 1, 3, 6, 7 a to po celý rok (oproti kogenerační jednotce, která to kvůli způsobu provozu umožňuje pouze 4 měsíce v roce). Tepelné čerpadlo dokáže s rezervou pokrýt tepelnou poptávku těchto objektů, tuto rezervu by bylo možné použít k ohřevu teplé užitkové vody, s čímž se při dimenzování čerpadla počítalo. Graf na obrázku *4.7* ukazuje teplo spotřebované v objektech a teplo vyrobené tepelným čerpadlem.



Obr. 4.7 Graf spotřebovaného a vyrobeného tepla instalace s TČ

4.2.3. Automatizace spojená s tepelným čerpadlem

Jak bylo uvedeno v předchozí části týkající se tepelného čerpadla, bylo by možné využít jako zdroj vody pro tepelné čerpadlo dvě stávající studně umístěné pod objekty 1 a 6. S tím je spojená automatizace a optimalizace čerpání vody z těchto dvou studní do čerpadla. Obrázek *4.8* zobrazuje schéma jednoduchého algoritmu pro řízení čerpání.



Obr. 4.8 Algoritmus čerpání

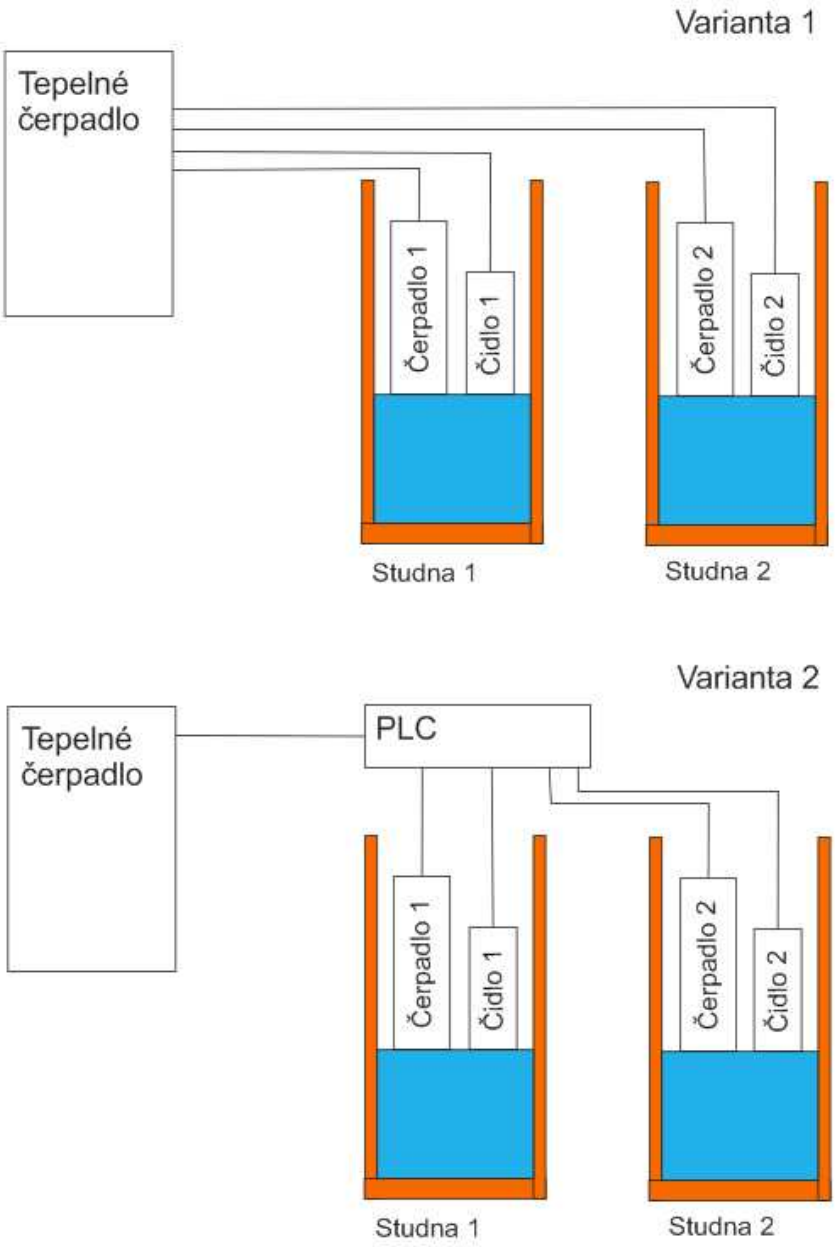
Dále by docházelo k vyhodnocování stavu error za těchto podmínek:

- Hladina v obou studních < MIN
- Spuštěno čerpadlo a voda neteče
- Pokles teploty vody ve studnách pod 8℃
- Error výstup čerpadla

U samotné instrumentace jsou 2 možnosti realizace:

- Zapojení čidel hladiny a naprogramování algoritmu přímo do TČ
- Zapojení čidel hladiny a naprogramování programu do PLC

Jednotlivé varianty jsou schématicky naznačeny na obrázku *4.9.*



Obr. 4.9 Varianty realizace

Z hlediska nákladů jsou obě varianty ekvivalentní – pořizovací cena PLC které jsem zvolil (Tecomat Foxtrot) je přibližně stejná jako cena doprogramování algoritmu výrobcem tepelného čerpadla do řídící jednotky čerpadla. Zvolil jsem variantu s PLC a to vzhledem k tomu, že v případě potřeby by v budoucnu bylo možné systém rozšířit.

U této varianty jak jsem již zmínil by bylo použito PLC Tecomat Foxtrot a ke snímání výšky hladiny ponorný tlakový snímač Vegawell 72. Jednotlivé komponenty jsou uvedeny s přibližnými cenami v tabulce *4.5* a zobrazeny na obrázku *4.10.*

Komponent	Počet [ks]	Cena [Kč/ks]	Cena [Kč]
Tecomat Foxtrot	1	9900	9900
Vegawell 72	2	15000	30000
		Celková cena	39 900 Kč

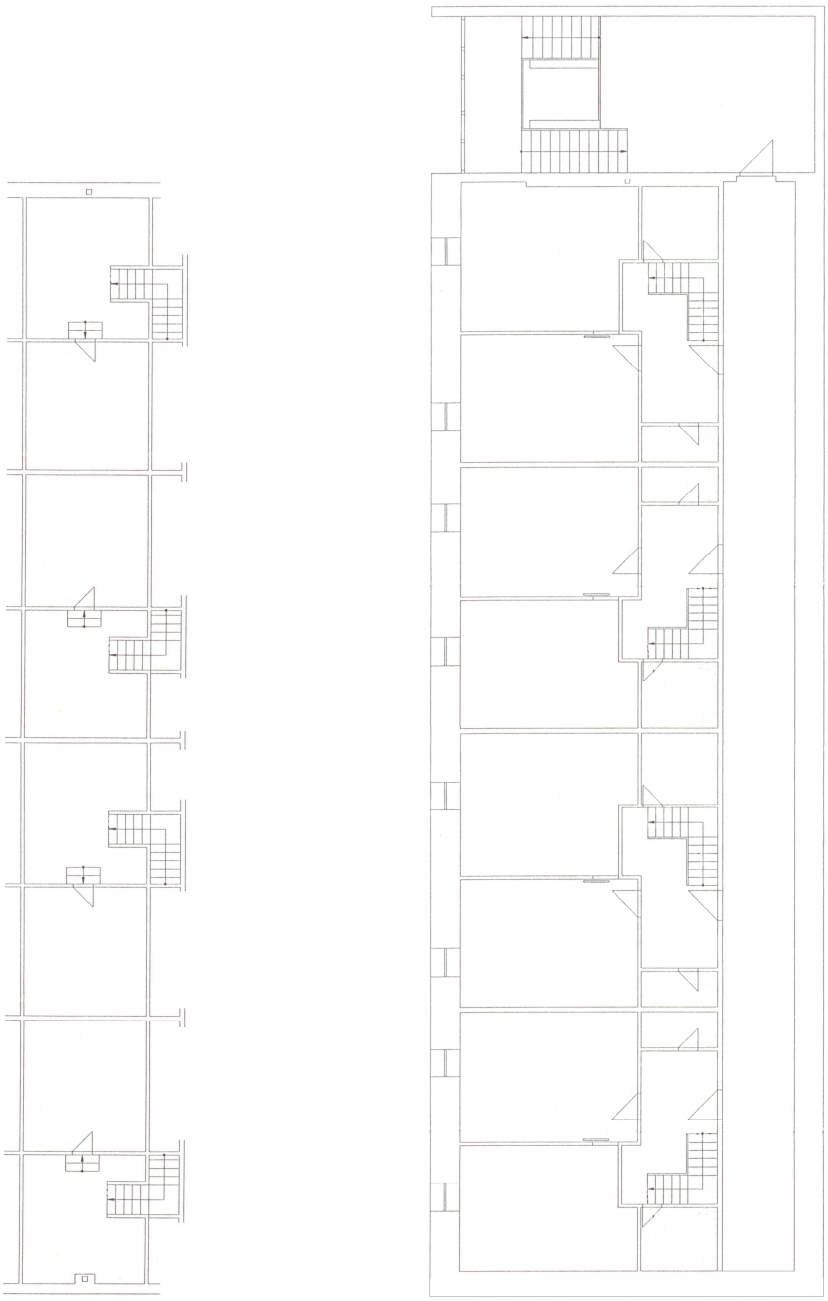
Tabulka 4.5 Náklady na instrumentaci

Celkovou částku uvedenou v tabulce *4.5* je nutné připočítat k nákladům na instalaci tepelného čerpadla. Ale i po započítání této sumy nadále platí, že řešení s tepelným čerpadlem se zaplatí přibližně za 8 let, jak uvádí kapitola 4.2.1.

Obr. 4.10 Plc Tecomat Foxtrot a hladinový snímač Vegawell 72

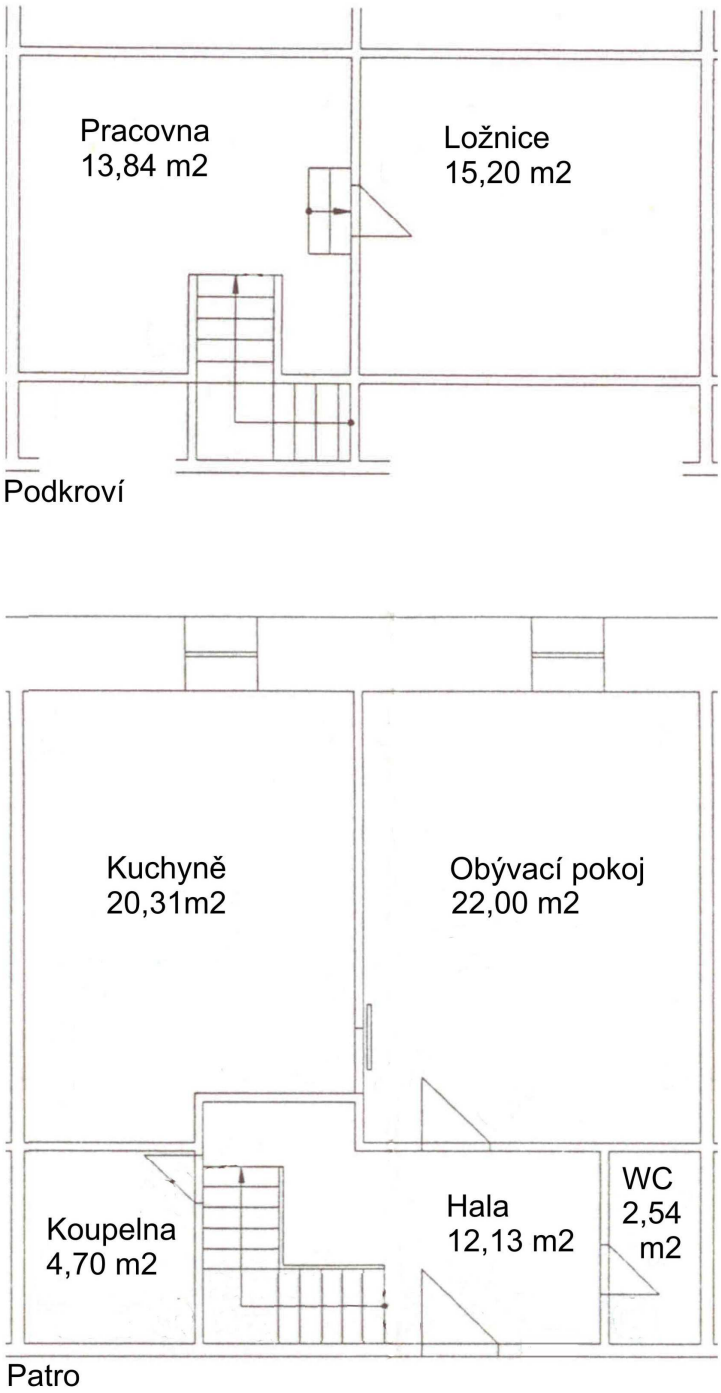
4.3. Inteligentní elektroinstalace

Tato část se týká objektu číslo 12, při plánované rekonstrukci zde mají vzniknout čtyři bytové jednotky, které budou tvořit převážnou část tohoto objektu. Na obrázku *4.11* jsou zobrazeny půdorysy dvou pater ve kterých se tyto byty budou nacházet.



Obr. 4.11 Půdorysy čtyř bytových jednotek

Jak je patrné z výše uvedených půdorysů, tyto čtyři byty jsou z hlediska struktury totožné (maximálně jsou zrcadlově otočeny), tudíž lze provést návrh instalace pouze pro jeden byt a tento návrh pak použít pro všechny čtyři byty. Na obrázku *4.12* je detailní půdorys jednoho bytu.

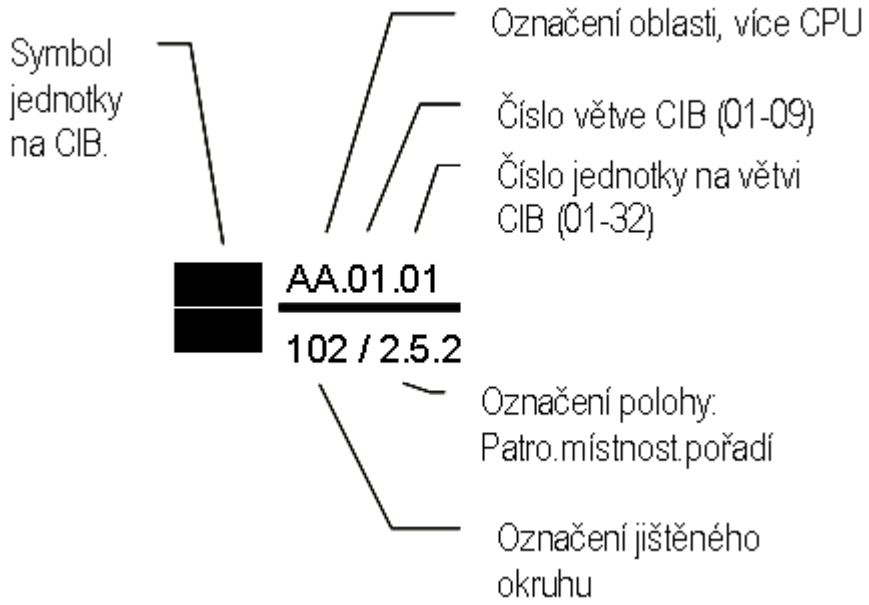


Obr. 4.12 Půdorys jedné bytové jednotky

4.3.1. Volba systému a umístění prvků inteligentní instalace v bytě

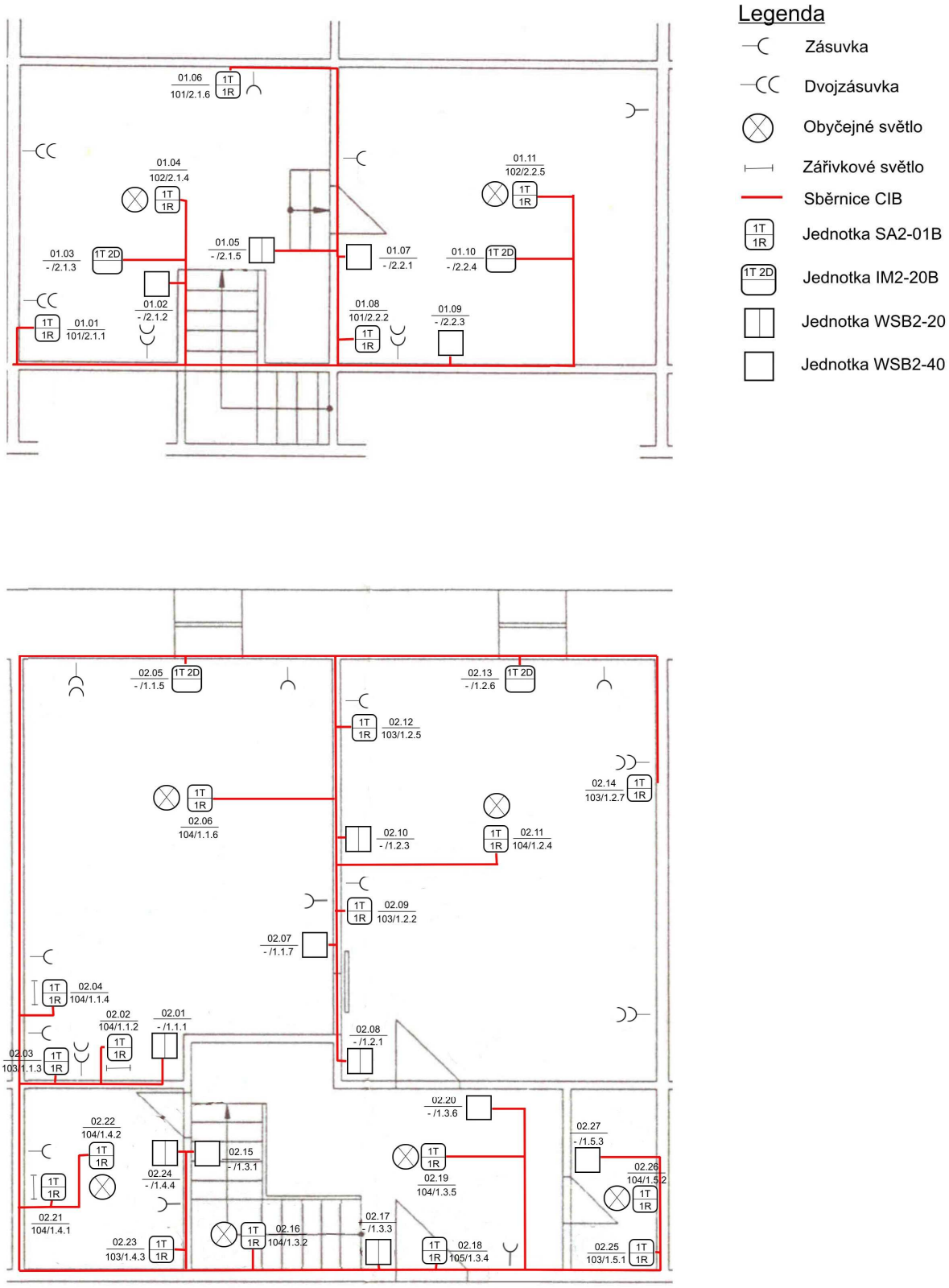
Pro instalaci pro bytové jednotky jsem zvolil český systém INELS [16] společností Teco a Elko. Tento systém byl vyvinut speciálně pro využití v rodinných domech a menších objektech, proto by pro tento účel měl být ideální. Systém využívá sběrnici CIB opět vyvinutou těmito společnostmi. Předpokládám, že by i mohl být z tohoto důvodu nejlevnější. Jako základní jednotku systému lze zvolit buď centrální jednotku INELS nebo Tecomat Foxtrot. Zvolil jsem Tecomat Foxtrot, jelikož oproti centrální jednotce nemá formulářový přístup a s jednotlivými prvky systému lze zacházet jako s proměnnými.

Na obrázku *4.13* je zobrazen způsob označování jednotlivých prvků umístěných na sběrnici CIB. Pokud je použito pouze 1 CPU, lze tuto položku vynechat. Další informace lze získat z [17].



Obr. 4.13 Označování prvků na sběrnici CIB

Na obrázku *4.14* je zobrazeno rozmístění jednotlivých komponent systému po bytě. Legenda k tomuto schématu je umístěna také v tomto obrázku.



Obr. 4.14 Rozmístění komponent systému v bytě

Pro vysvětlení bych chtěl pouze podotknout, že jednotka SA2-01B je spínací jednokanálová jednotka, dále jednotka IM2-20B je jednotka pro připojení 2 vstupů. Jednotky WSB2-20 a WSB2-40 jsou nástěnné jedno- resp. dvoupřepínačové jednotky. Jednotky SA2-01B umístěné v koupelně a na WC které nejsou přiřazeny žádnému spotřebiči jsou určeny pro připojení větráků. Jednotky vstupů IM2-20B umístěné u oken (v podkroví to jsou střešní) jsou určeny pro jazýčkové kontakty umístěné na oknech. Mimo tyto prvky by na chodbě byla umístěna RFID čtečka (WMR2-11) sloužící pro vstup do bytu. Pro všechny čtyři byty by sloužila 1 GSM brána a na vnějšku budovy by bylo čidlo snímající osvětlení a rychlost větru. Detailnější informace o jednotlivých prvcích systému lze získat na [16].

V následující tabulce *4.6* jsou uvedeny jednotlivé prvky a jim přiřazené symbolické názvy se kterými bude pracováno v následující kapitole.

(Větev CIB).(číslo jednotky na větvi)	Symbolický název
01.01	Z_prac_Uokna
01.02	V_prac_levy
01.03	VST_prac
01.04	S_prac
01.05	V_prac_pravy
01.06	Z_prac_Xschody
01.07	V_loz_dvere
01.08	Z_loz
01.09	V_loz_Uokna
01.10	VST_loz
01.11	S_loz
02.01	V_kuch_linka
02.02	S_kuch_linkaR
02.03	Z_kuch
02.04	S_kuch_linkaL
02.05	VST_kuch
02.06	S_kuch

02.07	V_kuch
02.08	V_obyv_dvere
02.09	Z_obyv_Udveri
02.10	V_obyv_kreslo
02.11	S_obyv
02.12	Z_obyv_roh
02.13	VST_obyv
02.14	Z_obyv_TV
02.15	V_hala_Ukoup
02.16	S_hala_schody
02.17	V_hala_vstup
02.18	Zamek
02.19	S_hala
02.20	V_hala_obyv
02.21	S_koup_zarivka
02.22	S_koup
02.23	Vetrak_koup
02.24	V_koup
02.25	Vetrak_wc
02.26	S_wc
02.27	V_wc

Tab. 4.6 Symbolické názvy prvků instalace

Všechny symbolické názvy proměnných mají přibližnou strukturu (typ)_(místnost)_(upřesnění), kde u typu Z je zásuvka, S světlo, V vypínač, VST vstupy. U vypínačů se dále bude používat označení 1 a 0 pro horní, resp. dolní polohu jednopřepínačového vypínače, u dvoupřepínačového bude označen 1 levý a 2 pravý (takže např. 1.1 je levý, horní poloha, 2.0 pravý, dolní poloha aj.). Součástí všech vypínačů je čidlo teploty, proměnná označující tuto teplotu bude symbolizována jménem vypínače, kde místo polohy (viz. výše) bude písmenko „t“. U jednotek vstupů jsou jednotlivé vstupy označeny 1 (poloha snímající otevření celého okna) a 2 (poloha snímající otevření „větračky“).

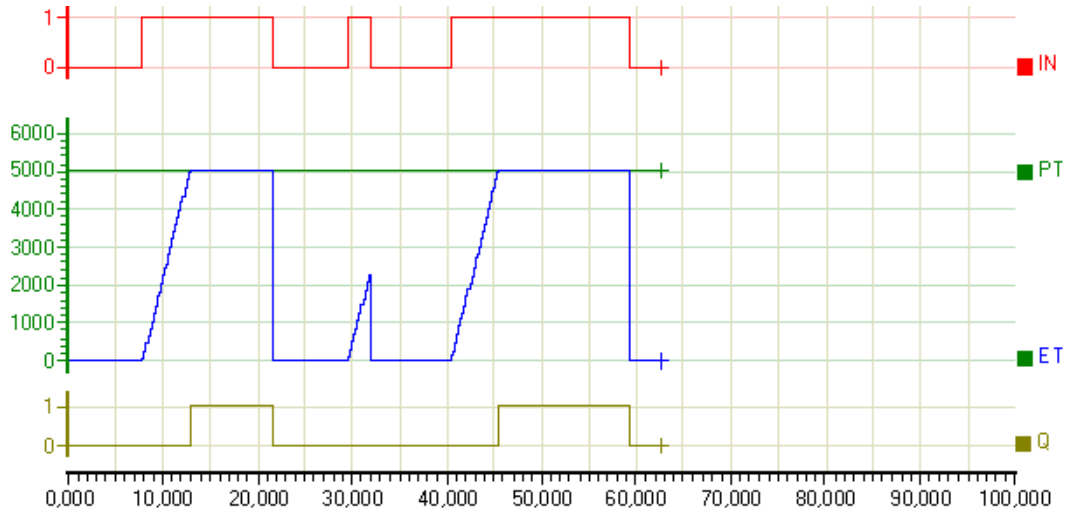
4.3.2. Návrh algoritmů pro instalaci v bytě

Všechny algoritmy jsou zapsány v jakémsi „pseudo-žebříčkovém “ diagramu, kdy zápis blízce připomíná žebříčkový diagram, ale pro účely použití v PLC by bylo třeba tento zápis upravit. Krom proměnných uvedených v tabulce na předešlých dvou stranách se zde vyskytují proměnné: „tma“ – informace z čidla osvětlení oznamující jeho nízkou úroveň, „zamceno“ symbolizující zamčení bytu pomocí vnější RFID čtečky (ekvivalentně „odemceno“).

Na obrázku *4.15* jsou uvedeny diagramy pro několik funkcí, které jsou použity dále na dalších stranách jako jednotlivé bloky.

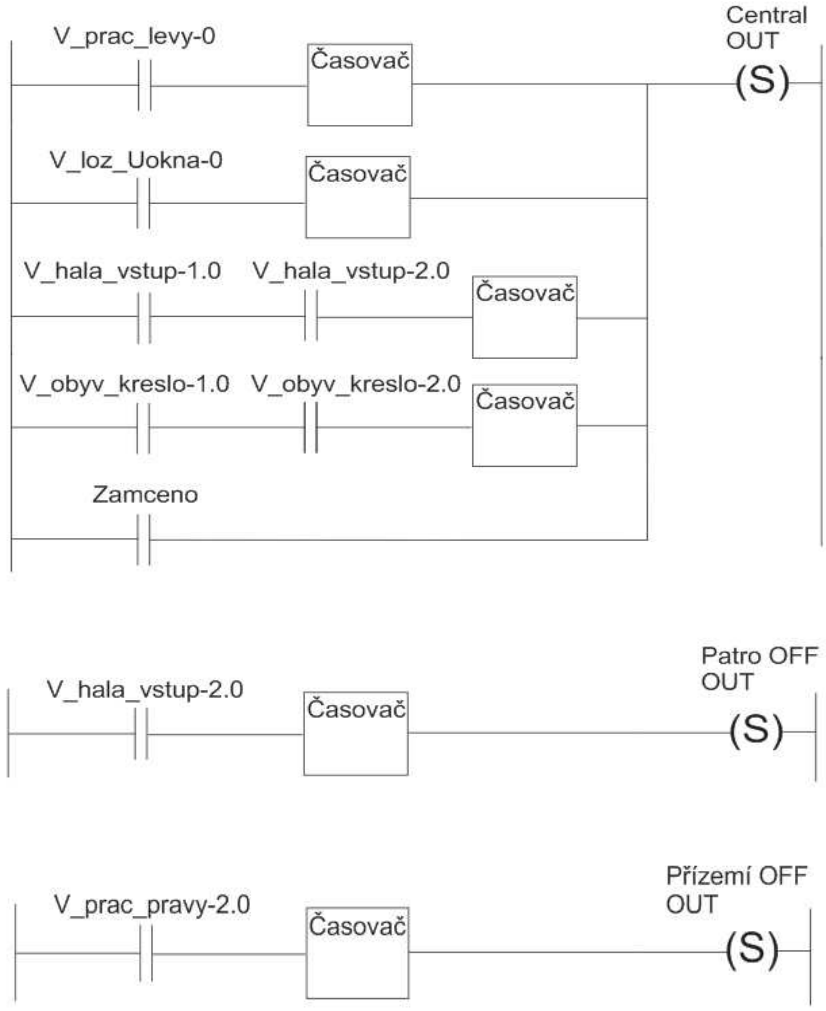
V těchto funkcích je použit blok s názvem „časovač.“ Jedná se o časovač typu TON (timer on delay). Na výstupu tohoto časovače se objeví log 1, pokud je na vstupu log 1 déle než je nastavený čas časovače. Lépe je princip fungování zachycen na obrázku *4.16* [18]. Tento časovač je zde použit pro demonstraci použití dlouhého stisku přepínačů.

Na následujících stránkách na obrázcích *4.17* a *4.18* jsou uvedeny výše uvedená diagramy převážně pro osvětlení bytu. Výjimku tvoří jedna zásuvka, u které se počítá, že bude sloužit k zapojení lampičky, tj. bude také sloužit k osvětlení prostor.

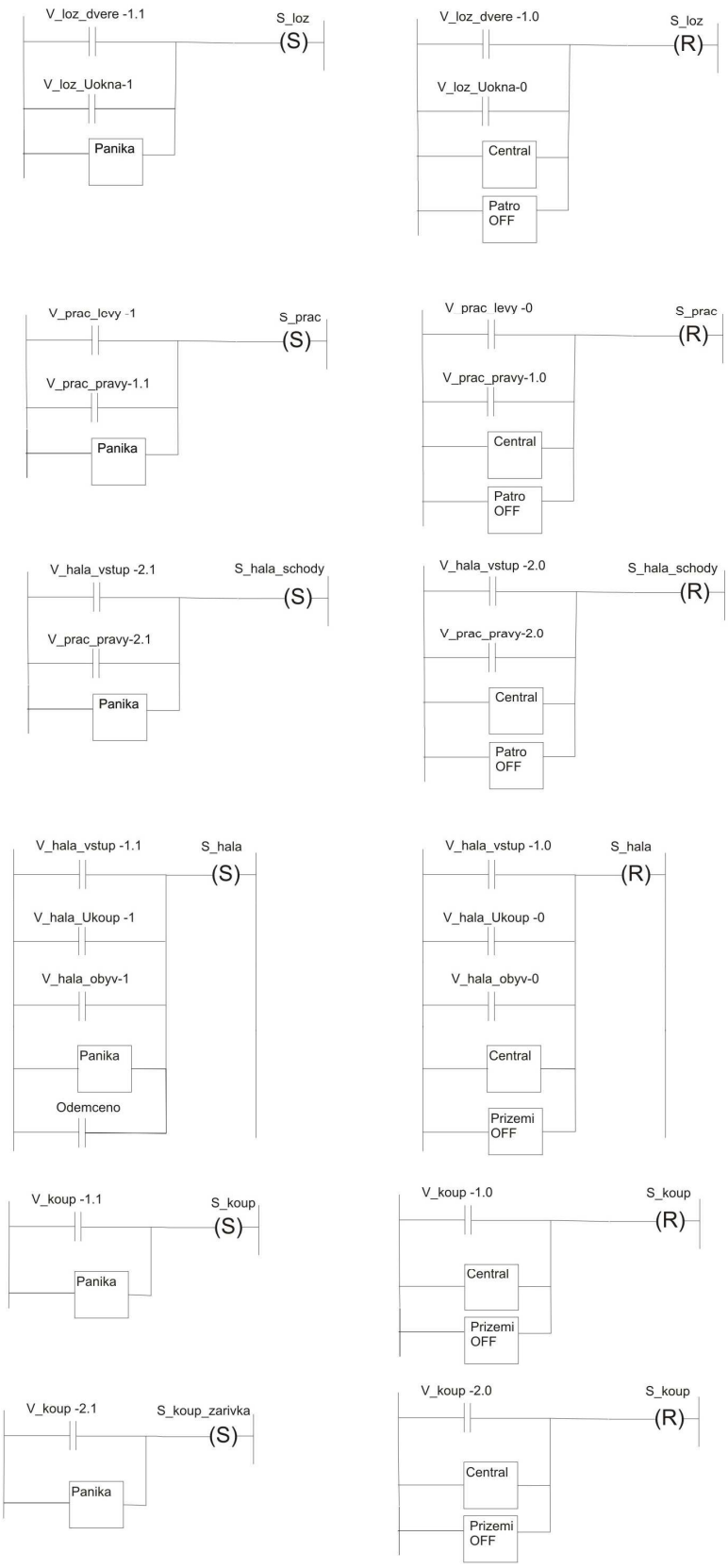


Obr. 4.16 Princip činnosti časovače TON

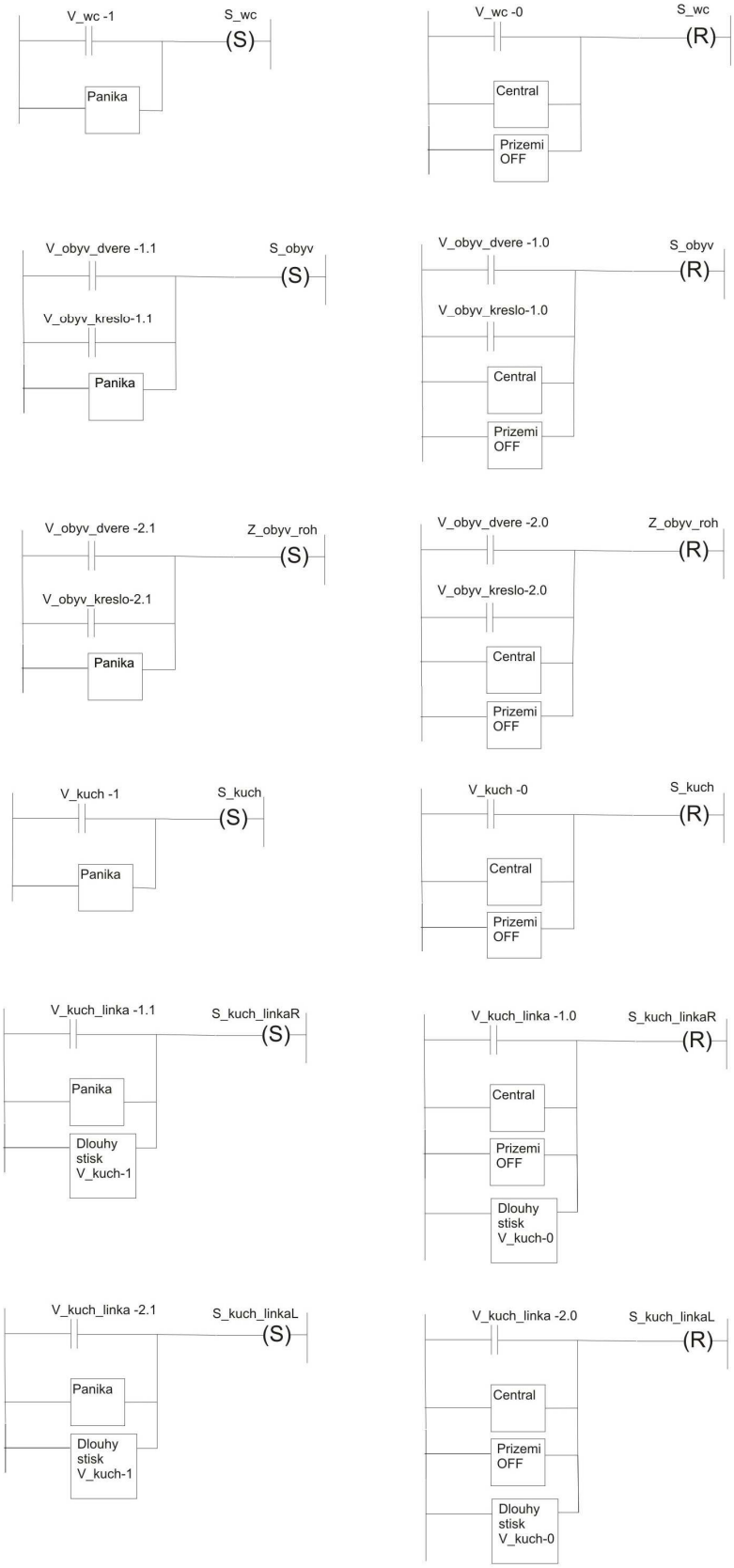
Blok s názvem „Panika“ představuje jakoukoliv událost v objektu, která vyvolá všeobecný poplach, v případě, že tato situace nastane, rozsvítí se veškerá světla v bytě.



Obr. 4.15 Diagramy funkcí Central, Patro OFF, Přízemí OFF



Obr. 4.17 Diagramy ovládání osvětlení



Obr. 4.18 Diagramy ovládání osvětlení

Další algoritmy budou nejprve formulovány slovně a na následujících stranách budou opět zapsány pomocí „pseudožebříčkového“ diagramu:

Při zamčení:

- Vypnutí všech světel (implementováno ve FCi central)
- Vypnutí všech vypínatelných zásuvek
- Pokud při zamykání je otevřeno okno (celé, ne „větračka“) zazní krátký souvislý tón (okno v přízemí), krátký přerušovaný tón (okno v patře)
- Odešle SMS při velkém větru a otevřené „větračce“
- Odešle SMS při výpadku proudu
- Odešle SMS při vnitřní teplotě > 35℃ (snímače teploty jsou součástí nástěnných přepínačů)

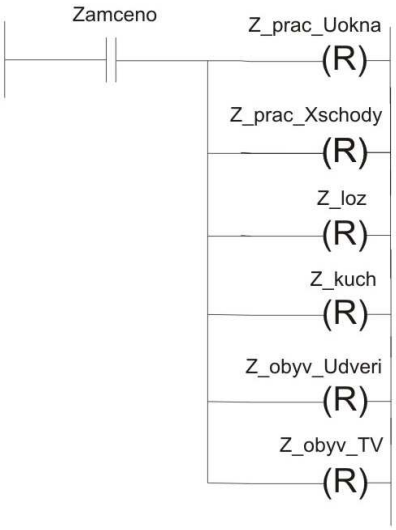
Při odemčení:

- Sepnutí všech vypínatelných zásuvek (krom Z_obyv_roh)

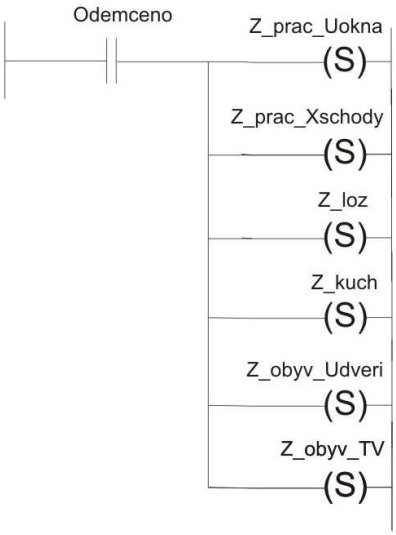
Možnost simulace přítomnosti:

- Spuštění pokud je zamčeno déle než 24 hodin a senzor osvětlení indikuje tmu
- Pouze v kuchyni a obýváku (okna jsou orientována do ulice)
- Ke generování náhodných posloupností snímání možno využít například načtením některých bitů například z čidla teploty

Na následujících obrázcích *4.19*, *4.20* jsou symbolicky zapsány algoritmy pro vypnutí zásuvek při zamčení a sepnutí zásuvek po odemčení.

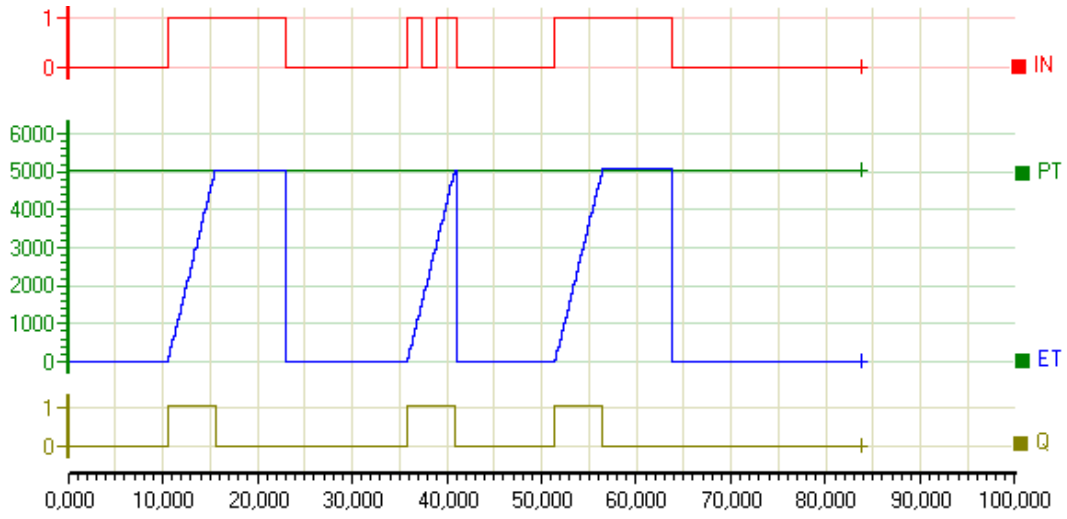


Obr. 4.19 Vypnutí zásuvek

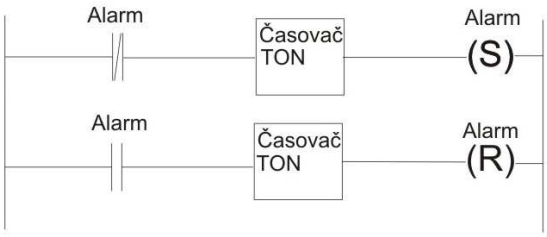


Obr. 4.20 Sepnutí zásuvek

Na obrázku *4.21* je zobrazen princip fungování časovače typu TP (Timer Pulse), který je použit v následujících algoritmech [18]. Obrázek *4.22* symbolizuje realizaci bloku vytvářejícího přerušovaný tón.

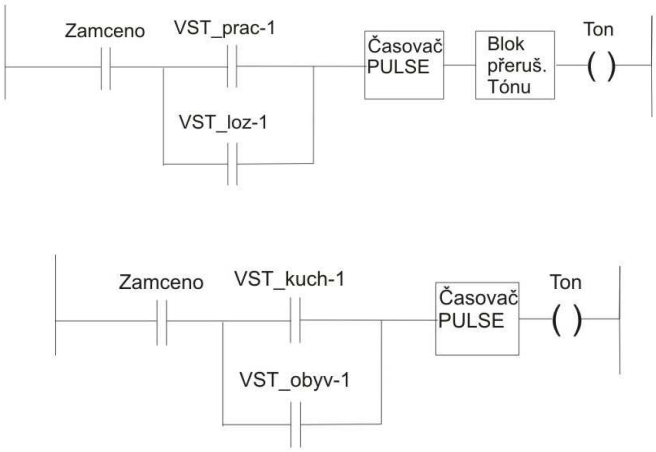


Obr. 4.21 Princip činnosti časovače TP



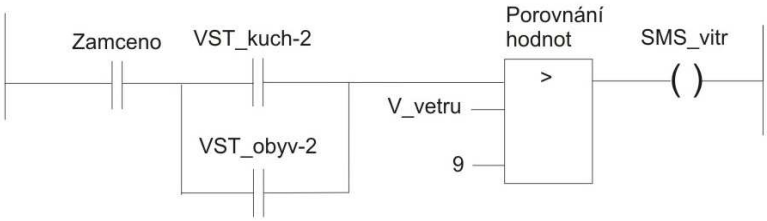
Obr. 4.22 Blok přerušovaného tónu

Na obrázku *4.23* jsou funkce generující přerušovaný nebo souvislý tón pokud při zamčení zůstane otevřené okno (přerušovaný v patře, souvislý v přízemí).



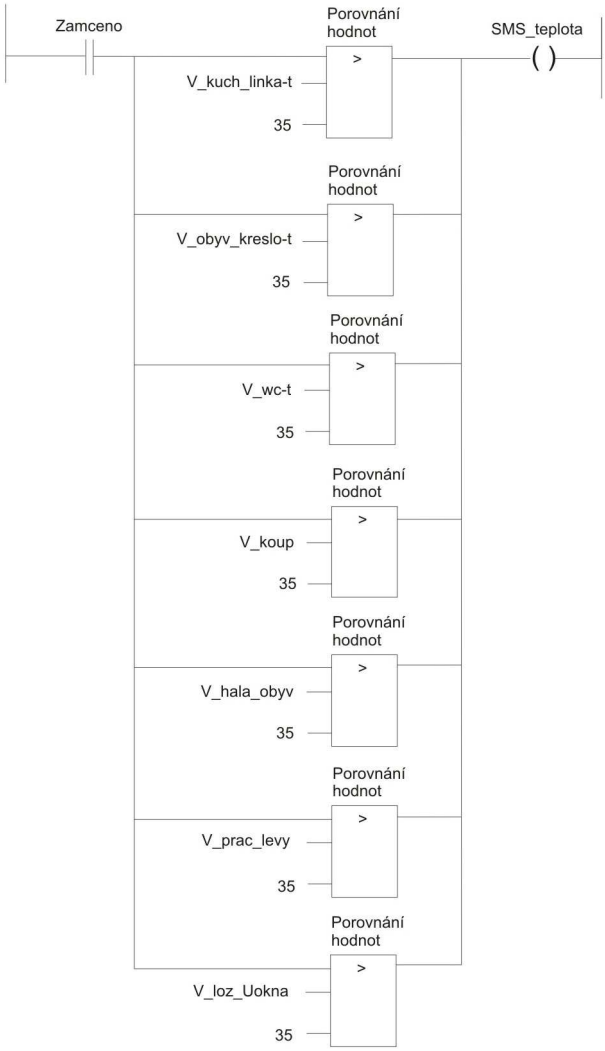
Obr. 4.23 Bloky generování tónu

Na následujícím obrázku *4.24* je funkce pro zaslání SMS při velkém větru a otevřené „větračce“. Hraniční rychlost větru 9 m/s byla zvolena na základě Beaufortovy stupnice přibližně uprostřed rozmezí pro čerstvý vítr.



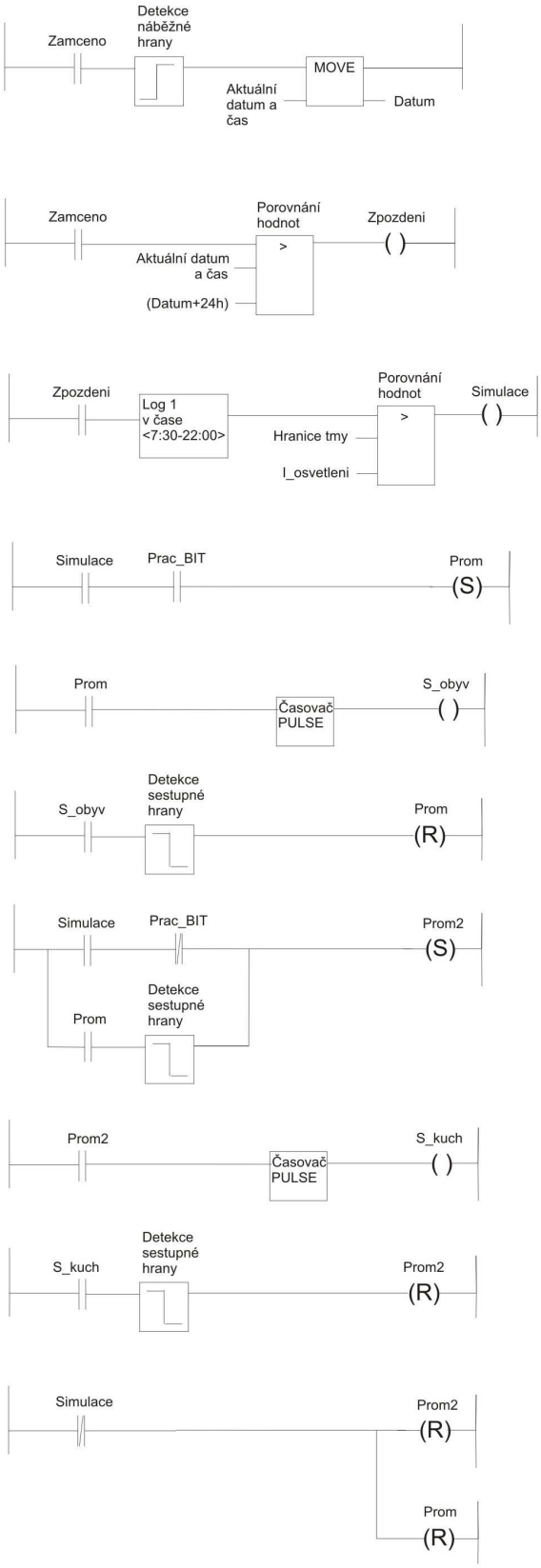
Obr. 4.24 Funkce ohlašující čerstvý vítr

U funkce pro sledování teploty zobrazené na obrázku *4.25* byla využita čidla teploty, která jsou součástí nástěnných vypínačů, které vypínače byly zvoleny pro vyhodnocování teplot je patrné z tohoto zápisu.



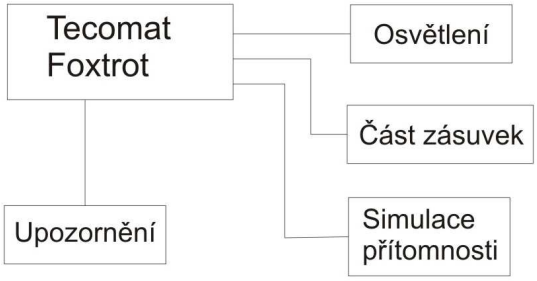
Obr. 4.25 Funkce ohlašující vysokou teplotu

Simulace přítomnosti je zobrazena na obrázku *4.26*. Vzhledem k tomu, že do ulice jsou orientována pouze okna z kuchyně a z obýváku (střešní okna v patře jsou orientována do areálu) tak se simulace týká pouze těchto dvou místností. Budova je umístěna v těsné blízkosti vrátnice areálu, tudíž simulaci lze použít jednoduchou.

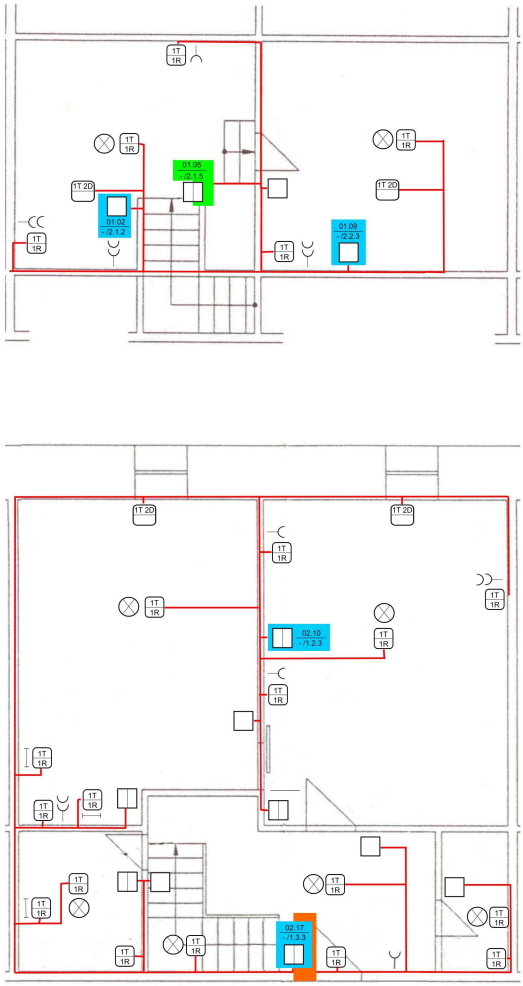


Obr. 4.26 Simulace přítomnosti

Na obrázku *4.27* je schématické znázornění instalace v bytě. Na obrázku *4.28* jsou znázorněny spínače mající funkci centrálních. Modře jsou znázorněny vypínače vypínající veškerá světla v bytě, zeleně vypínající světla v přízemí, oranžově vypínající světla v patře.



Obr. 4.27 Schématické znázornění instalace



Obr. 4.28 Centrální vypínače

4.3.3. Náklady na inteligentní elektroinstalaci

V následující tabulce jsou přibližně shrnuty náklady na instalaci, budeme brát v úvahu pouze pořizovací náklady jednotlivých komponentů, tím získáme přibližné náklady. Tato kalkulace je v tabulce *4.7*.

Označení	Název	Cena/ks [Kč]	ks	Celkem
	Tecomat Foxtrot	9800	1	9800
MI2-02M	Rozšíření 2x CIB	3500	1	3500
IM2-20B	Jednotka vstupů	1190	4	4760
WSB2-40	Nástěnný ovladač 2 přepínače	1190	6	7140
WSB2-20	Nástěnný ovladač 1 přepínač	960	7	6720
SA2-01B	Spínací kontakt	940	20	18800
WMR2-11	Nástěnná čtečka karet	2690	1	2690
PS-50/27	Napájecí zdroj	4250	1	4250
PBQ1207	Akumulátor 12V	1140	1	1140
	Podíl na GSM bráně, snímači	5000	1	5000

Tab. 4.7 Náklady na inteligentní elektroinstalaci Celkem 63 800 Kč

5. Závěr

V předchozích kapitolách jsem se zabýval několika možnostmi automatizace a instrumentace v areálu. Nyní bych v několika řádcích rád shrnul výsledky práce.

Z ekonomického pohledu se vyplatí jak instalace s kogenerační jednotkou, tak s tepelným čerpadlem. Vzhledem k tomu, že kogenerační jednotka by pokryla pouze částečně spotřeby objektů 6 a 1 a to pouze cca 4 měsíce v roce. Vhodnější řešení je tepelné čerpadlo – pokryje spotřebu tepla objektů 1, 3, 6 a 7 a to po celý rok, další výhodou je, že využívá obnovitelné zdroje. Krom těchto faktorů vhodnost tohoto řešení ovlivňuje též poloha a struktura areálu – jsou zde 2 studně, ze kterých by bylo možno čerpat vodu a bývalý mlýnský náhon, do kterého by bylo možno tuto vodu zpětně utrácet. S instalací tepelného čerpadla je spojena automatice čerpání vody ze dvou studní. U čerpání existují 2 řešení – buď by se algoritmus doprogramoval do řídící jednotky TČ nebo by bylo k řízení použito PLC. Z ekonomického pohledu jsou obě řešení stejně nákladná, dle mého názoru je vhodnější instalace používající PLC, jelikož pak má systém „rezervu“ pro případ, kdy by byl systém jakkoliv rozšiřován. Obě tato řešení se zaplatí přibližně za stejnou dobu – řešení s TČ za přibližně 8 let, řešení s KJ za přibližně 7. Tato kalkulace je přibližná a velmi záleží na vývoji na trhu, který se momentálně ve spojitosti s finanční krizí a problémy s dodávkami zemního plynu z Ruska vyvíjí naprosto odlišně než jaké byly prognózy ekonomů. Na základě informační schůzky evropského fondu pro podporu podnikání, které jsem se měl možnost zúčastnit na jaře roku 2008, by existovala šance na tepelné čerpadlo nebo kogenerační jednotku získat dotaci.

V další části jsem se zabýval alternativní elektroinstalací v nově plánovaném objektu. Pro tuto instalaci jsem zvolil systém český systém Inels, vzhledem k tomu, že byl vyvinut pro potřeby především menších objektů. Návrh počítá s elektroinstalací, avšak systém je opět navržen, tak že má „rezervu“ a podle toho jak se bude dále vyvíjet projekt této budovy by systém bylo možno rozšířit například o řízení vytápění nebo řízení spuštění rolet. Vzhledem k tomu, že zmíněné 4 byty budou pronajímány, je výhodou, že navržené řešení nabízí možnost tuto elektroinstalaci přeprogramovat podle požadavků nájemníků. Tato možnost by tudíž mohla přispět k lepší pozici na trhu s nemovitostmi.

Tato práce by měla sloužit jako úvodní studie, ve které jsou nastíněny jednotlivé alternativy, které by bylo možno použít. Část obsahující algoritmy je pouze nastínění jak by systém mohl fungovat, algoritmy použité u případné následné realizace by bylo potře upravit podle následných konkrétních požadavků majitele a nájemníků.

Přílohy

Spotřeby plynu rozepsané po měsících, na základě těchto údajů byly provedeny kalkulace.

Spotřeby plynu [m3]

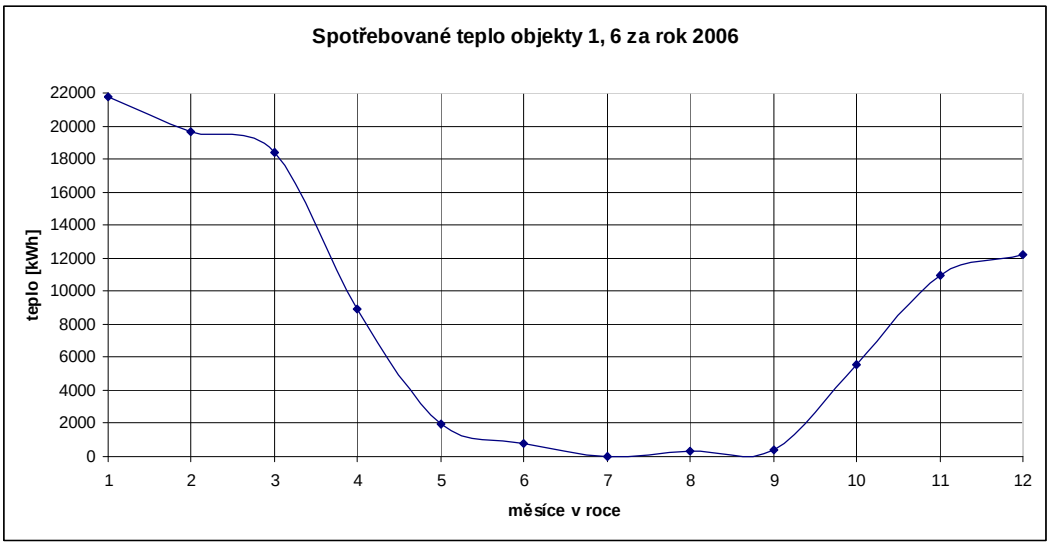
	6 přízemí	6 patro	1	3 vých. část	3 sever. část	7
2005	104	712	1040	245	1379	1130
	334	709	1074	316	1243	1173
	269	647	963	132	1289	1017
	109	328	466	2	572	604
	11	141	192	0	22	214
	0	51	0	0	1	92
	0	0	0	0	0	0
	0	12	0	0	0	1
	0	36	159	0	0	162
	59	301	518	0	0	765
	235	592	808	125	181	1174
	298	729	1064	360	401	1084
2006	443	866	1184	577	786	1633
	339	698	1212	465	698	1241
	264	680	1160	432	642	1254
	108	350	560	146	0	651
	12	140	70	6	0	106
	0	86	0	27	0	0
	1	0	0	1	0	1
	0	38	1	1	0	1
	0	49	0	1	0	0
	46	228	360	113	0	499
	163	483	604	291	271	909
	227	529	645	316	426	893
2007	254	640	794	348	1094	1216
	226	507	726	345	651	1040
	211	478	671	274	488	1015
	32	270	429	116	117	510
	0	137	233	67	28	211
	0	0	0	2	3	0
	0	2	0	3	52	0
	0	0	0	3	139	0
	0	218	658	77	313	212
	72	407	774	164	483	737
	214	734	972	351	720	1088
	273	874	1376	404	723	1306

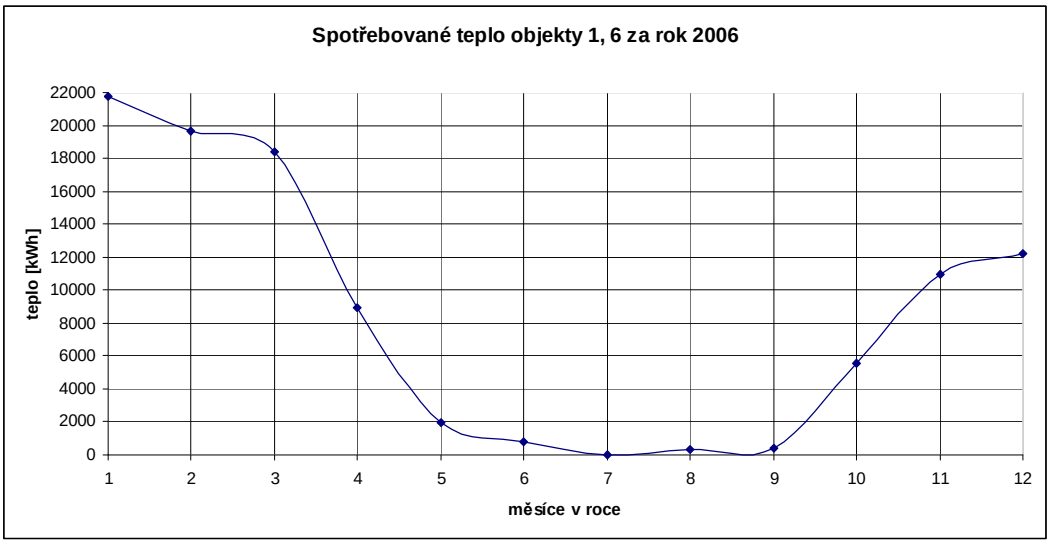
Spotřeby tepla vypočtené ze spotřeby plynu (podle výhřevnosti plynu podle údajů RWE-STP a účinnosti kotlů)

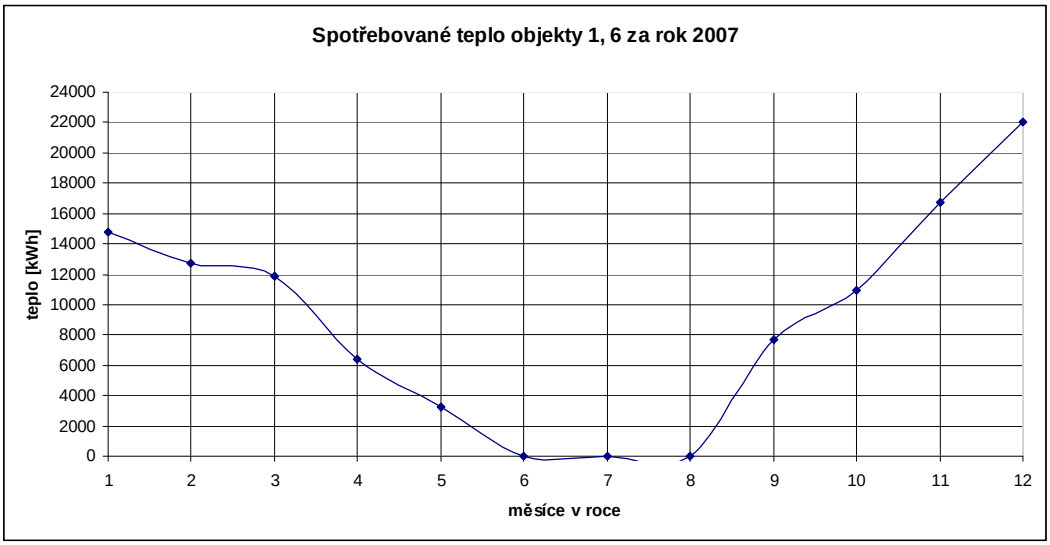
Teplo [kWh]

	6 přízemí	6 patro	1	3 vých. část	3 sever. část	7
2005	908,96	6222,88	9089,6	2141,3	12052,46	9876,2
	2919,16	6196,66	9386,76	2761,84	10863,82	10252,02
	2351,06	5654,78	8416,62	1153,68	11265,86	8888,58
	952,66	2866,72	4072,84	17,48	4999,28	5278,96
	96,14	1232,34	1678,08	0	192,28	1870,36
	0	445,74	0	0	8,74	804,08
	0	0	0	0	0	0
	0	104,88	0	0	0	8,74
	0	314,64	1389,66	0	0	1415,88
	515,66	2630,74	4527,32	0	0	6686,1
	2053,9	5174,08	7061,92	1092,5	1581,94	10260,76
	2604,52	6371,46	9299,36	3146,4	3504,74	9474,16
2006	3871,82	7568,84	10348,16	5042,98	6869,64	14272,42
	2962,86	6100,52	10592,88	4064,1	6100,52	10846,34
	2307,36	5943,2	10138,4	3775,68	5611,08	10959,96
	943,92	3059	4894,4	1276,04	0	5689,74
	104,88	1223,6	611,8	52,44	0	926,44
	0	751,64	0	235,98	0	0
	8,74	0	0	8,74	0	8,74
	0	332,12	8,74	8,74	0	8,74
	0	428,26	0	8,74	0	0
	402,04	1992,72	3146,4	987,62	0	4361,26
	1424,62	4221,42	5278,96	2543,34	2368,54	7944,66
	1983,98	4623,46	5637,3	2761,84	3723,24	7804,82
2007	2219,96	5593,6	6939,56	3041,52	9561,56	10627,84
	1975,24	4431,18	6345,24	3015,3	5689,74	9089,6
	1844,14	4177,72	5864,54	2394,76	4265,12	8871,1
	279,68	2359,8	3749,46	1013,84	1022,58	4457,4
	0	1197,38	2036,42	585,58	244,72	1844,14
	0	0	0	17,48	26,22	0
	0	17,48	0	26,22	454,48	0
	0	0	0	26,22	1214,86	0
	0	1905,32	5750,92	672,98	2735,62	1852,88
	629,28	3557,18	6764,76	1433,36	4221,42	6441,38
	1870,36	6415,16	8495,28	3067,74	6292,8	9509,12
	2386,02	7638,76	12026,24	3530,96	6319,02	11414,44

Spotřeby pro objekty 1 a 6 za jednotlivé roky:





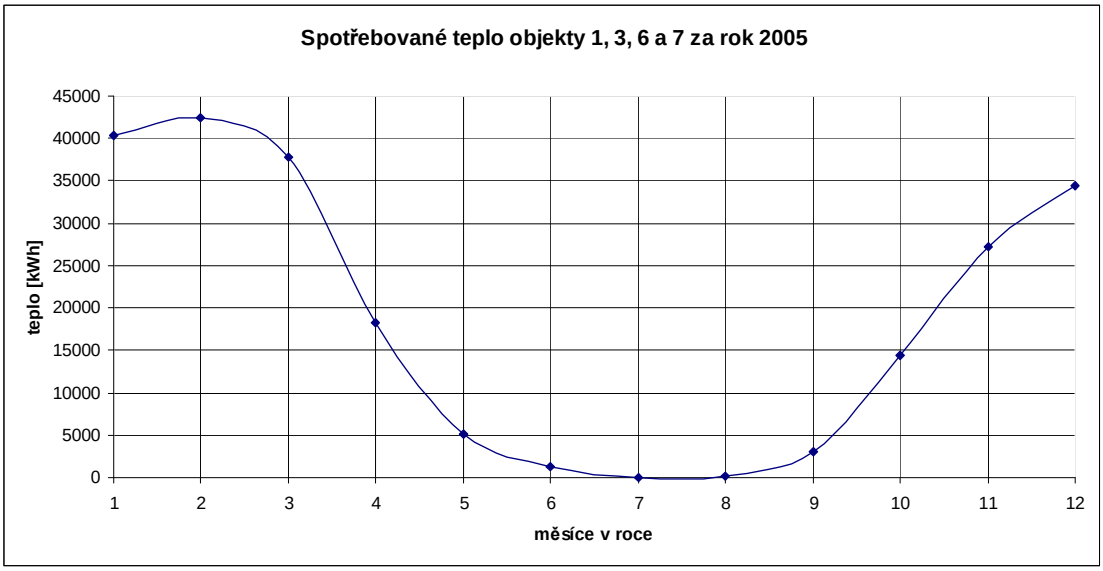


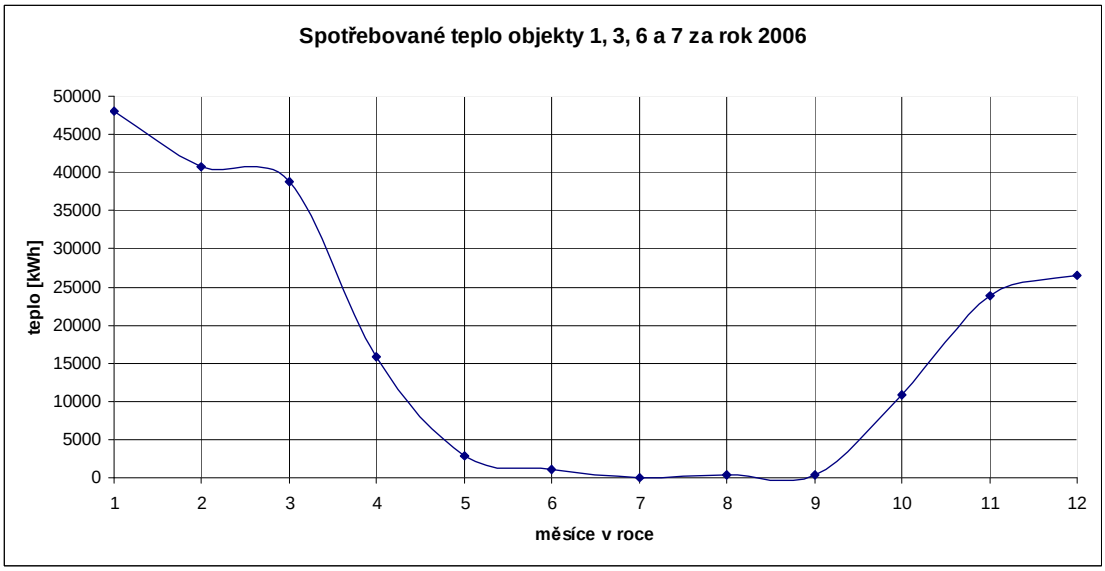
Aritmetický průměr z těchto let v těchto dvou objektech byl použit v kapitole 4.1.2 při porovnání pokrytí tepelné spotřeby těchto objektů kogenerační jednotkou. Tyto 3 roky tvoří vhodný vzorek k tomuto průměru vzhledem k tomu, že se vystřídaly teplotně průměrné, podprůměrné a nadprůměrné roky.

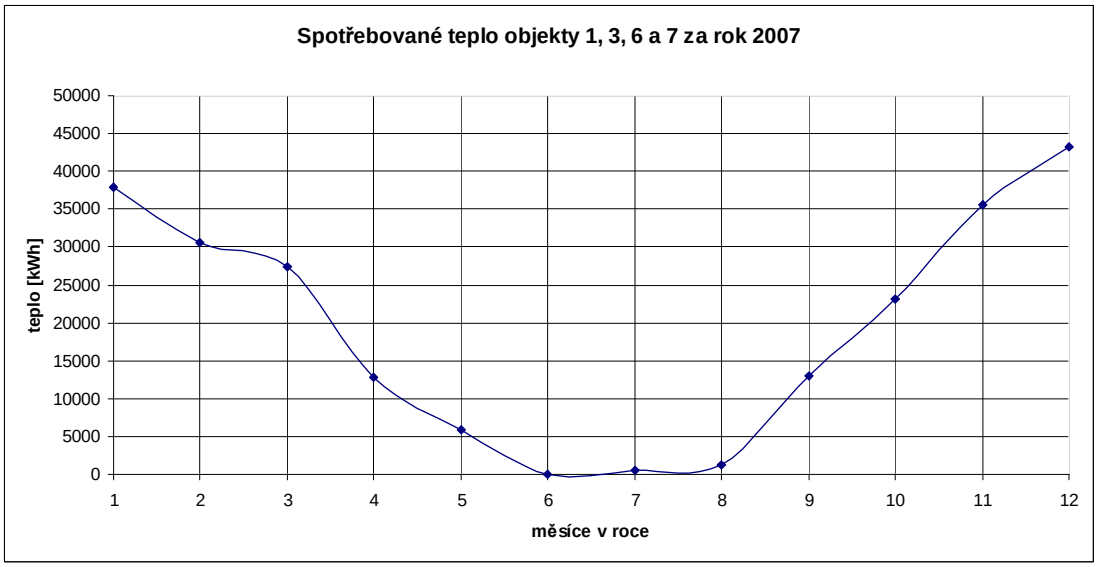
Na následující straně jsou opět po rocích rozkresleny spotřeby tepla v objektech 1, 2, 3, 6 a 7, aritmetický průměr z těchto let byl použit v kapitole 4.2.2 při porovnání pokrytí spotřeby těchto objektů tepelným čerpadlem.

Data byla získána z odečtů jednotlivých měřidel v areálu za výše zmíněné tři roky.

Kalkulace vycházející z těchto odečtů jsou silně ovlivňovány vývojem na trhu, kdy například kvůli současná krizi se ceny na trhu s těmito komoditami vyvíjí naprosto nepředvídatelně.


Spotřebované teplo objekty 1, 3, 6 a 7 za rok 2005
teplo [kWh]
45000
40000
35000
30000
25000
20000
15000
10000
5000
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
měsíce v roce


Spotřebované teplo objekty 1, 3, 6 a 7 za rok 2006
teplo [kWh]
50000
45000
40000
35000
30000
25000
20000
15000
10000
5000
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
měsíce v roce


Spotřebované teplo objekty 1, 3, 6 a 7 za rok 2007
teplo [kWh]
50000
45000
40000
35000
30000
25000
20000
15000
10000
5000
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
měsíce v roce

Posudek na studně určené jako zdroj pro tepelné čerpadlo:

RNDR. RADMIL DRAHOŇOVSKÝ
GEOLOGICKO EKOLOGICKÉ SLUŽBY

Vojanova 1571
269 01 Rakovník

Eduard FILIP

filipe1@fel.cvut.cz

Číslo jednací: **Vyřizuje:** RNDr. R. Drahoňovský **Rakovník dne:** 6.prosince2008
mobil: 602 396 3621
mail: ges@drahonovsky.com

Věc: **Zdroje podzemní vody na pozemcích 300/6 a 300/7 k.ú. obce Rakovník – vyjádření k odběru podzemních vod**

V lokalitě Panský mlýn na pozemcích p.č. 300/6 a 300/7 k.ú. obce Rakovník se nacházejí dvě hloubené skružové studny s hloubkou cca 6 metrů pod terén. Studny dlouhodobě sloužily pro zásobování areálu p. Šmída (dříve OSP) surovou podzemní vodou. Bližší umístění zdrojů je zřejmé z přílohy 1.

Obě studny využívají jímání podzemní vody mělké kvartérní zvodně vázané na fluviální a deluviofluviální sedimenty blízkého toku Rakovnického potoka. Ve fluviálních průlinově propustných sedimentech s volnou hladinou dochází k rychlejšímu oběhu mělkých podzemních vod. Zásoby vod jsou dotovány z atmosférických srážek a přírony podzemních vod z geologicky starších formací. Odvodnění přebytků zásob mělkých podzemních vod probíhá při místní erozní bázi, redukce jejich zásob je dána i sporadickými umělými odběry.
Mělké kvartérní podzemní vody se vyznačují značnou rozkolísaností svého oběhového režimu a jakostní nestálostí obíhajících podzemních vod (náchylností ke kontaminaci cizorodými látkami uniklými do kvartérního pokryvu).

Na každé ze studní je možno uvažovat s ustáleným odběrem podzemní vody v objemu min. 6 m^3/hod. Teplota podzemní vody v průběhu hydrogeologického roku kolísá mezi 10 až 13 C°. V blízkosti se nacházejí další analogické zdroje např. na ulici Sportovní, pozemek p.č. 3643/1.

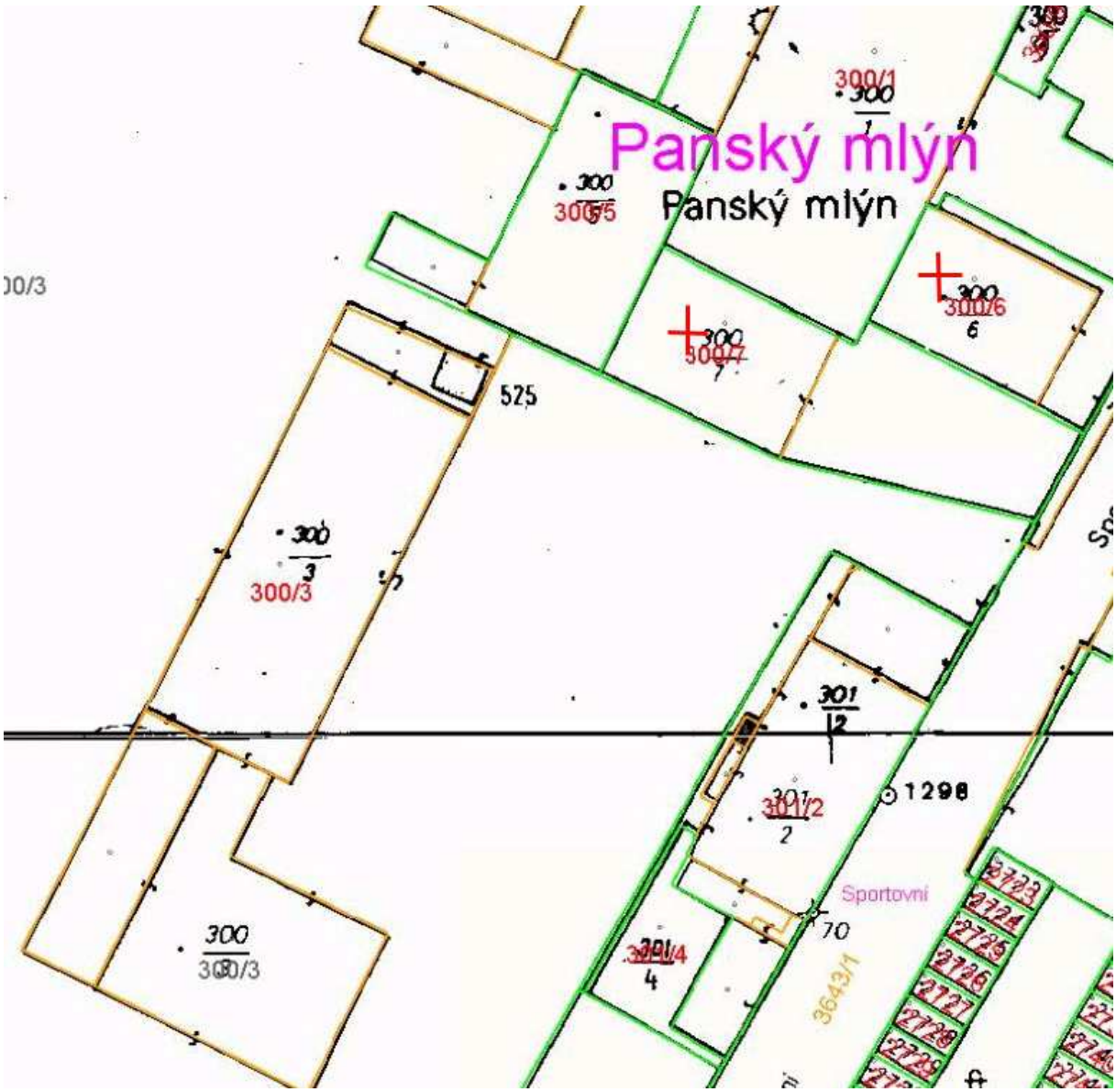
S pozdravem

Oprávnění k činnosti provádění horníckým způsobem č.j. 4915/96 HYDROGEOLOGICKÝ PRŮZKUM RNDr. Radmil Drahoňovský

RNDr. Radmil Drahoňovský

Přílohy: dle textu

Příloha k posudku (studně jsou označeny červeným křížkem):



Seznam použité literatury

[1] http://www.infoenergie.cz/

[2] http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=2912

[3] http://cs.wikipedia.org/wiki/Kogenerace

[4] http://en.wikipedia.org/wiki/Cogeneration

[5] KARLÍK R., Cena, návratnost a tepelné čerpadlo, Můj dům, 05/2008

[6] BUJOK P., VRTEK M., HORÁK B., HÁJOVSKÝ R., HELSTRÖM G., *Studie odezvy horninového masivu pro instalace tepelných čerpadel*, Ostrava, VŠB – Technická univerzita Ostrava, studie, 2005

[7] http://www.siemens-tepelnacerpadla.cz/, 14.4.2008

[8] ZVOLÁNEK M. , *Inteligentní řízení a zabezpečení domů s využitím informačních a komunikačních technologií*, Praha, ČVUT, Fakulta elektrotechnická, bakalářská práce, 2008

[9] KUNC J., *Elektro instalace krok za krokem*, Praha, Grada, 2006

[10] http://www.mapy.cz/, 28.3.2008

[11] http://www.tedom.cz/, 13.4.2008

[12] http://www.tedom-vks.cz/, 14.4.2008

[13] http://hn.ihned.cz/, 24.1.2008

[14] http://www.rwe-stp.cz/, 24.6.2008

[15] http://www.tepelna-cerpadla-mach.cz, 8.10.2008

[16] http://www.inels.cz, 17.10.2008

[17] KLABAN J., *Zásady kreslení projektů*, Kolín, prezentace, 2008

[18] *Knihovny pro programování PLC Tecomat podle IEC 61 131-3*, Teco a.s., 2006