

UNIVERZITA PARDUBICE

Fakulta elektrotechniky a informatiky

Měřicí a řídicí systém pro ovládání, zobrazení a
archivaci teplot

Zdeněk Obolecký

Bakalářská práce

2010

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

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

Seznam odborné literatury:

*Kathy Sierra, Bert Bates: Head First Java, O'Reilly Media 2005, počet stran 720, ISBN-10 1600330002

*Kline Kevin, Kline Daniel, Hunt Brand: SQL in a Nutshell, O'Reilly Media 2008, počet stran 592, ISBN-10 0596518846

*Ajit Sagar, Sue Spielman a kol.: Professional Java Server Programming J2Ee 1.4 Edition, Wrox Press 2003, počet stran 850, ISBN-10 1861008139

*Vivek Chopra, Sing Li, Jeff Genender: Professional Apache Tomcat 6, WROX Press 2006, ISBN-10: 0471753610

*Sun Microsystems: The Java EE5 Tutorial [online], 2007 [cit. 2009-10-08], dostupný z:

<http://java.sun.com/javaee/5/docs/tutorial/doc/docinfo.html>

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Lukáš Čegan

Katedra informačních technologií

Datum zadání bakalářské práce: **15. ledna 2010**

Termín odevzdání bakalářské práce: **14. května 2010**



prof. Ing. Simeon Karamazov, Dr.
děkan



L.S.



Ing. Lukáš Čegan, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 31. března 2010

Prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 10. 05. 2010

Zdeněk Obolecký

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat prof. Ing. CSc. Karlu Šotkovi za jeho cenné rady, připomínky a zkušenosti, jimiž jsem se řídil.

Anotace

Tato práce je zaměřena na problematiku měření a regulace teplot v chladírenském průmyslu. Implementační část bude obsahovat vytvořenou aplikaci ve vývojovém prostředí Control web. Praktická ukázka bude prezentována na modelu chladíren.

Klíčová slova

Control Web, Adam, aplikace, teplota, chlazení, teploměr, měření, regulace, amoniak

Title

Measuring and driving system for control, display and archiving temperatures

Annotation

This work is focused on measuring and regulating temperature in a cold industry. Implementation part will include creating an application development environment Control Web site. The practical demonstration will be presented to model the cold.

Keywords

Control Web, Adam, application, temperature, cooling, thermometer, measurement, regulation, ammonia.

Obsah

Seznam zkratk	8
Seznam obrázků	9
Seznam tabulek	9
1 Úvodní informace	10
2 Průmyslové chlazení	11
2.1 Historie a současnost	11
2.2 Současná situace v průmyslu	12
3 Fyzikální veličina teplota	12
3.1 Teplota.....	12
3.1.1 Značení teploty	12
4 Měření teploty	13
4.1 Teploměry.....	13
4.1.1 Odporové termoměry	13
4.1.2 Termoelektrické termoměry.....	16
4.1.3 Bezdotykové měření teplot (pyrometrie).....	17
5 Zpracování signálů ze snímačů	18
5.1.1 Převodníky na unifikované signály	18
6 Počítačová podpora a SW zpracování	19
6.1 Control Web	19
6.2 LabVIEW.....	19
7 Požadavky na měřicí a regulační soustavu	20
7.1 Interaktivnost.....	20
7.2 Bezpečnost.....	20
7.3 Spolehlivost.....	21
7.4 Modularita	21
7.5 návratnost.....	21
8 Realizace periférií aplikace	22
8.1 Blokové schéma.....	22
8.2 Chladírny	23
8.3 Měření teplot	23
8.4 Výstupy.....	23

8.5	Propojení Jednotlivých karet Adam	23
8.6	Propojení s PC	23
8.7	Počítač	23
9	Realizace aplikace.....	24
9.1	Spuštění aplikace	24
9.2	Přihlašovací úrovně	24
9.2.1	User.....	24
9.2.2	Master	24
9.2.3	Root	25
9.3	Panel Půdorys	25
9.4	Chladírna	26
9.5	Změna typu řízení chladírny	27
9.6	Graf chladírny.....	27
9.7	Panel Graf.....	28
9.8	Alarm.....	28
9.9	Master	29
10	Rozšiřitelnost.....	30
11	Závěrečné zhodnocení	31
12	Použité zroje.....	32
	Příloha A – Elektrické schéma	34

Seznam zkratek

SI	Le Système International d'Unités (soustava jednotek)
ČSN	Česká technická norma (dříve Československá státní norma)
PLC	Programmable Logic Controller (programovatelný logický automat)
PC	personal komputer (osobní počítač)
HACCP	Hazard Analysis Critical Control Points

Seznam obrázků

Obrázek 1 – Šroubový kompresor Sabroe [1]	11
Obrázek 2 – Pístový kompresor Nf611 [2].....	11
Obrázek 3 – Teplotní závislosti odporových teploměrů používaných materiálů [7]	13
Obrázek 4 – Odporový snímač teploty Pt100 [8].....	14
Obrázek 5 – Termistor NTC [9]	15
Obrázek 6 – Termoelektrický teploměr [10]	16
Obrázek 7 – Pyrometr [13]	17
Obrázek 8 – Převodník z Pt100 na 4 ... 20 mA [14].....	18
Obrázek 9 – Blokové schéma	22
Obrázek 10 – Přihlášení uživatele.	24
Obrázek 11 – Půdorys objektu.	25
Obrázek 12 – Panel změna typu řízení.	25
Obrázek 13 – Vizualizace chladírny č.1	26
Obrázek 14 – Panel změna typu řízení v chladírně.	27
Obrázek 15 – Panel Graf.	28
Obrázek 16 – Panel Alarm.	29
Obrázek 17 – Podrobný popis alarmu	29

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Přehled Jednotek teploty	12
--	----

1 Úvodní informace

V této bakalářské práci se zabývám vytvořením měřicího a řídicího systému, který bude určen pro použití v chladírenském průmyslu pro měření teplot. Aplikace je vytvářena dle požadavků, shromážděných během několikaleté práce v prostředí průmyslového chlazení s chladivým médiem amoniak (NH₃ čpavek).

Obor chlazení se uplatňuje ve velké části průmyslových technologií. Při stále náročnějších požadavcích na bezpečnost a produktivitu práce vzniká i v této oblasti potřeba modernizovat technologie pomocí informačních a automatizačních prostředků. V této bakalářské práci se chci konkrétně věnovat technikám měření a regulace prostorových teplot v chladírnách.

Cílem mé práce je popsat jednotlivé způsoby měření teplot, vybrat vhodný způsob měření pro konkrétní úkoly, vytvořit funkční SW aplikaci pro měření a regulaci teplot, a dbát především na to, aby aplikace byla interaktivní pro běžného uživatele.

2 Průmyslové chlazení

2.1 Historie a současnost

Již odedávna mají lidé potřebu chladit a využívat chladného prostředí zejména k uchování potravin. S rozvojem průmyslu se tato potřeba chlazení ještě umocnila. Z počátku se tento problém řešil velmi jednoduchým způsobem – takzvaným ledováním s využitím přírodních zdrojů. V zimě se nashromáždil led a ten se uchovával v izolovaných prostorách a využíval se pro zchlazení potravin. To však přinášelo řadu úskalí, protože led dlouho nevydržel a rozpustil se.

S nástupem rozvoje průmyslu přišly nové technologie a strojní zařízení, v oboru chlazení. Především chladicí kompresor, který je hlavním hnacím motorem i dnešního chladicího okruhu. Celý princip je velmi jednoduchý, na jedné straně chladicí kompresor saje páry chladicího média a na straně druhé páry vytlačuje. Na sací straně se snižuje tlak, a tím i teplota a na straně druhé se tlak zvyšuje, a tím se zvyšuje i teplota. Použitím kondenzátorů tyto syté páry kondenzují, a tak se kapalně chladivé médium opět může nastříkovat do sacích systémů pomocí regulačních nástřikových ventilů. Tím se chladicí okruh uzavírá. Jako chladicí médium se používá: R717, R1349, R404A, R407C. Nejrozšířenější chladicí médium je však chladivo R717, neboli čistý amoniak (čpavek, chemická značka NH_3), který má dobré vlastnosti z hlediska chlazení. Na obrázku 1 můžeme vidět chladicí šroubový kompresor, určený pro čpavkové chlazení. Tyto kompresory jsou často instalovány pro jejich větší účinnost oproti pístovým, viz obrázek 2.



Obrázek 1 – Šroubový kompresor Sabroe [1]



Obrázek 2 – Pístový kompresor Nf611 [2]

2.2 Současná situace v průmyslu

Technologie chlazení v mnoha menších firmách je stále dost zanedbaná, jak po stránce automatizační, tak i po stránce informační. Je to dáno především předchozím politickým režimem, který zanedbával rozvoj a málo do těchto technologií investoval. V současnosti se situace podstatně mění. Firmy projevují zájem investovat do automatizace a informačních technologií, ale žádají jisté záruky, především úspory energií a případně pracovní síly a ekonomické návratnosti. Dále modularitu celého projektu a zejména finanční dostupnost. Proto jsem se rozhodl vytvořit SW aplikaci, která bude tyto požadavky splňovat.

3 Fyzikální veličina teplota

3.1 Teplota

Tato fyzikální veličina patří mezi sedm základních veličin soustavy SI a její základní jednotkou je 1 Kelvin. Teplotu můžeme subjektivně chápat jako pocit chladu či tepla. Termodynamická teplota byla stanovena tak, že její obor hodnot jsou pouze nezáporná čísla (s tím, že 0 nelze dosáhnout). Počátek stupnice byl stanoven na tzv. absolutní nulu, při níž ustává pohyb elementárních částic.

3.1.1 Značení teploty

Teplota se značí: T nebo t, udává se v jednotkách znázorněných v tabulce 1.

Tabulka 1 - Přehled Jednotek teploty

Jednotka	Značka
Kelvin	K
Stupeň Celsia	°C
Stupeň Fahrheinta	°F
Stupeň Réaumura	°R

4 Měření teploty

K praktickému měření teploty se používá teplotních závislostí a fyzikálních veličin reálných látek (rtuť, líh, platina). To umožňuje převést měření teploty na měření jiné fyzikální veličiny. Volí se taková závislost, aby vznikla malá odchylka od termodynamických teplot.

4.1 Teploměry

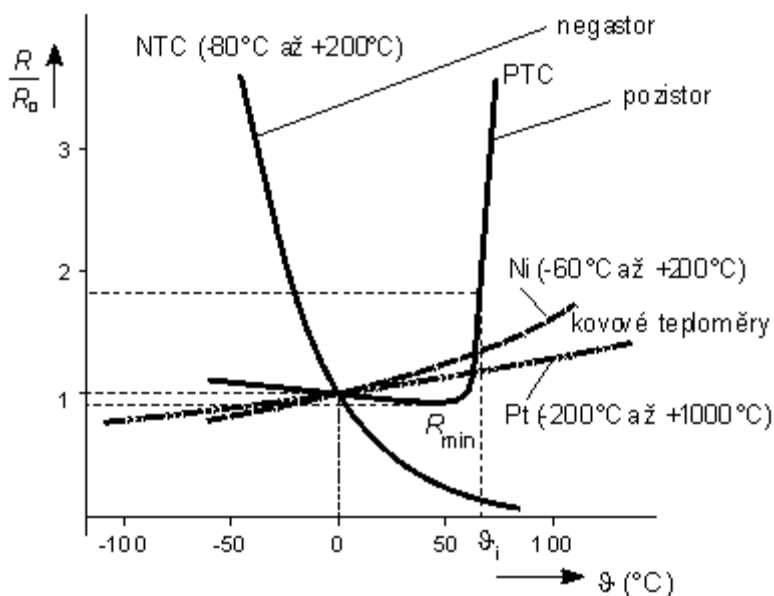
Teploměry jsou přístroje pro měření teplot a dělíme je na:

- dotykové (elektrické - např. odporové, dilatační – např. rtuťové, speciální – např. tekuté krystaly),
- bezdotykové (pyrometry, termovize, infrafotografie).

Dále budou popisovány pouze teploměry s převodem na elektrický signál.

4.1.1 Odporové teploměry

Jsou elektrické teplotní snímače, ve kterých se k měření teploty využívá závislost elektrického odporu vodiče, nebo polovodiče na teplotě. Elektrický odpor kovových a polovodičových materiálů se tedy mění vlivem teploty. Této fyzikální vlastnosti využíváme pro měření teplot. Teplotní závislosti odporů standardně používaných materiálů jsou na obrázku 3.



Obrázek 3 – Teplotní závislosti odporových teploměrů používaných materiálů [7]

Kovové odporové materiály

Základním materiálem jsou čisté kovy (platina, nikl, měď aj.). Závislost odporu kovů na teplotě není lineární. Pouze pro malý rozsah teplot lze považovat závislost za lineární. Lze použít přibližně vztahu

$$R = R_0[1 + \alpha(\vartheta - \vartheta_0)], \alpha = \frac{R_{100} - R_0}{100R_0},$$

R_{100} – je odpor při teplotě 100°C,

R_0 – je odpor při teplotě 0°C,

α – je teplotní součinitel odporu (např. pro platinu je $\alpha = (3,8 - 3,91) \times 10^{-3}/K$).

Nejčastěji se v praxi používá platinových teploměrů pro jejich chemickou netečnost a stálost. Platinový teploměr může měřit teplotu v rozsahu od 2,1 K do 1000 °C. Součinitel α je u platiny 0,00392 1/K a 0,00385 1/K v závislosti na čistotě vyrobené platiny.

Pro kovové teplotní snímače se používá také nikl. Proti platině má přibližně o polovinu větší α , ale mnohem větší nelinearitu. Kovová odporová čidla mohou být zhotovena ze stočeného drátku adjustovaného do keramického pouzdra nebo drátku navinutého na tělísko z keramiky nebo slídy. Případně mají formu kovové vrstvy napařené na keramické podložce.

Odporové teploměry se vyrábějí se dvěma, třemi nebo čtyřmi výstupy. Dvouvodičové provedení se používá v případě krátkých přívodů k snímači. Třívodičové provedení se používá ke kompenzaci změny odporu delšího přívodního vodiče a čtyřvodičové se používají také pro kompenzaci změny teploty přívodních vodičů zapojených do můstku.



Obrázek 4 – Odporový snímač teploty Pt100 [8]

Polovodičové odporové teploměry

Jsou založeny na teplotní změně odporu polovodičových keramických materiálů. Výhodami těchto čidel jsou velká změna odporu vlivem teploty a malé rozměry, nevýhodami silná nelinearita a horší časová stálost vlastností. Polovodičové snímače teploty se dělí dle použitého čidla na:

- polykrystalické (termistory),
- monokrystalické bez PN přechodu (Ge, Si) a s PN přechodem (diodové teploměry).

Názvem termistor se ve většině případů označuje NTC termistor, který má zápornou hodnotu teplotního součinitele odporu, tzn., že odpor s rostoucí teplotou klesá (tedy negastor).

PTC termistory, nazývané pozistory, svůj odpor při zvyšování teploty mírně snižují, ale po překročení jisté teploty, (tzv. Curieovy) odpor strmě vzroste až o několik řádů. Proto jsou vhodné pro indikaci překročení teploty elektromotorů, kde jsou instalovány ve vinutí.



Obrázek 5 – Termistor NTC [9]

Diodové teploměry využívají změny vlastností pn-přechodu s teplotou, a změny teplotní závislosti úbytku napětí U_D na diodě při průchodu konstantního proudu I . Z rovnice proudu polovodičové diody v závislosti na napětí se odvodí vztah pro napětí.

$$U_d = \frac{nkT}{q} \times \ln\left(\frac{I_d}{I_s} + 1\right),$$

U_d – je napětí na diodě v propustném směru,

n – je rekombinační koeficient polovodiče,

k – je Boltzmannova konstanta,

q – je elementární náboj,

I_d – je proud v propustném směru,

I_s – je nasycený proud v závěrném směru,

Tento vztah není zcela lineární, protože I_s také závisí na teplotě. Diodové teploměry dosahují podle teplotního rozsahu linearity 0,5 % až 1,5 %.

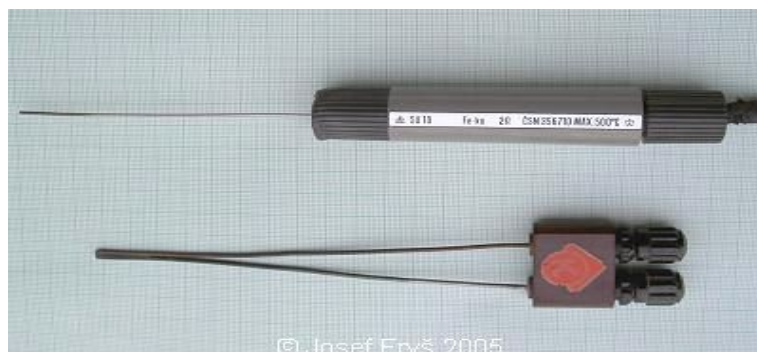
Tranzistorové teploměry jsou obdobné diodovým teploměrům, tj. jsou založeny na závislosti napětí U_{BE} a teplotě.

$$U_{BE} = \frac{nkT}{q} \times \ln\left(\frac{I_{BE}}{I_{BE0}} + 1\right),$$

I_{BE0} – je zbytkový proud přechodu báze-emitor.

4.1.2 Termoelektrické teploměry

Termoelektrické teploměry jsou založeny na Seebeckovu jevu. Základem je termoelektrický článek. Změnou teploty spoje dvou kovů se mění vznikající termoelektrické napětí. Mezi často využívané kombinace kovů patří měď s konstantanem (slitina mědi a niklu), železo s konstantanem, niklchrom s niklem, nebo platinarhodium (slitina platina a rhodia) s platinou. Pokud jsou teploty měřicího spoje a srovnávacích spojů rozdílné, objeví se mezi srovnávacími spoji elektrické napětí.



Obrázek 6 – Termoelektrický teploměr [10]

4.1.3 Bezdotykové měření teplot (pyrometrie)

Pyrometrie je bezkontaktní měření teploty daného předmětu pomocí měření jeho radiance (zářivost zdroje na jednotku plochy). Předmět je měřen (800 nm – 3000 nm) v rozsahu -40°C – 10000°C , která dopadá na povrch čidla. Přístroj, který měří teplotu na základě pyrometrie se nazývá pyrometr. Pyrometry jsou využívány k různorodým účelům. Od monitorování teploty lidského těla, až po měření teplot v průmyslových provozech při tavbě kovů a výrobě polovodičů, či při měření teploty povrchu Slunce [11] [12].



Obrázek 7 – Pyrometr [13]

5 Zpracování signálů ze snímačů

Snímače technologických veličin, pasivní i aktivní, zpravidla potřebují převodník, který transformuje a unifikuje jejich výstupní signál na vhodnější formu pro další zpracování. Tak například odporové snímače teploty bývají spojeny s můstkovým obvodem, kterým se měří změna jejich odporu, vyvolaná změnou měřené veličiny. Výstupní signály aktivních snímačů o vysoké impedanci jsou pomocí převodníků upravovány na signály s nízkou výstupní impedancí. Převodníky jsou zpravidla elektrické, nebo pneumatické, zřídka hydraulické, a jsou vytvořeny z prvků pasivních, což jsou např. odpory a kapacity, a aktivních, což jsou zesilovače elektrické, pneumatické případně hydraulické, nebo jejich kombinace [12].

5.1.1 Převodníky na unifikované signály

Převodníky na unifikované signály jsou v podstatě zesilovače, které převádějí výstupní elektrické veličiny z čidel na určité, předem definované hodnoty. Je to z důvodu kompatibility měřicích a řídicích zařízení různých výrobců.

- výstupy napěťových převodníků (0–1V, -1–1V, 0–5V, -5–5 V, 0–10V, -10–10V),
- výstupy proudových převodníků (0–20 mA, 4–20 mA v proudové smyčce).



Obrázek 8 – Převodník z Pt100 na 4 ... 20 mA [14]

6 Počítačová podpora a SW zpracování

Počítačová podpora již dnes neodmyslitelně patří k řešení většiny průmyslových technologií a zařízení. Je možno vybrat z velké škály vývojových prostředí pro tvorbu správné SW aplikace. Mezi nejznámější firmy zabývající se problematikou SW zpracování patří: TEDIA, National instruments, DWSOFT, Tele Data system, Moravské přístroje. Od těchto a dalších vývojářů je k dispozici mnoho dobrých programů jako třeba LabView, Control Web, ScopeWin atd.

6.1 Control Web

„Je univerzální nástroj pro vývoj a nasazování vizualizačních a řídicích aplikací, aplikací sběru, ukládání a vyhodnocování dat, aplikací rozhraní člověk-stroj. Objektově orientovaná komponentová architektura zajišťuje aplikacím systému Control Web nejširší rozsah nasazení od prostých časově nenáročných vizualizací, až po řídicí aplikace reálného času. Hlavním cílem návrhu systému Control Web je učinit realizaci běžných úkolů snadnou a u neobvyklých, komplikovaných úkolů možnou. Samozřejmě při respektování všech existujících standardů pro běh programů a jejich uživatelské rozhraní, výměnu dat a přístup k databázím, komunikaci po počítačových sítích a spolupráci s hardware pro sběr dat a řízení. Control Web pracuje v prostředí operačních systémů implementujících aplikační programové rozhraní Win32 a podporuje řadu průmyslových standardů. Control Web vychází ze svých předchůdců Control Panel a Control Web 2000. Nasazení těchto systémů od jaderných elektráren a celopodnikových vizualizačních systémů, až po přímé řízení strojů a jednoduché vizualizace dokazuje velmi široké možnosti této aplikace.“ [15] Při použití potřebných ovladačů program komunikuje s těmito zařízeními PLC, (Siemens, Mitsubishi, Omron, Teco, Allen-Bradley, ABB, Honeywell, ...) I/O moduly, (DataLab IO, ELSACO, ADAM) měřicími kartami, (Advantech, Axiom, Tedia) virtuální zařízení, např. WWW server apod.

6.2 LabVIEW

Je grafický programovací jazyk. Toto prostředí slouží pro vývoj kompletního systému, zajišťující řízení celého procesu sběru měřených dat, jejich analýzy a grafické prezentace. Sběr dat lze provádět z řady zařízení, zahrnujících přístroje vybavené sběrnicemi, nebo sériovým rozhraním. Naměřená data lze analyzovat rozsáhlým matematickým aparátem. LabVIEW, pracující na platformách Windows, Linux, MacOS, SUN a HP-UX. Programová aplikace se v prostředí LabVIEW vytváří v jednom okně formou blokového schématu, přičemž ve druhém okně vzniká odpovídající přední panel virtuálního přístroje, mající vnitřní návaznost na program - blokové schéma. Pro tvorbu předního panelu slouží grafické uživatelské rozhraní, které obsahuje rozsáhlou knihovnu grafických objektů, pomocí kterých může panel získat podobu reálného přístroje. Samotná tvorba programu - blokového schématu je usnadněna tím, že zbavuje programátora starosti o řadu syntaktických detailů konvenčního programování.

7 Požadavky na měřicí a regulační soustavu

Z vlastních zkušeností jsem sestavil seznam hlavních požadavků na měřicí a řídicí SW, které jsem vyzpoučoval během mé několikaleté praxe v oboru průmyslového chladiřství. Podílel jsem se na zakázkách pro více než 20 potravinářských závodů, např. pro Královský Pivovar Krušovice a.s., Pivovary Staropramen a.s., pivovar Nymburk s.r.o., pivovar Svijany a.s., Hols pivovar Vratislavice a.s., masokombinát Příbram, masokombinát Bivoj Opava a.s., masokombinát Český Těšín, Chebský masokombinát a.s., mlékárna Olma a.s. s provozem Zábřeh na Moravě, Povltavské mlékárny s provozem Sedlčany a.s., kde jsem se soustředil na automatizované zpracování pomocí informační technologie.

7.1 Interaktivnost

Prvořadým požadavkem je interaktivnost celého ovládání a vizualizace. Obsluha strojoven chlazení není dostatečně finančně ohodnocena, proto jsou často zaměstnávání méně kvalifikovaní lidé. Ovládání aplikace by tedy mělo být uzpůsobeno tak, aby mu porozuměla každá osoba, která zvládá ovládání počítače na nejnižší úrovni.

7.2 Bezpečnost

Druhým velice důležitým požadavkem je bezpečný provoz. V průmyslu, pro který je SW aplikace určena (chladiřny potravinářských závodů) je rizikovým faktorem náhlé, nepředvídané zvýšení teploty a jejím vlivem nebezpečí znehodnocení uchovávaného zboží. Tyto rizikové faktory řeší systém preventivních opatření HACCP, kterým by se měla SW aplikace řídit. K dodržení stanovených pravidel HACCP lze docílit různými ochrannými prvky, jako jsou upozornění obsluhy alarmem, příkaz pro automatické zapnutí počítače po výpadku elektrického proudu, vytvoření přihlašovacích úrovní dle kompetencí obsluhy. Dále vynucení provozovatele chladičného zařízení jednou ročně kalibrovat pracovní měřidla podílející se na tomto měřicím a řídicím systému oprávněnou osobou s patřičným certifikátem dle Metrologie. Bezpečnost je třeba zajistit i z pohledu zamezení ztráty a znehodnocení dat. Data by měla být archivována bezpečnými mechanismy.

7.3 Spolehlivost

Neméně důležitým faktorem je spolehlivost. Od aplikace je požadován spolehlivý provoz bez jakýchkoliv konfliktů a nedopatření. Program by měl být odladěn a připraven pro použití v průmyslu.

7.4 Modularita

Každý projekt by měl splňovat kritérium modularity. Aplikace by měla být připravená pro rozšíření o další logický celek, nebo jen přidání dalšího měřeného místa.

7.5 Návratnost

Většinu provozovatelů (zákazníků) zajímá návratnost. Především u nově instalovaných zařízení provozovatelé apelují na návratnost investic. Pokud jsou zařízení a regulační prostředky dobře navrženy, lze docílit značných úspor. Návratnost investice by se většinou měly vrátit minimálně do dvou let.

8 Realizace periférií aplikace

Při návrhu mé práce jsem se rozhodl pro snímání teploty pomocí snímače Pt100 z důvodu nízké finanční náročnosti, dobré dostupnosti a dostačujícího měřicího rozsahu. Jako převodník na unifikovaný signál byla použita sestava od firmy Advantech, která zajišťuje zároveň komunikaci s PC prostřednictvím Rs232. Z důvodů jednodušší realizace modelu chladíren budu dále vytvářet regulační soustavu, která bude měřené prostory vyhřívat místo vychlazovat.

8.1 Blokové schéma



Obrázek 9 – Blokové schéma

8.2 Chladírny

Aplikace je určena pro měření a řízení teplot v chladírnách s amoniakovým chladicím okruhem. Chladírny jsou vybaveny chladiči, obsahujícími výparník s přímým odparem, ofukované ventilátory. Na přívodních rourách chladivého média je umístěn nástříkový elektromagnetický ventil, který nastříkuje chladivé médium do výparníku. Ventil a ventilátor jsou předmětem řízení. Výsledkem správného řízení je změna teploty v chladírně směrem dolů. V našem modelovém případě je místo zdroje chladu žárovka, nahrazující ventil. Tudiž při sepnutí žárovky bude teplota stoupat, místo aby klesala. Aplikace je vybavena funkcí odtávání, která zamezuje namrznutí vrstvy ledu na výparníku a následnému snižování účinnosti chlazení. Poblíž ventilátoru na stěně je umístěno čidlo Pt100, které snímá teplotu a přenáší ji do měřících karet Adam 4015. Umístění snímače je navrženo tak, aby nebylo na návětrné straně ventilátoru a aby nebylo poblíž vstupních dveří, což by zkreslovalo měření.

8.3 Měření teplot

Měření je realizováno teplotním snímačem PT100, který pomocí změny odporové hodnoty přenáší informace do měřící karty Adam 4015.

8.4 Výstupy

Ovládají ventilátory a ventily (respektive v našem případě zdroj tepla, žárovku) v příslušných chladírnách. Výstupy jsou vyvedeny ze vstupně výstupní karty Adam 4055.

8.5 Propojení Jednotlivých karet Adam

Propojení jednotlivých karet Adam je realizováno prostřednictvím komunikace Rs485, což přináší řadu výhod. Hlavní výhodou je možnost natažení jedné linky, ve které jsou karty Adam sériově propojeny. Není potřeba vést ke každému přístroji vlastní kabel, nýbrž karty Adam jsou rozmístěny po provozu, k nim se připojují již měřící snímače, nebo vstupní/výstupní zařízení. Tím vzniká obrovská úspora materiálu.

8.6 Propojení s PC

Propojení s PC je realizováno komunikační kartou Adam 4520, která zajišťuje převod signálů z RS485 na RS232. Karta Adam 4520 je umístěna pokud možno co nejbližší Pc s nainstalovanou SW aplikací pro měření a řízení teplot v chladírnách. Pomocí Rs232 zasílá potřebná data přes převodník do USB portu řídicího PC. Propojení s prostředím Control Web řeší ovladač Adam - 4000.

8.7 Počítač

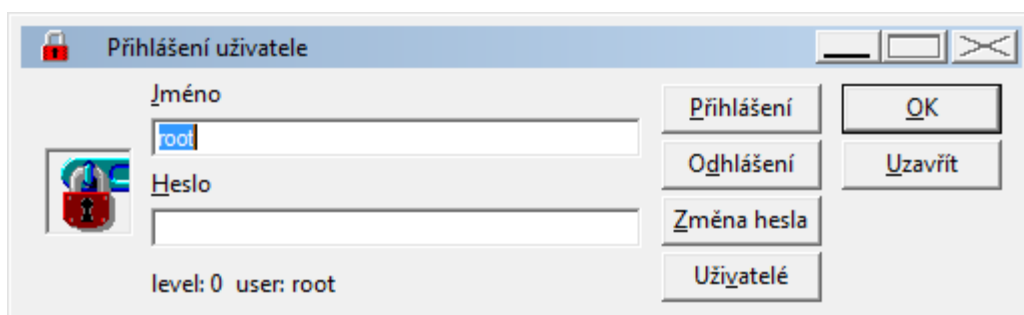
Aplikace je odladěna na přenosném notebooku Acer Aspire 5738Pg s dotykovým ovládáním, 15,6 palcovým LCD obrazovkou. Procesorem Intel Core2 Duo T6600 (2.2GHz, 800 MHz FSB) s grafickým adaptérem ATi Radeon HD 4570.

9 Realizace aplikace

Pro realizaci SW aplikace jsem vybral produkt Control Web od firmy Moravské Přístroje. Pro jeho cenovou dostupnost a jednoduché interaktivní ovládání pomocí implementovaného grafického rozhraní. Vývojové prostředí Control Web je český produkt, což přináší také řadu výhod, především veškerá dokumentace a ovládání je v českém jazyce.

9.1 Spuštění aplikace

Po spuštění aplikace naběhne dialogové okno, jímž máme možnost se přihlásit, a to třemi úrovněmi oprávnění. Na hlavní straně aplikace se zobrazí panel „Půdorys“, kde budou znázorněny jednotlivé teploty měřených míst.



Obrázek 10 – Přihlášení uživatele.

9.2 Přihlašovací úrovně

Slouží k zamezení přístupu k daným objektům neoprávněným osobám. Aplikace rozlišuje tři základní úrovně přístupu:

- user (uživatel) s oprávněním 100,
- master (správce, mistr) s oprávněním 20,
- root (tvůrce aplikace) s oprávněním 0.

9.2.1 User

S tímto oprávněním můžeme standardně ovládat aplikaci. Oprávnění user je definováno pro trvalou obsluhu aplikace, tudíž je nastaveno tak, aby splňovalo požadavky pro běžný provoz. Obsluha může prohlížet veškeré záznamy o teplotách, může měnit typ řízení („Automat“, „Ručně“, „Vypnuto“, „Odtávání“) chladíren. Nesmí však nastavovat požadované teploty a limity. A nemá oprávnění prohlížet databáze teplot.

9.2.2 Master

Master je uživatelské oprávnění určené pro mistry, správce systému a podobně. Slouží pro nastavení požadovaných hodnot teploty, nastavení horních a dolních limitů. Master může procházet archivované záznamy o teplotách a zobrazovat je v grafech.

9.2.3 Root

Root je přihlašovací úroveň tvůrce aplikace, tudíž může měnit veškeré hodnoty a nastavení. Má přístup ke své záložce na hlavním panelu Nastavení, kde může měnit především nastavení zobrazení aplikace.

9.3 Panel Půdorys

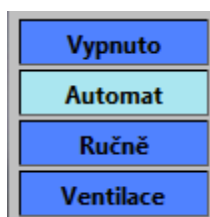
Přehledně zobrazuje veškeré teploty v chladírnách přímo v půdorysu objektu, který je předmětem měření. Každá chladirna obsahuje displej s aktuální teplotou, viz obrázek 11 a pod ním stavový řádek, který nás informuje o právě zvoleném typu řízení:

- vypnuto,
- automat,
- ručně,
- odtávání.

Pokud klikneme na displej s teplotou, dostaneme se do příslušné chladírny. Pokud klikneme na stavový řádek, zobrazí se výběr, kde máme možnost změnit typ řízení, viz obrázek 12.



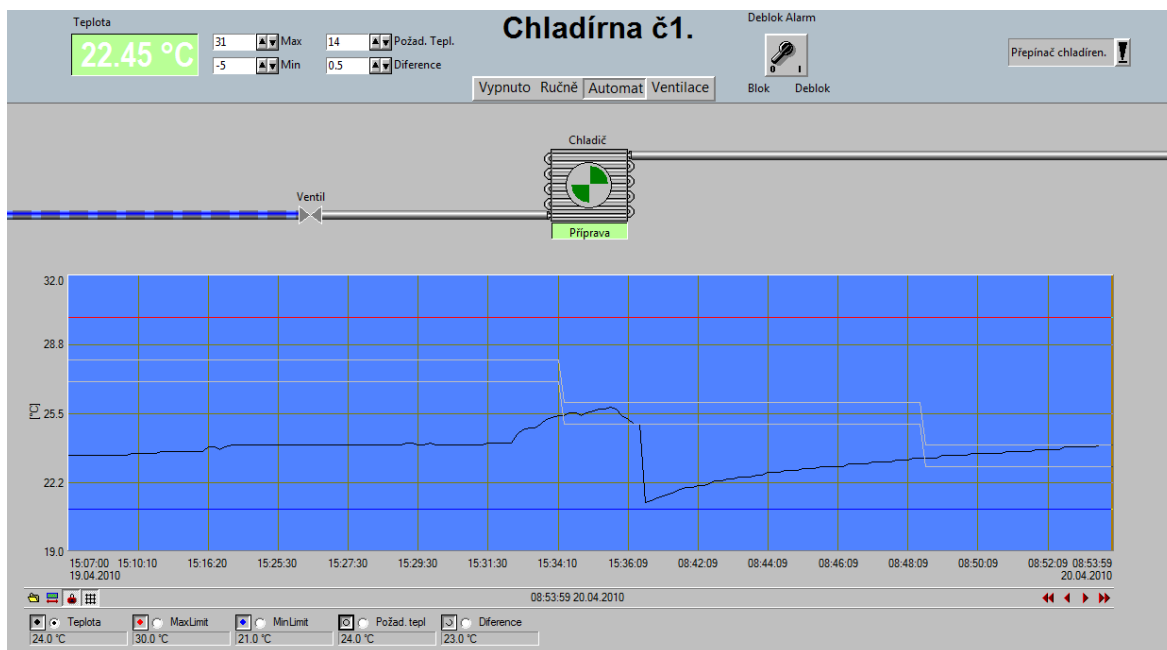
Obrázek 11 – Půdorys objektu.



Obrázek 12 – Panel změna typu řízení.

9.4 Chladírna

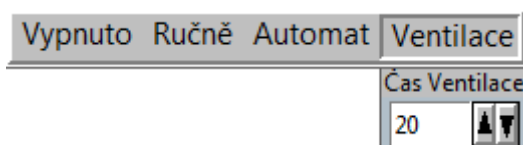
Chladírna je panel, který se zabývá výhradně zvolenou chladírnou, viz obrázek 13. Ve vrchní části je umístěn opět displej zobrazující aktuální teplotu. Tento displej může měnit barvu dle toho, v jaké části limity se teplota nachází. Vedle sebe je umístěno nastavení limit „Min“ a „Max“, sloužící k nastavení teplotní limity, kterou by teplota neměla překročit. Pokud jednu z limit teplota překročí, bude vyvolán příslušný alarm a teplota na displeji se zobrazí červenou barvou při překročení „Max“ limity, nebo modře při překročení „Min“ limity. Vpravo se nachází nastavení požadované teploty a diference řízení. Řízení teploty v chladírně se řídí pomocí těchto dvou hodnot. Použité řízení je typu on/off, při překročení požadované teploty se vypíná žárovka (ventil) a po několikasekundovém zpoždění je vypnut i ventilátor. Po překročení teploty nad nastavenou diferencí se zapne žárovka a po několikasekundovém zpoždění i ventilátor. Důležitým prvkem na tomto panelu je přepínač „Deblok Alarm“, sloužící pro deblokaci alarmů. Je přístupný jen pro přihlašovací úroveň master a vyšší. Vpravo je umístěn rozvinovací seznam, který slouží pro rychlý přesun na jinou chladírnu.



Obrázek 13 – Vizualizace chladírny č.1

9.5 Změna typu řízení chladírny

Uprostřed pod názvem chladírny je umístěn přepínač typu řízení, viz obrázek 14. Umožňuje výběr: „Vypnuto“, „Ručně“, „Automat“, „Ventilace“. Ve vypnutém stavu je chladírna neaktivní, tudíž nebude vyvolávat žádné alarmy. V poloze „Ručně“ jsou napevno nastaveny výstupy pro žárovku (ventil) i ventilátor. Automat se řídí požadovanou teplotou a diferencí způsobem popsáním v předchozím odstavci. Při zvolení volby „Ventilace“ (určeno pro účel odtávání námraz na výparníku) se zobrazí malý panel, na kterém je možno nastavit dobu ventilace. Po vypršení této doby bude řízení předáno automatu.

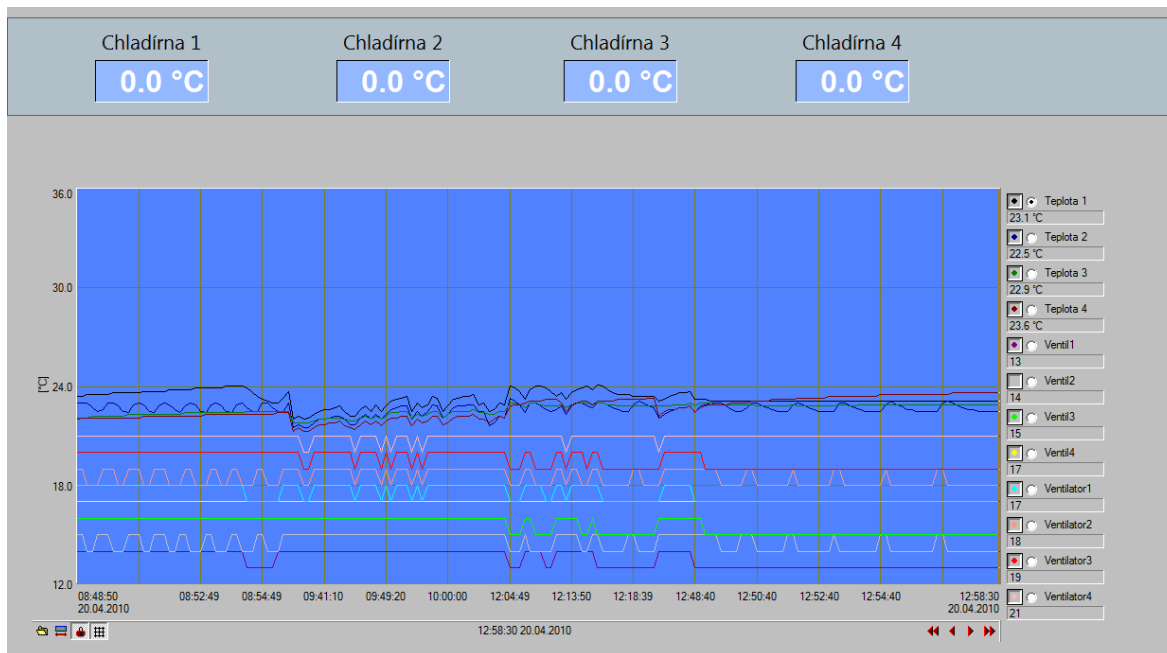


Obrázek 14 – Panel změna typu řízení v chladírně.

9.6 Graf chladírny

Graf chladírny zobrazený na obrázku 13, znázorňuje závislost teploty na čase. Zaškrtnutím některého z tlačítek dole je možné přidat do grafu řadu limit, požadované teploty nebo difference. Graf chladírny je navržen tak, aby vyhovoval potřebám analýzy záznamu teplot. Umožňuje stisknutím zámku dole pod grafem zamknout graf a posouváním kurzoru analyzovat jednotlivé veličiny ve vybraném čase. Graf je vybaven funkcí změny zobrazovaného časového intervalu stisknutím ikony pod grafem. Pro potřeby analýzy starších záznamů se teploty uchovávají až 1 rok zpětně. Stisknutím ikony složky pod grafem lze vyvolat jednotlivé archivované dny se záznamy teplot. Všechny tyto nástroje pro analýzu jsou zpřístupněny pouze přihlášeným uživatelům s oprávněním master.

9.7 Panel Graf

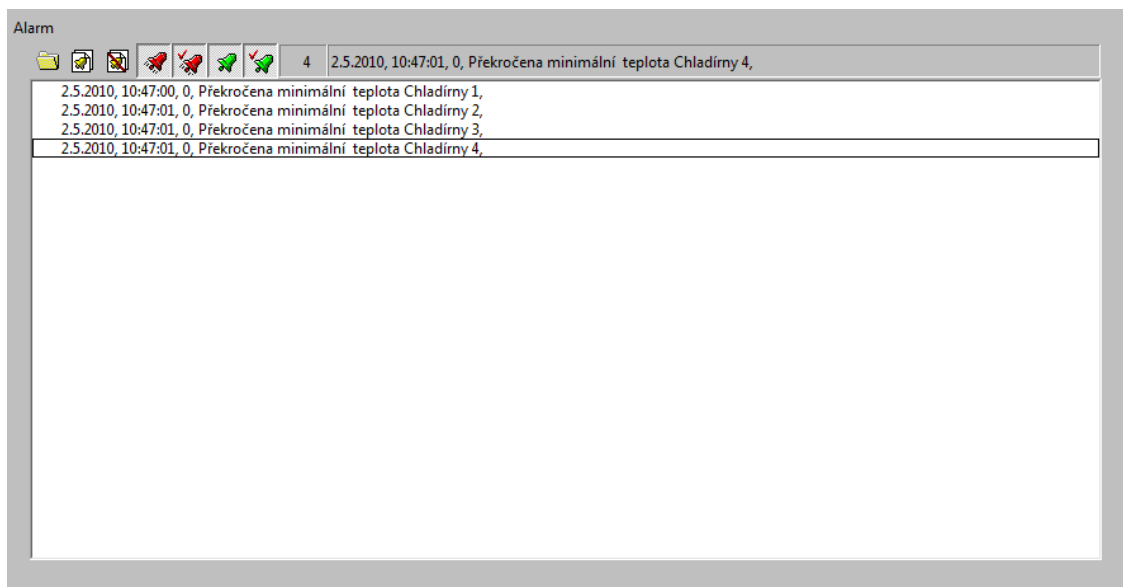


Obrázek 15 – Panel Graf.

V panelu graf, viz Obrázek 15, který je přístupný všem uživatelům je možné pozorovat všechny teploty v jednom grafu i jednotlivé výstupní signály pro zapínání ventilů a ventilátorů. To vše je zde možné velice elegantně porovnávat a analyzovat případné potíže. Tento společný graf má stejné možnosti analýzy jako graf chladíren popsáný v předchozím odstavci.

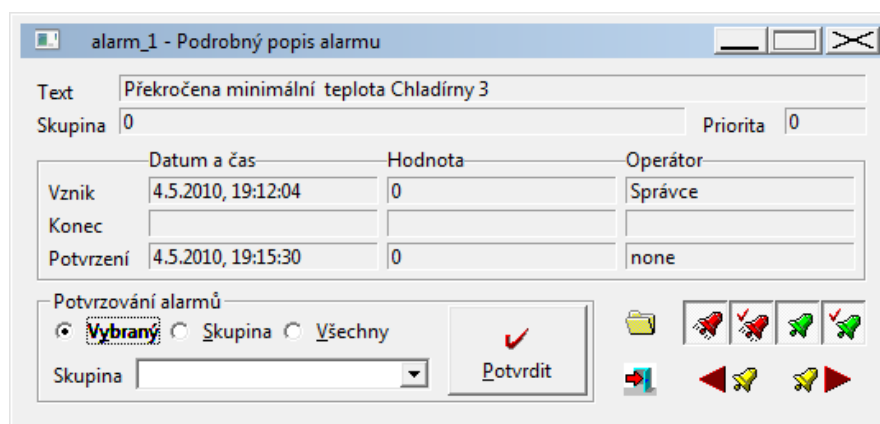
9.8 Alarm

Tento panel je určen pro přehled, analýzu a archivaci alarmů. Zde je možné vidět aktivní alarmy a jejich významy. Po kliknutí na jednotlivé alarmy je lze otevřít a zobrazit detailní informace. Jak je vidět na níže uvedeném obrázku 16, veškeré alarmy jsou archivovány a lze je zpětně prohlížet kliknutím na složku vlevo nahoře, viz obrázek 16. Prostřednictvím alarmů je zajištěna bezpečnost uchovávaného zboží s ohledem na teplotu v prostorách chladíren. Po překročení některé z limit je vyvolán alarm a obsluha chlazení by na tyto alarmy měla zareagovat.



Obrázek 16 – Panel Alarm.

V informativním panelu na obrázku 17 vidíme, kdy byl alarm vyvolán, kdy byl ukončen, a kdo byl momentálně přihlášen. Obsluha by alarm měla potvrdit, čímž dá najevo, že o problému ví a je seznámena s významem alarmu a jeho důsledky. To vše je archivováno a lze zpětně dohledat.



Obrázek 17 – Podrobný popis alarmu

9.9 Master

Tento panel slouží výhradně tvůrci aplikace pro nastavení vzhledu aplikace, komunikačních a regulačních parametrů a správnou funkci všech procedur. Umožňuje měnit rozsah grafu, ve kterém budou moci být zobrazovány aktuální hodnoty. Dále umožňuje měnit rozsahy hodnot zadávaných do polí „Min“ a „Max“, „Pozad tepl“, „Diference“. Tím je možné zamezit změně některé z těchto hodnot na úroveň, která by neměla opodstatnění nebo byla nesmyslná.

10 Rozšiřitelnost

System je možno rozšířit na 255 kusů měřících karet v základním provedení a za pomoci repeateru dalších 255 modulů. Vzdálenost měřících míst od PC je max. 1200 metrů což odpovídá parametrům komunikace pomocí RS485 s krouceným twist párem vodičů. Lze rozšířit o měření kterékoliv fyzikální veličiny, která jde převést na elektrický signál jako je např. teplota, tlak a diference tlaku, vlhkost, pH, průtok, hladina, vodivost, apod.

System je možno rozšířit o řízení výkonných prvků dle potřeb technologie a výroby chladu s možností nastavení požadavků obsluhou strojovny chlazení. Tím je zajištěna modularita systému a principu rozšiřitelnosti. V případě přidání dalších karet Adam můžeme systém doplnit o další měřená místa, a to nejen chladíren. Aplikace umožňuje rozšíření, které by umožňovalo měřit a řídit případně i celý systém chlazení.

V případě rozšíření systému o další technologické celky, které by vyžadovaly vyšší úroveň zabezpečení, je možno řídicí procedury implementovat do průmyslového počítače neboli PLC. V našem případě bych volil PLC od firmy Siemens model Simatic vhodné řady. PLC by bylo propojeno s PC pomocí Rs485 nebo Profibus DP. PC by zastávalo funkci převážně vizualizační s mírným podílem na řízení a nastavení parametrů. PLC bych naprogramoval tak, aby vykonávalo stěžejní procedury nutné pro chod systému. Tudíž při výpadku komunikace by systém mohl dál běžet v nouzovém režimu s implicitním nastavením.

11 Závěrečné zhodnocení

Pro tuto bakalářskou práci jsem vytvořil model chladíren, který z důvodů jednoduchosti byl realizován pro účely topení. Model je plně funkční a v příloze A je přiloženo elektrické schéma zapojení. Veškerou elektroinstalaci jsem vytvářel dle platných norem. Shodná sestava může být instalována ve skutečném průmyslovém provozu, ovšem s větším důrazem na odstranění rušení v případě stíněných kabelů SYKFY, JYTY nebo CMFM pro snímání teploty. Pro přívod k elektromagnetickému ventilu s cívkou 230V, 50 Hz a příkonem 10W by byly použity kabely CYKY 3x1,5 /c a pro ventilátor kabel CYKYj 4x s požadovaným průřezem dle výkonu ventilátorů.

Aplikace je hotová a odladěná pro použití. Při jejím návrhu a realizaci jsem se řídil požadavky v kapitole 7, většinu z nich se podařilo splnit. Interaktivnost je vyřešena v plném rozsahu. U každého přístroje jsou definovány vysvětlivky zobrazující se v popisku - bublině nad přístrojem. Ovládání je jednoduché pro aktivaci přístrojů, stačí jednou kliknout myší na jeho povrch. Z každé plochy panelu je možno přejít na jiný panel několika způsoby. Bezpečnost je řešena především pomocí alarmů, případně výstrahy, které informují obsluhu o blížícím se nebezpečí. Veškerá naměřená a zpracovaná data se archivují do dvou „Backup“ souborů. Tyto soubory jsou kyvadlově přepínány, vždy po 15s se data ukládají do jednoho z nich. Pokud by se stalo, že jeden z „Backupu“ selže, nahradí ho druhý, tím jsou data v bezpečí. Spolehlivost je zaručena dlouhým a vytrvalým testováním aplikace několika uživateli. O požadavku modularity jsem se již zmiňoval v kapitole 10. Posledním požadavkem je návratnost. Aby bylo možné odhadnout návratnost celého systému, musel by být znám systém o prostředí předchozí. V každém případě tato aplikace může přinést úspory lepší regulací teploty bez zbytečných překmitů, pravidelným a dobře nastaveným odtáváním. V některých případech by aplikace mohla částečně nahradit i pracovní sílu. Dále bych doporučoval provozovateli zařízení doplnit do tohoto systému přivolávací pagery nebo GSM systémy pro včasné přivolání vzdálené obsluhy.

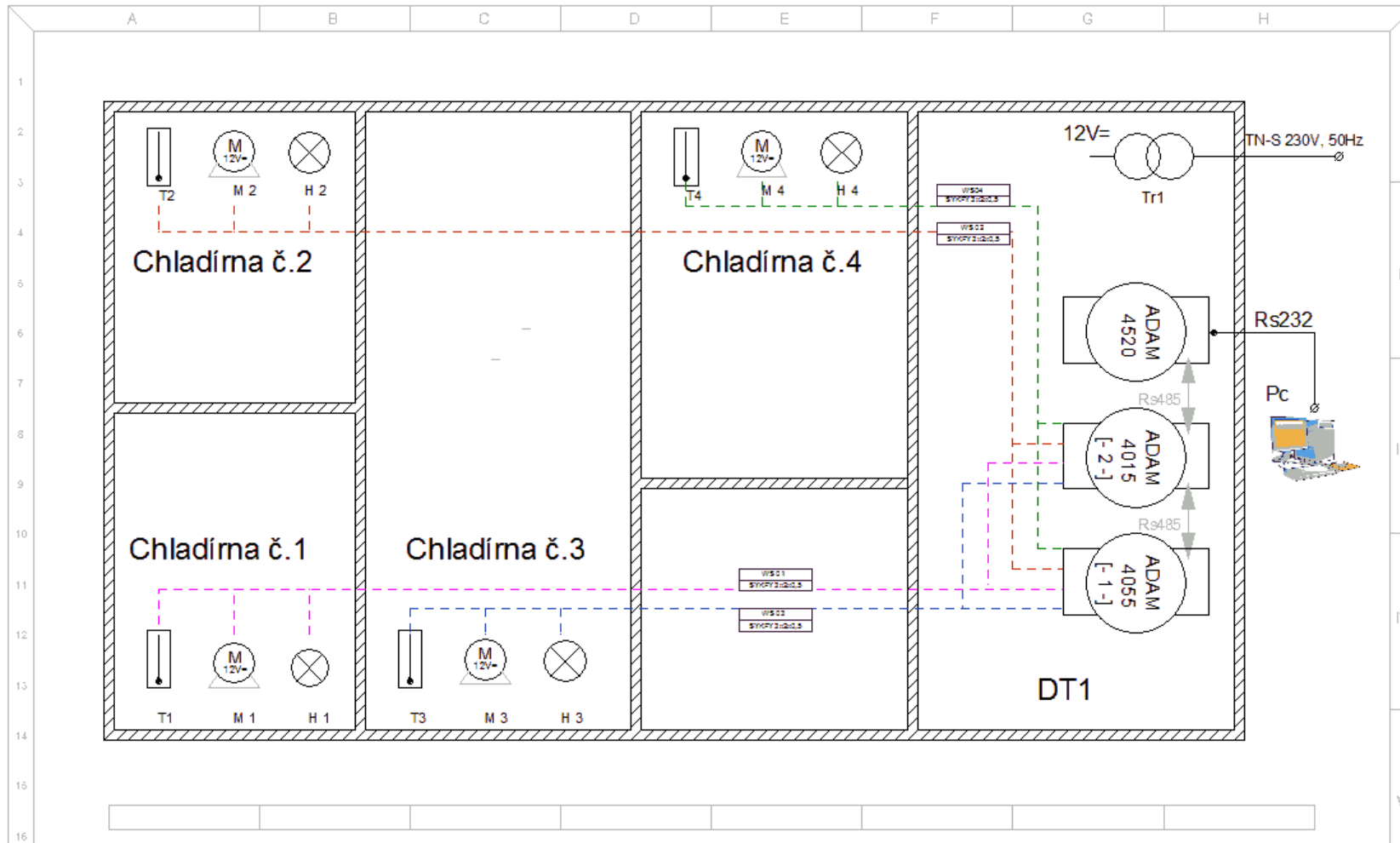
V porovnání s konkurenčními měřícími a řídicími SW aplikacemi se zde vytvořená SW aplikace vyznačuje především interaktivností pro běžného uživatele a přehledností zobrazovaných přístrojů s názornou ukázkou stavu, v jakém se systém nachází.

12 Použité zdroje

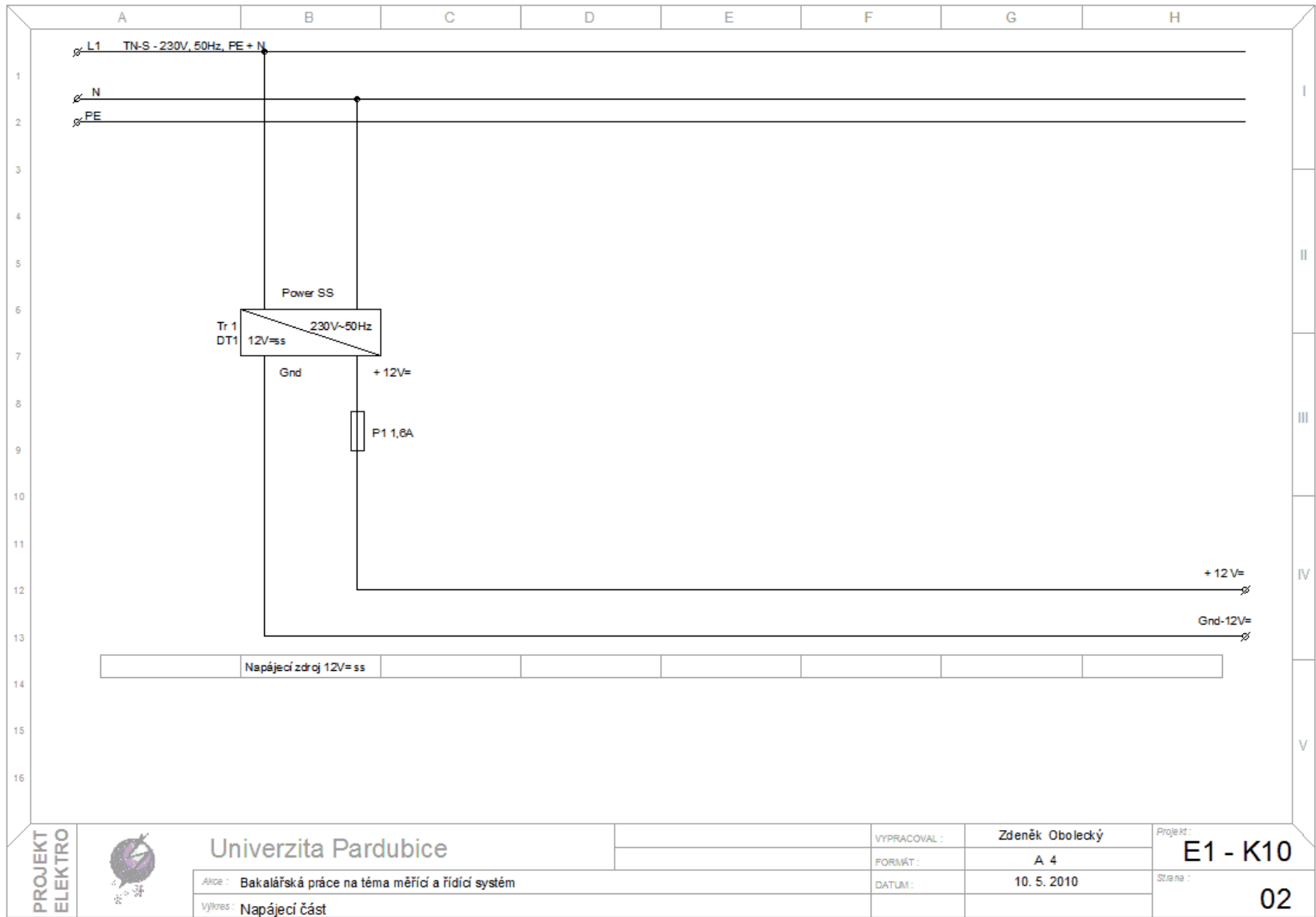
- [1] Johnson Controls [online]. 2006 [cit. 5.5.2010] Dostupné na:
<http://compweb.sabroe.com/compweb/images/SMC108_blaa_small.jpg>.
- [2] Tacl, L. servis průmyslového chlazení [online]. 2009 [cit. 5.5.2010] Dostupné na:
<<http://www.tacl.cz/picturex.php?img=../img-data/gal-4-thumb2.jpg>>.
- [3] Kelvin In Wikipedia : the free encyclopedia [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 2010 [cit. 5.5.2010]. Dostupné na:
<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Kelvin>>.
- [4] Stupeň Celsia In Wikipedia : the free encyclopedia [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 2010 [cit. 5.5.2010]. Dostupné na:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Stupe%C5%88_Celsia>.
- [5] Stupeň_Fahrenheita In Wikipedia : the free encyclopedia [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 2010 [cit. 5.5.2010]. Dostupné na:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Stupe%C5%88_Fahrenheita>.
- [6] Stupeň_Réaumura In Wikipedia : the free encyclopedia [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 2010 [cit. 5.5.2010]. Dostupné na:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Stupe%C5%88_R%C3%A9aumura>.
- [7] Kmínek, M. [online]. 2009 [cit. 5.5.2010] Dostupné na:
<<http://uprt.vscht.cz/kminekm/mrt/F4/F4k43-o439.gif>>.
- [8] Pisklák, P. [online]. 2009 [cit. 5.5.2010] Dostupné na:
<<http://plcecka.cz/images/pt100.jpg>>.
- [9] Tvt Electronic [online]. 2010 [cit. 5.5.2010] Dostupné na:
< <http://www.tvt.in.th/image1.php?id=963> >.
- [10] Fryš, J. [online]. 2005 [cit. 2.5.2010] Dostupné na:
<<http://www.quido.cz/mereni/teplo3.jpg>>.
- [11] Kadlec, K. Měřicí a řídicí technika [online]. 2006 [cit. 3.5.2010] Dostupné na:
<http://web.vscht.cz/kadleck/archiv/mrt_fpbt/prednasky/8-FPBT06-Teplota.pdf>.
- [12] Kreidl, M. Měření teploty - senzory a měřící obvody .
Praha, BEN – Technická literatura 2005. 240 s. ISBN 80-7300-145-4.
- [13] Jirka & Spol. [online]. 20010 [cit. 5.5.2010] Dostupné na:
<http://www.prag-info.cz/_shop/image_0232005hi/1241011572pyrometr_AR.JPG>.

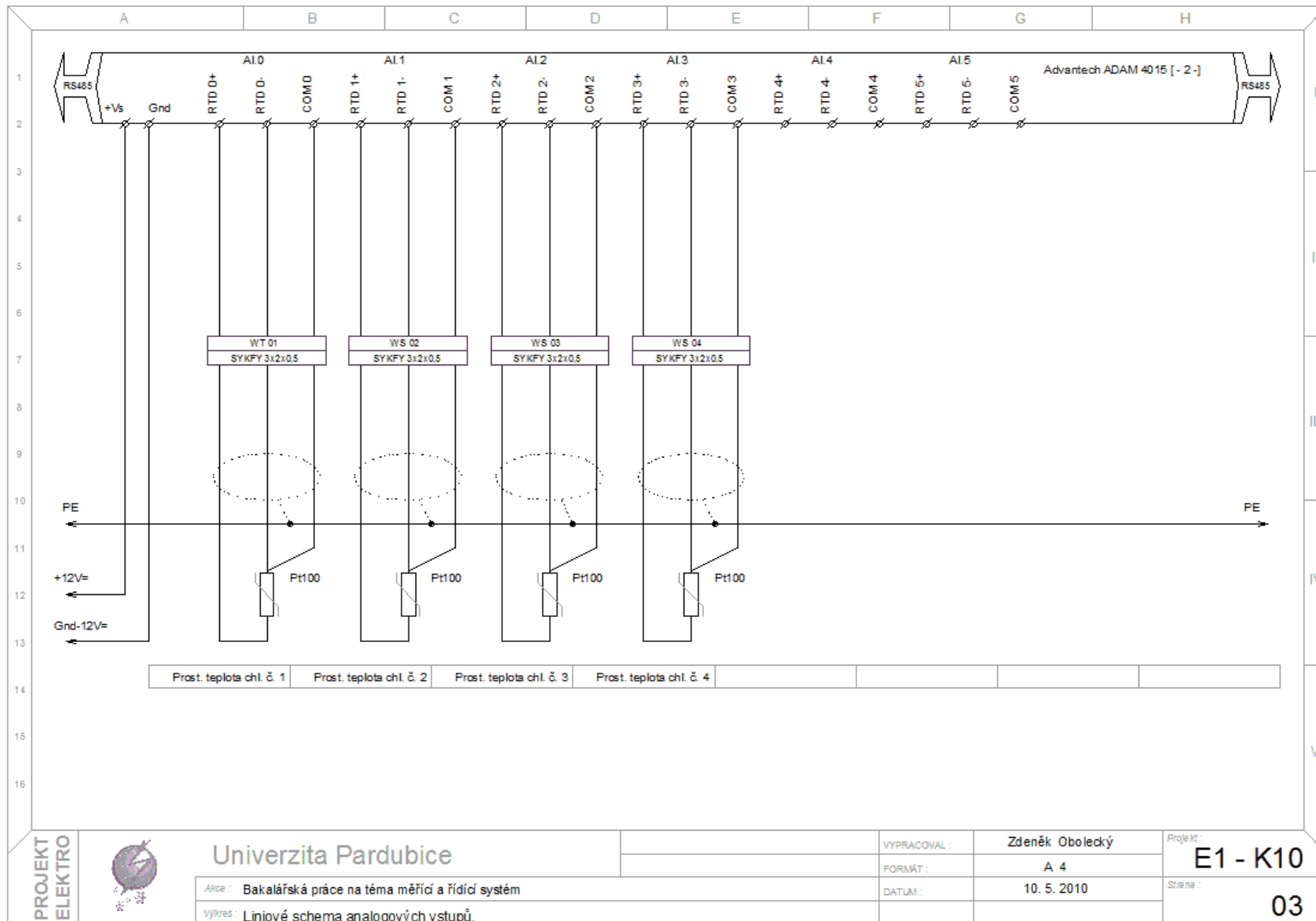
- [14] JSP. [online]. 20010 [cit. 5.5.2010] Dostupné na:
http://www.jsp.cz/images/produkty/obr_0824.JPG >.
- [15] Moravské přístroje. Programový systém Control Web.
<<http://www.mii.cz/art?id=380&cat=146&lang=405>>.

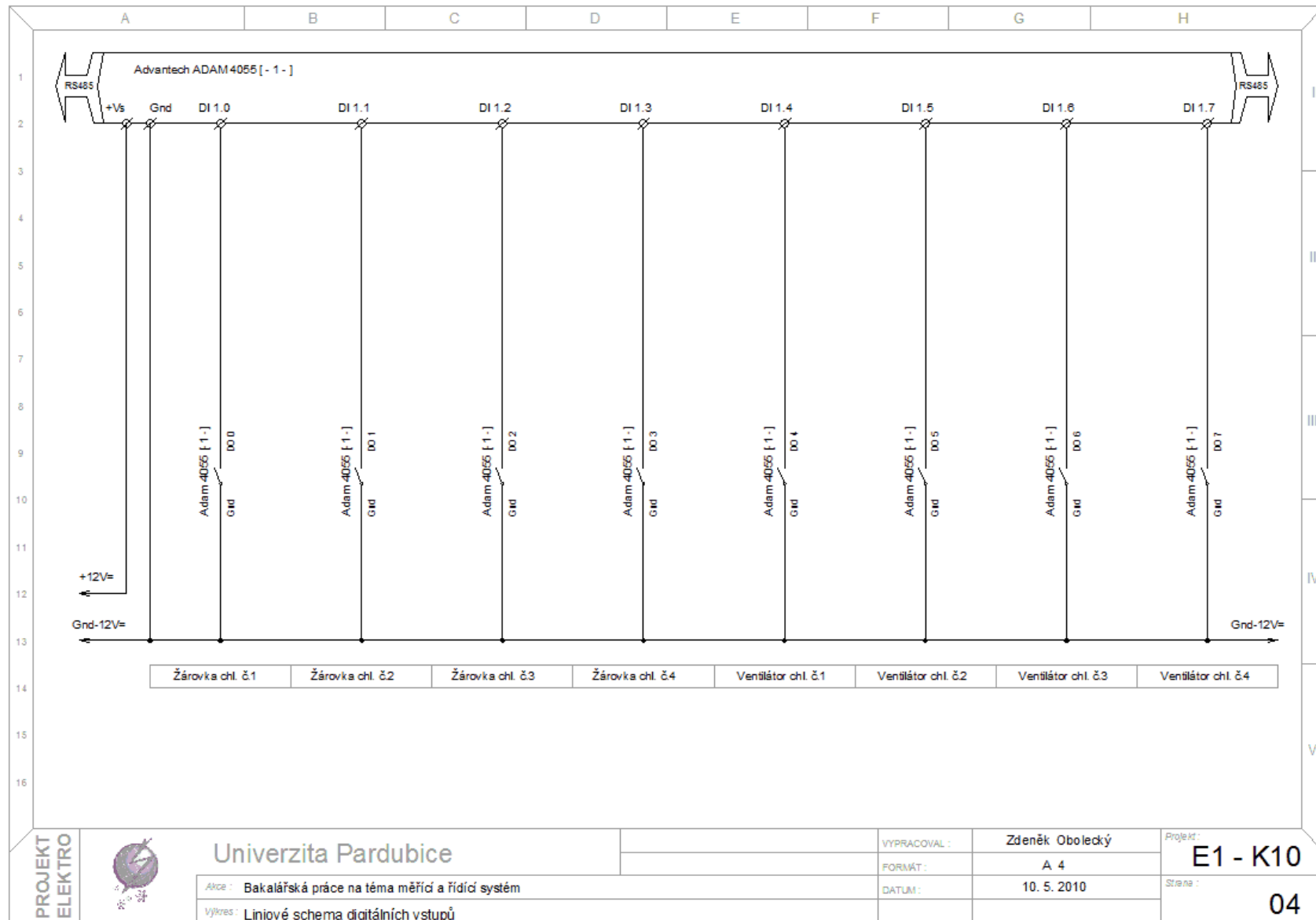
Příloha A – Elektrické schéma

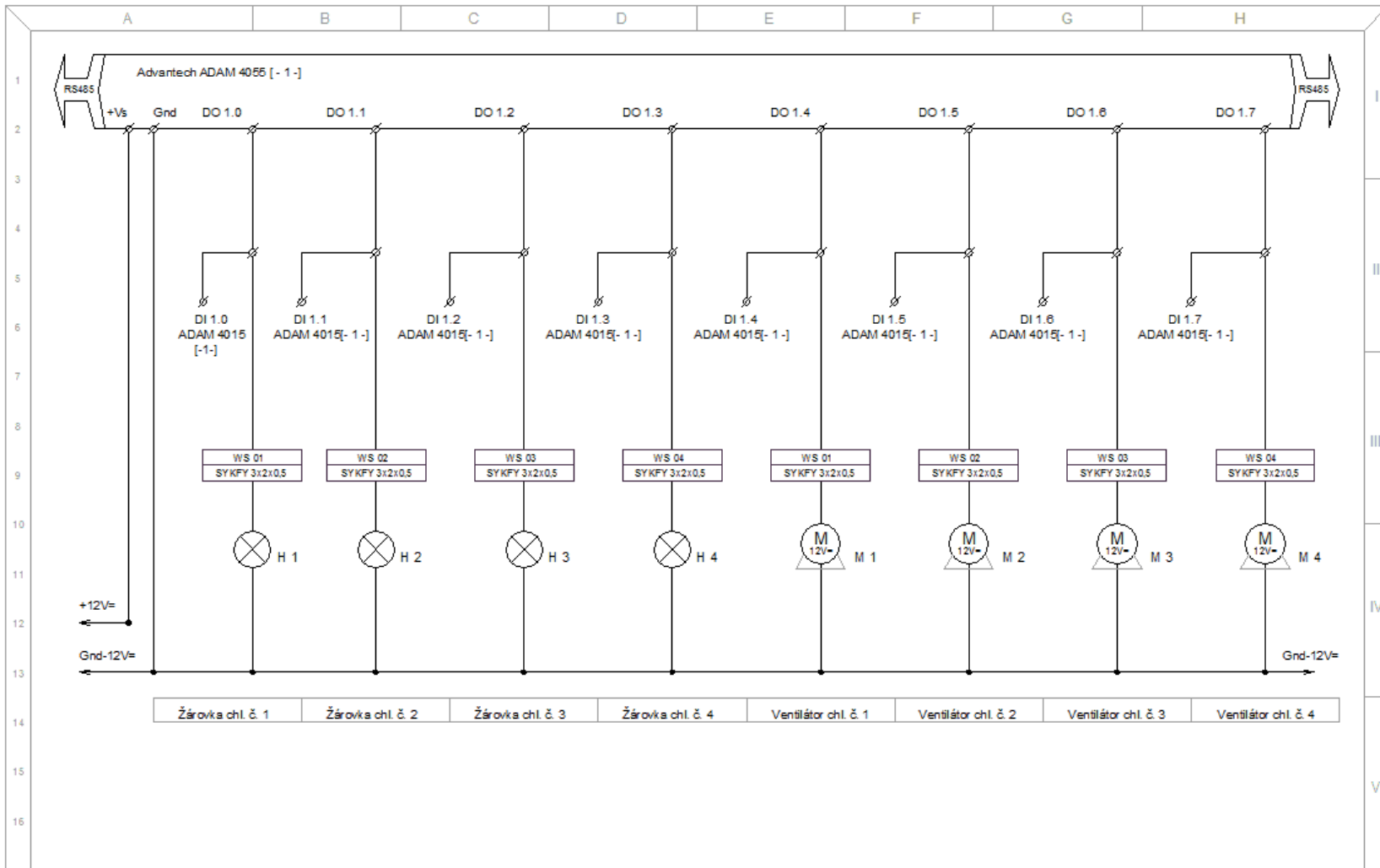


PROJEKT ELEKTRO 	Univerzita Pardubice		VYPRACOVAL Zdeněk Obolecký	Projekt: E1 - K10
	Akce : Bakalářská práce na téma měřící a řídicí systém		FORMÁT A 4	Strana : 01
Vykres : Poziční schéma - půdorys		DATUM 10. 5. 2010		









PROJEKT
ELEKTRO



Univerzita Pardubice

Akce: Bakalářská práce na téma měřicí a řídicí systém

Výtisk: Liniové schéma digitálních výstupů.

VYPRACOVAL:

Zdeněk Obolecký

FORMÁT:

A 4

DATUM:

10. 5. 2010

Projekt:

E1 - K10

Strana:

05