

# Vzdálená správa parametrů stroje

Bc. Tomáš Harik

---

Diplomová práce  
2015



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky  
akademický rok: 2014/2015

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Tomáš Harik**  
Osobní číslo: **A13431**  
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**  
Studijní obor: **Automatické řízení a informatika**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Vzdálená správa parametrů stroje**  
Téma anglicky: **The Remote Management of Machines' Parameters**

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte literární rešerši na téma "Dálkové nastavování parametrů výrobního zařízení".
2. Popište současný způsob nastavování parametrů pro konkrétní stroj.
3. Vytvořte aplikaci pro správu parametrů.
4. V PLC Beckhoff vytvořte funkční blok, který bude sloužit pro komunikaci s aplikací.
5. Ověřte funkčnost a zhodnoďte dosažené výsledky, případně problémy.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. **HANÁK, Ján. Programování v jazyce Visual Basic 2010. Vyd. 1. Kralice na Hané: Computer Media, 2011, 159 s. ISBN 978-807-4021-121.**
2. **HALVORSON, Michael. Microsoft Visual Basic 2010: krok za krokem. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2010, 480 s. ISBN 978-80-251-3146-6.**
3. **BAI, Ying. Practical database programming with Visual Basic.NET: krok za krokem. 2nd ed. Hoboken, N.J.: Wile, c2012, xxvii, 868 p. ISBN 978-111-8162-057.**
4. **MARTINEK, Radislav. Senzory v průmyslové praxi. 1. vyd. Praha: BEN – technická literatura, 2004, 207 s. ISBN 80-730-0114-4.**
5. **VLACH, Jaroslav. Řízení a vizualizace technologických procesů. 1. vyd. Praha: BEN – technická literatura, 1999, 159 s. ISBN 80-860-5666-X.**
6. **PÍSEK, Slavoj. Access 2007. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 99 s. Snadno a rychle (Grada). ISBN 978-80-247-1966-5.**
7. **ŠMEJKAL, Ladislav. PLC a automatizace. 1. vyd. Praha: BEN – technická literatura, 2005, 207 s. ISBN 80-730-0087-3.**
8. **MCCLURE, Brian. Beckhoff New Automation Technology TwinCAT 2. In: [online]. [cit. 2015-02-02]. Dostupné z: [ftp://ftp.beckhoffautomation.com/TwinCAT\\_Manual/TwinCAT%20%20Manual%20v3.0.1.pdf](ftp://ftp.beckhoffautomation.com/TwinCAT_Manual/TwinCAT%20%20Manual%20v3.0.1.pdf)**

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Tomáš Sysala, Ph.D.**

Ústav automatizace a řídicí techniky

Konzultant:

**Petr Hampl**

externí

Datum zadání diplomové práce:

**27. února 2015**

Termín odevzdání diplomové práce:

**20. května 2015**

Ve Zlíně dne 27. února 2015



doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.  
*děkan*



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.  
*ředitel ústavu*

### **Prohlašuji, že**

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

### **Prohlašuji,**

- že jsem na diplomové/bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....

podpis diplomanta

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce se zabývá vytvořením aplikace pro vzdálenou správu parametrů uložených v databázi a dále vytvořením funkčního bloku v PLC pro komunikaci s aplikací. Teoretická část popisuje hardwarové komponenty pro řízení stroje a rozdíl mezi klasickým PLC a softwarovým PLC. Praktická část popisuje funkčnost vytvořené aplikace a komunikačního bloku.

Klíčová slova: PLC, TwinCAT, software PLC, ADS, OLE DB, komunikace

## **ABSTRACT**

Diploma thesis deals with the creation of applications for remote management parameters stored in a database and creating functional block in the PLC to communicate with the application. The theoretical part describes the hardware components to control a machine and the difference between classic PLC and software PLC. The practical part describes the functionality of created application and communication block.

Keywords: PLC, TwinCAT, software PLC, ADS, OLE DB, communication

Poděkování, motto

Chtěl bych poděkovat vedoucímu diplomové práce panu Ing. Tomášovi Sysalovi, Ph.D. za cenné připomínky a rady, které vedly ke zdárnému vypracování této práce. Dále bych chtěl poděkovat panu Petrovi Hamplovi za odborné konzultace při zpracování praktické části. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat rodině, která mi poskytla zázemí a možnost studovat.

*„Pověz mi a zapomenu. Ukaž mi a já si vzpomenu. Nech mne se zúčastnit a já pochopím.“*

Konfucius

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>10</b>
<b>1 SOUČASNÝ STAV</b> .....	<b>11</b>
1.1 OBDOBNÁ ŘEŠENÍ FIREM .....	11
1.1.1 ČZ a.s. divize Slévárny hliníku ve Strakonících .....	11
1.1.2 Ideal Automotive Bor u Tachova .....	12
1.1.3 Prakab Praha a NKT Cables - Kablo Kladno .....	13
<b>2 POPIS ŘÍDICÍHO SYSTÉMU</b> .....	<b>15</b>
2.1 POROVNÁNÍ STRUKTURY ŘÍDICÍCH SYSTÉMŮ .....	15
2.2 POUŽITÉ KOMPONENTY .....	17
2.2.1 Průmyslové PC .....	17
2.2.2 Dotykový panel .....	18
2.2.3 Záložní baterie.....	18
2.2.4 Sběrníková spojka .....	19
2.2.5 Použité typy karet.....	19
<b>3 POUŽITÉ SW NÁSTROJE</b> .....	<b>21</b>
3.1 MICROSOFT ACCESS 2007 .....	21
3.1.1 Vytvoření databáze.....	21
3.2 MICROSOFT VISUAL BASIC 2010.....	22
3.2.1 Stručný popis vývojového prostředí.....	22
3.2.2 Propojení s Microsoft Access databází .....	23
3.3 TWINCAT .....	24
3.3.1 TwinCAT System Manager.....	24
3.3.2 TwinCAT Control PLC.....	25
3.3.3 ADS.....	27
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>31</b>
<b>4 POPIS NASTAVENÍ PARAMETRŮ PŘED PŘESTAVBOU STROJE</b> .....	<b>32</b>
4.1 STANOVENÍ CÍLŮ A VÝHOD DIPLOMOVÉ PRÁCE.....	32
<b>5 BLOKOVÉ SCHÉMA SPRÁVY DAT PRO ŘÍZENÍ</b> .....	<b>33</b>
<b>6 APLIKACE PRO SPRÁVU PARAMETRŮ</b> .....	<b>35</b>
6.1 KOMUNIKACE DATABÁZE – APLIKACE .....	35
6.2 KOMUNIKACE APLIKACE – PLC .....	38
6.3 ZABEZPEČENÝ PŘÍSTUP.....	39
6.4 KONFIGURACE PARAMETRŮ.....	39
6.4.1 Čtení z PLC .....	41
6.4.2 Zápis do PLC.....	43
6.5 REPORT .....	45
<b>7 POPIS PROGRAMU PRO PLC</b> .....	<b>47</b>

7.1	FUNKČNÍ BLOK PRO KOMUNIKACI S APLIKACÍ.....	47
<b>8</b>	<b>OVĚŘENÍ FUNKČNOSTI.....</b>	<b>49</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>51</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>52</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>55</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>57</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>59</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>60</b>

## ÚVOD

Doby, kdy se obecně výrobní proces mohl spolehnout z větší části na lidskou přesnost, rychlost a další důležité faktory, jsou v některých ohledech už dávno překonány.

Bez automatizace řídicích systémů ve světě automobilového průmyslu si už výrobu lze jen stěží představit. Stupňující se požadavky koncových výrobců automobilů na kvalitu, životnost a cenu jednotlivých dílů od dodavatelů vzaly za své. Dodavatelé jsou tímto nuceni investovat nemalé finanční prostředky, pokud chtějí získat nové, nebo udržet stávající zakázky ve tvrdé konkurenci na trhu. Zavádějí přitom nové řídicí systémy, které si hravě poradí s konfigurací parametrů, případně pomohou se sběrem výrobních dat pro aktuální případně pozdější přehlednost dané výroby. Někteří dodavatelé se rozhodnou pro inovaci stávajících řídicích systémů, které jsou buď nedostatečné, stávají se zastaralými, jsou velmi často poruchové a nákladné, nebo už zkrátka z jiného důvodu nevyhovují.

V této diplomové práci je kladen požadavek na vytvoření aplikace pro vzdálenou správu výrobních parametrů v programu Microsoft Visual Basic 2010. Přihlášení do aplikace bude provedeno přes přihlašovací formulář. Aplikace musí umožnit zpětné dohledání výrobních dat a jejich přehledné vypsání. Dalším požadavkem je vytvoření funkčního bloku v řídicím systému PLC Beckhoff, který bude komunikovat s aplikací.

Diplomová práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Teoretická část obsahuje vypracovanou rešerši obdobných řešení ve firmách. V dalším bodě je popsán podrobněji použitý programovatelný automat Beckhoff. Následně jsou přiblíženy jednotlivé softwarové nástroje, které byly použity při vypracování této práce. Praktická část popisuje současný způsob nastavování parametrů na stávajícím stroji. Dále je uvedeno z jakých základních komponent se zařízení skládá. Následně je přiblížen způsob tvorby a propojení aplikace a její struktura. Předposlední bod obsahuje samotné vytvoření funkčního bloku pro komunikaci s aplikací. Součástí posledního bodu je souhrn výsledků a řešení problému, které se při zpracování podařilo odstranit.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 SOUČASNÝ STAV

První část je věnována rešerši obdobných řešení. Bude zde pojednáno, jaké jsou možnosti realizace ohledně problematiky správy dat výrobního stroje.

### 1.1 Obdobná řešení firem

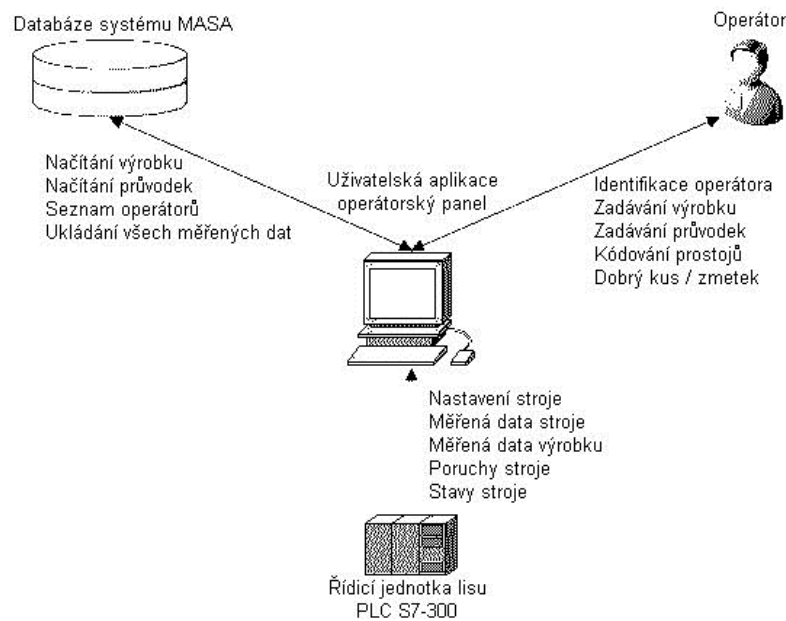
V dnešní době se problematice automatizovanému řízení věnuje celá řada řídicích systémů vyhodnocující jednotlivé signály a data. Mezi nejznámější výrobce řídicích systémů je možné zařadit např. Beckhoff, Siemens, ABB, Allen-Bradley, Mitsubishi. Z českých výrobců se jedná např. o firmu Teco.

#### 1.1.1 ČZ a.s. divize Slévárny hliníku ve Strakonících

Firma Elekt Labs s.r.o. zabývají se zaváděním systémů pro plánování a sběr dat popisuje ve článku [1], jakým způsobem se podařilo realizovat připojení dvou nízkotlakých licích strojů k informačnímu systému MASA (měřicí a statistická aplikace) pro monitorování a vyhodnocení strojů a linek v prostředí ČZ a.s. divize Slévárny hliníku ve Strakonících. MASA je aplikace vyvinutá právě realizující firmou a je určena pro monitorování a vyhodnocování stavů strojů, zařízení a dalších technologických celků na základě automatizovaného sběru dat. Cíl aplikace je jednoznačný. Soustavně a rychle identifikovat problémová místa, aby bylo možné odstranit případné problémy a tím přispět k podstatné úspoře nákladů a v neposlední řadě přispět ke zvýšení jakosti a kvantity výroby.

Jako řídicí jednotka všech lisů je použito PLC Siemens řady S7-300. Byl vybrán průmyslový počítač (dále jen IPC), který má dva ethernetové konektory (jeden bude použit pro technologickou síť a druhý pro oddělené připojení do lokální sítě lisu), USB rozhraní pro připojení S7 PC Adapteru a 15" dotykovou obrazovku. IPC bylo zapraveno do ocelového rozvaděče, který byl upevněn na bok hlavního rozvaděče lisu.

Z obr. 1 je patrné, že uživatelská aplikace je řídicí systém celého projektu. Aplikace totiž zpracovává všechna data a obstarává komunikaci mezi subsystemy a operátorem, a proto není potřeba jiného externího řešení (OPC server apod.). [1]



Obr. 1 – Diagram datového toku. [1]

Veškeré informace o měřených a nastavovaných veličinách se čtou z řídicí jednotky PLC lisu tak, aby nebyl možný zásah lidského faktoru. Další informace zajišťuje operátor, který na lisu pracuje. Operátor má tedy na starost zadávání informací ohledně typu výrobku, čísla průvodky a rozhodne, jestli je výrobek dobrý či zmetek. Pokud operátor nadefinuje nové typy výrobků či vloží číslo průvodky, bude tento záznam uložen taktéž do databáze. Následně již stačí zadat pouze číslo výrobku a ten se nadefinovaný načte do aplikace. [1]

### 1.1.2 Ideal Automotive Bor u Tachova

Strojirenský měsíčník MM Průmyslové spektrum popisuje automatizaci výrobní linky Deltamatic na výrobu kobercových dílů do automobilů Passat v článku [2], kterou si nechala zprostředkovat firma Ideal Automotive Bor u Tachova. Realizaci provedla společnost ZAT. Koncepti řídicích systémů výrobních linek technici ZAT postavili na kvalitních komponentách firem Siemens, SEW, Endress+ Hauser a Eaton. Řídicí systém je distribuovaný s řídicím PLC Siemens řady S7-300 se vzdálenými vstupně/vstupními moduly ET-200S propojenými sítí Profibus DP. Pro monitorovací systém obsluhy byly použity panely Siemens se systémem WinCC Flexible. Elektrické zařízení stroje Deltamatic se skládá z centrálního rozvaděče, který napájí stroj a dále se skládá dále z několika rozvaděčů vzdálených I/O jednotek. Do centrálního rozvaděče je připojen hlavní

přívod a slouží k distribuci jednotlivých napětí, řízení topných polí přehřevu a ohřevu, ovládání a monitorování pohonů, včetně těch, které jsou vybaveny frekvenčními měniči. Dále slouží ke komunikaci s decentralizovanými rozváděči.

Decentrální rozváděče obsahují řídicí systém, který zajišťuje sběr signálů z čidel a spínacích prostředků (např. ventilů atd.). Komunikace s nadřazeným řídicím systémem v centrálním rozváděči je zajištěna přes sběrnici Profibus-DP. Pro ovládání a monitorování stroje jsou k dispozici dvě ovládací místa. Jedním z nich je dotykový panel umístěný na dveřích centrálního rozváděče, druhým z nich je mobilní ovládací panel.

Panely jsou používány pro přepínání automatického a ručního režimu, ruční ovládání jednotlivých částí stroje, ruční ovládání a diagnostiku forem, nastavování rychlostí měničů, nastavování technologických časů, nastavování parametrů pro jehličkový řetěz, topení, počítadlo kusů odhlášení a přihlášení operátora a další. [2]

### 1.1.3 Prakab Praha a NKT Cables - Kablo Kladno

Strojírenský měsíčník MM Průmyslové spektrum popisuje modernizaci výrobního procesu ve článku [3] firmou Adax následovně. Pro řízení strojů byly použity programovatelné automaty Siemens řady S7 300. Ty jsou komunikační linkou MPI (Multi Point Interface) propojeny s operátorským počítačem typu PC. Pro připojení linky MPI k PC je využita komunikační karta firmy Applicom (typ PCI1500-S7). Technologická data se předávají do nadřazeného SCADA systému prostřednictvím OPC (OLE for Process Control) serveru Applicom.

Vizualizaci, správu alarmů a trendování veličin (záznam a zobrazování časových průběhů) zajišťuje produkt Genesis 32 od firmy Iconics. Použité technologie COM a DCOM navíc umožňují distribuci technologických dat do podnikové sítě, případně na internet.

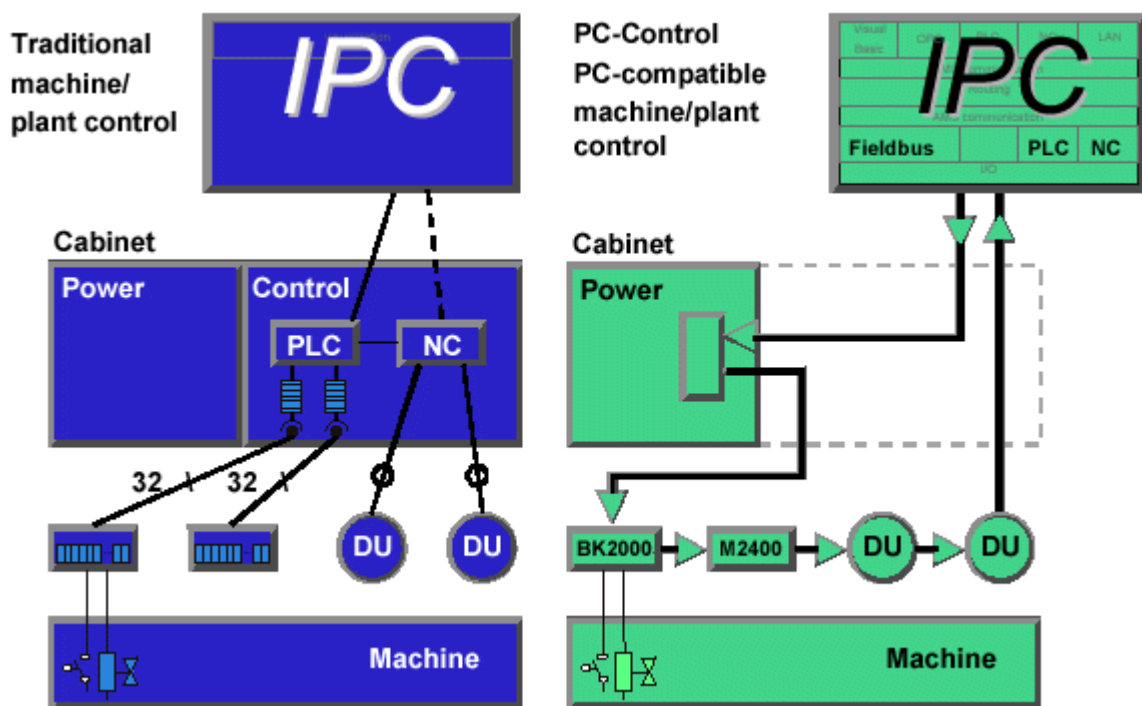
Pro grafické rozhraní procesu je použit modul GraphWorX 32, který je taktéž z hlediska přenosu dat OPC klientem. Modul má implementovaný programovací jazyk Visual Basic, pomocí něž je naprogramováno například recepturní řízení a generování protokolů pro sledování kvality výrobků. Receptury jednotlivých výrobků zadává technolog prostřednictvím MS Excelu ze vzdáleného počítače prostřednictvím podnikové sítě LAN. Obsluha před zahájením výroby z databáze výrobků vybere požadovanou

recepturu, která se bude provádět. Řídicí systém zajistí zahřátí jednotlivých sekcí extruderů na požadované teploty a dále nastaví všechny potřebné parametry pro jednotlivé stroje linky. Po uvedení linky se zapnou regulátory, které udržují nastavenou tloušťku izolace a další provozní parametry. Do databáze je proveden záznam o každém vyrobeném výrobku. Tento záznam obsahuje statistické vyhodnocení parametrů kabelu a případně označení místa, kde došlo k porušení izolace kabelu. Data jsou opět k dispozici v podnikové síti. [3]

## 2 POPIS ŘÍDICÍHO SYSTÉMU

### 2.1 Porovnání struktury řídicích systémů

Tradiční způsob znázorňuje obr. 2 (vlevo), kde se o řízení stroje stará přímo PLC nebo NC. IPC v tomto případě funkci přímo řízení stroje nezastává. Nový způsob na obr. 2 (vpravo) představuje základ pro integraci úloh PLC, NC a HMI na jedné hardwarové a softwarové platformě. [4][5]

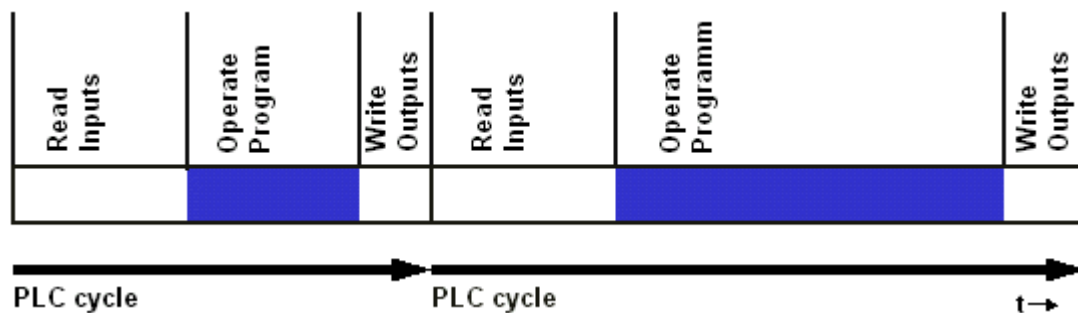


Obr. 2 – Struktury řídicích systémů. [5]

Nový přístup má následující výhody: [5]

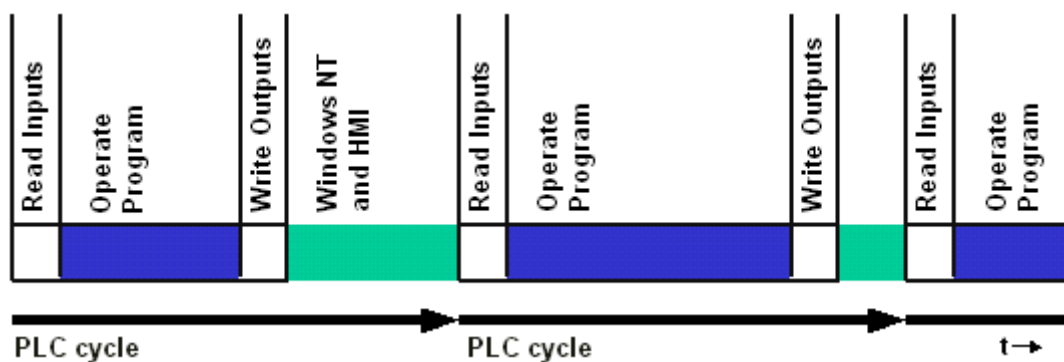
- Dovoluje téměř neomezenou paměť pro programy a data.
- Představuje vývoj pro automatizaci úloh.
- Integrace do operačního systému.
- Nízký počet komponent.

Cyklus programu klasického PLC je graficky zobrazen na obr. 3, kde dochází prvně k načtení vstupů, následuje obsluha programu a nakonec dojde k zapsání výstupů. Tento cyklus se neustále opakuje a nazývá se otočka cyklu.



Obr. 3 – Cyklus programu u klasického PLC. [5]

Cyklus softwarového PLC je zobrazen na obr. 4 a vychází z předešlého vykonávání cyklu. Cyklus je doplněn navíc o obsluhu operačního systému a HMI po zápise výstupů.



Obr. 4 – Cyklus programu u softwarového PLC. [5]

## 2.2 Použité komponenty

### 2.2.1 Průmyslové PC

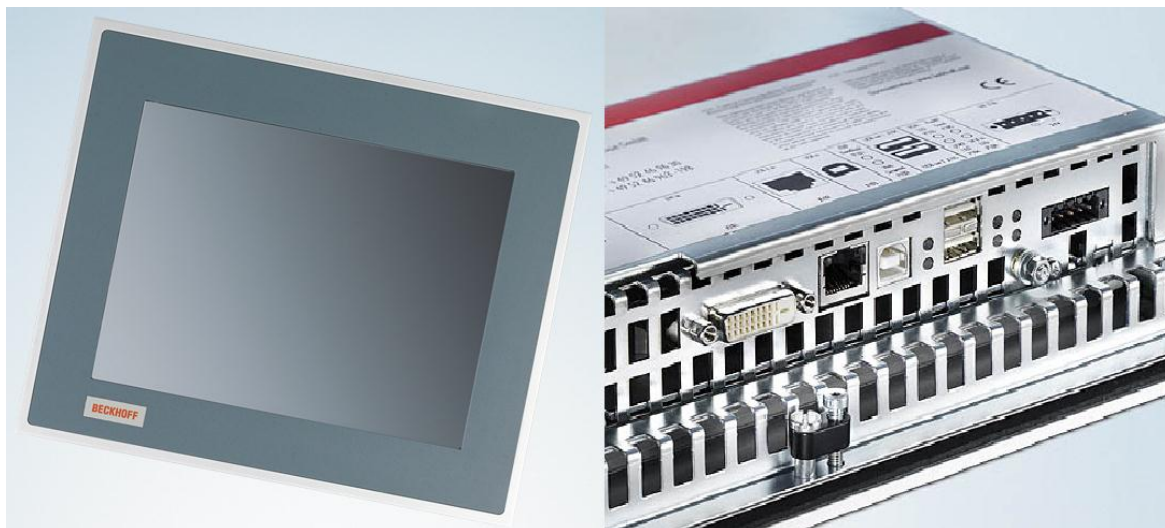
Pro řízení bude použito průmyslové PC C6920-0040, které je vybaveno 3,5“ základní deskou pro procesory 2. and 3. generace Intel® Core™ i3, Core™ i5, Core™ i7 nebo Celeron®. Základní varianta obsahuje procesor Intel® Celeron® B810 1.6 GHz, který bude nahrazen právě procesorem druhé generace Intel® Core™ i5 2510E, 2.5 GHz a 2 GB DDR3 RAM, rozšiřitelnou až na 16 GB. Průmyslové PC bude dále doplněno o řízení UPS. Grafika je integrována uvnitř procesoru, použitý ovládací panel bude připojen přes DVI-I konektor. Na desce jsou k dispozici dvě rozhraní pro Ethernet: první s přenosovou kapacitou 100 Mb/s je určeno pro sběrnici EtherCAT™, druhé může být využito pro připojení do nadřazeného informačního systému. OS nainstalovaný na průmyslovém PC bude Microsoft Windows 7 Ultimate 32 bit. Deska dále obsahuje HDD 2,5“ o kapacitě 320 GB, 1 sériový port RS232 and 4 USB 2.0 porty, 1 volný PCI slot. Průmyslové PC je napájeno 24 V DC. Provozní teplota počítače se pohybuje v rozsahu 0 až 55 °C. Váha základní konfigurace je 1.9 kg. [6] [7]



Obr. 5 – Průmyslový počítač C6920-0040. [6]

### 2.2.2 Dotykový panel

Jako zobrazovací jednotka bude použit dotykový panel CP6901-0021 bez dotykové klávesnice. Tento typ má 12“ displej s rozlišením 800 x 600. Všechny konektory jsou na spodní zadní straně. Provozní teplotu má stejnou jako pro průmyslový počítač a to v rozsahu 0 až 55 °C. Panel je napájen 24 V DC.[8]



Obr. 6 – Dotykový panel CP6901-0021.[8]

### 2.2.3 Záložní baterie

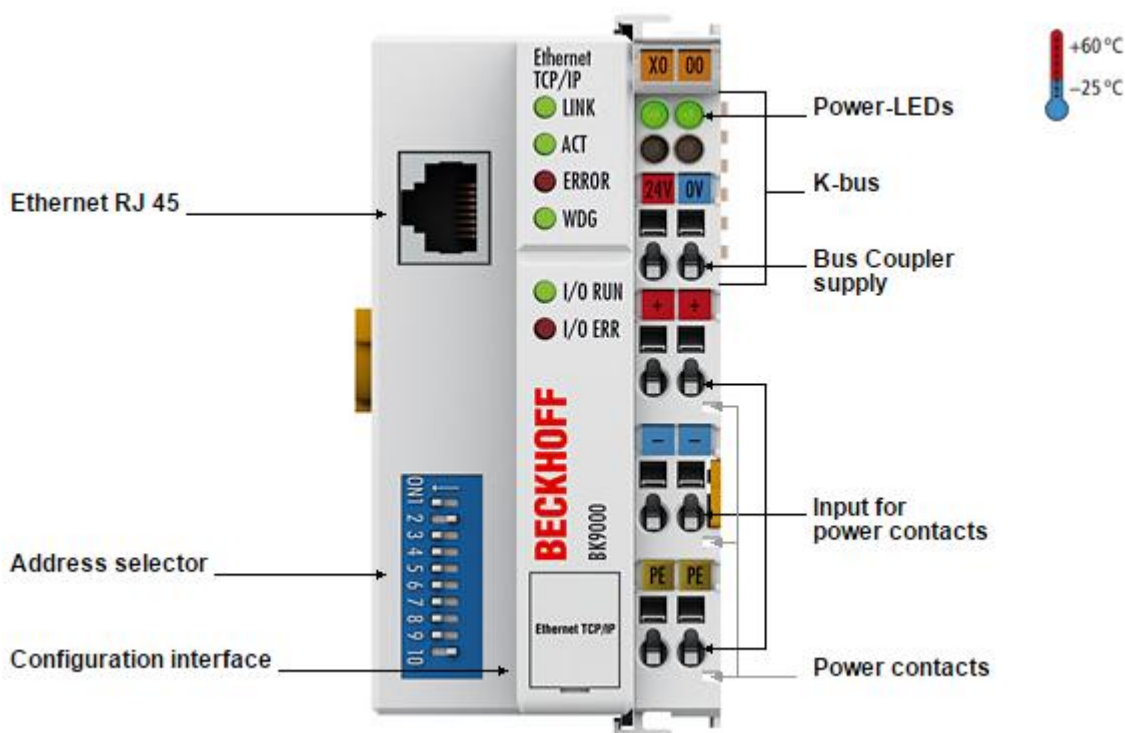
Pro zajištění dodávky nepřetržité elektrické energie pro průmyslové PC bude použita baterie CP9900-U330. Tímto bude zajištěno, že při výpadku energie nedojde ke ztrátě dat na HDD. Provozní teplotu má baterie v rozsahu od 0 do 50 °C. Napájecí napětí 24V DC. Kapacita 3.4 Ah. [9]



Obr. 7 – Baterie C9900-U330. [9]

### 2.2.4 Sběrníková spojka

Sběrníková spojka BK9000, který je možné vidět na obr. 8, propojuje Ethernet s modulárními rozšiřitelnými elektronickými kartami. Jedna jednotka se skládá právě ze sběrníkové spojky a libovolného počtu karet (maximálně 64), které jsou doplněny koncovým terminálem. Sběrníková spojka rozpozná připojené karty a provede přiřazení vstupů a výstupů. Podporuje 10 MB/s a 100 MB/s Ethernet. Pro propojení slouží standardní konektor RJ45. Dále podporuje ADS komunikaci TwinCAT systému. [10]



Obr. 8 – Sběrníková spojka BK9000. [10]

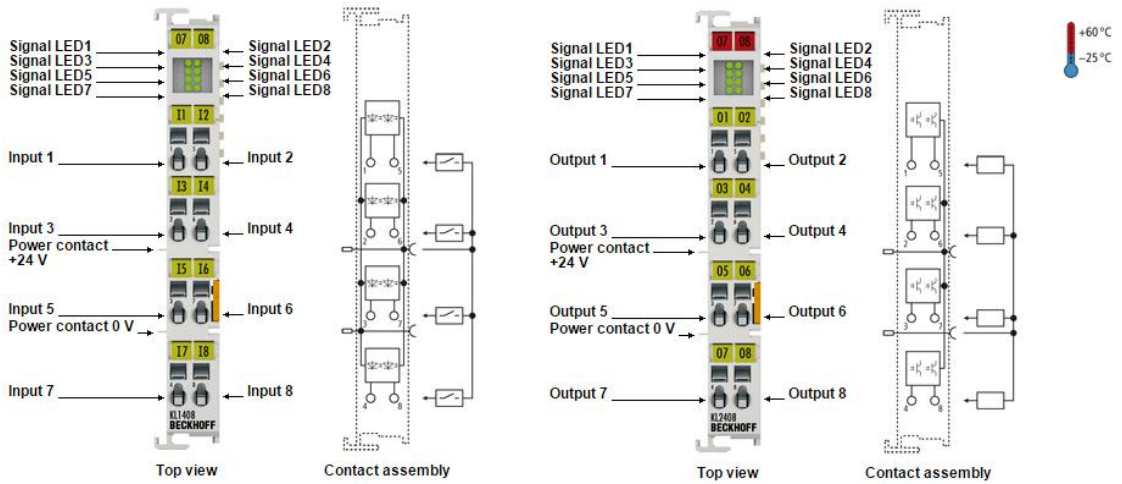
### 2.2.5 Použité typy karet

#### *Digitální vstupy KL1408*

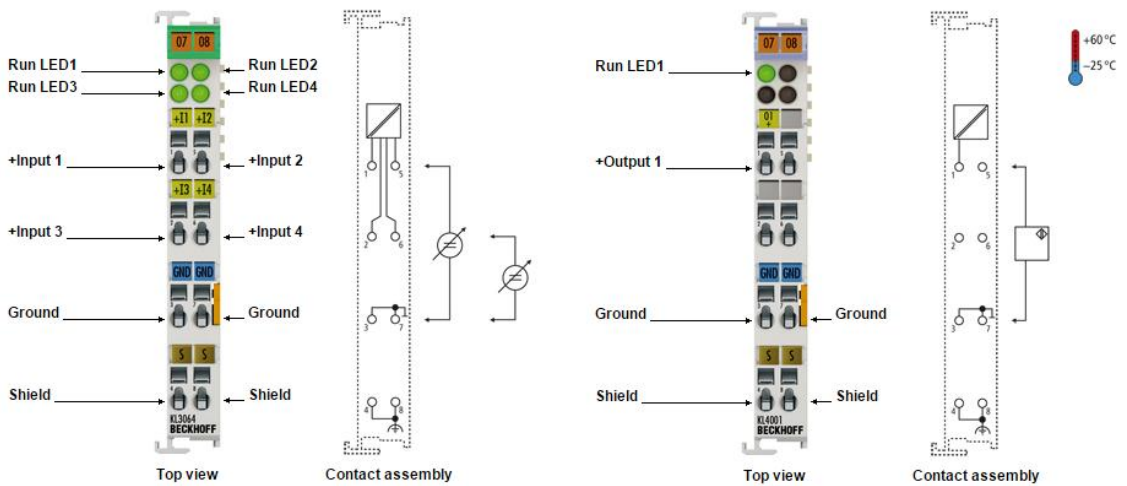
Digitální vstupní karta KL1408 (obr. 9 vlevo) získává binární signály z procesní úrovně (např. z tlačítka), které pošle do řídicí jednotky.

Digitální výstupy LK2408

Digitální výstupní karta KL2408 (obr. 9 vpravo) slouží k propojení binárních signálů z řídicí jednotky, které řídí akční členy.



Obr. 9 – Digitální vstupy KL1408 a výstupy LK2408. [10]



Obr. 10 – Analogové vstupy KL3064 a výstupy KL4002. [10]

### 3 POUŽITÉ SW NÁSTROJE

Před realizací jádra problému praktické části diplomové práce je nezbytné se seznámit se SW nástroji, které budou popsány v této kapitole.

#### 3.1 Microsoft Access 2007

Microsoft Access, zobrazený na obr. 11, je databázový program součástí balíku Microsoft Office, který používá relační databáze. [11]

Nejlépe vytvoření databáze a tabulek popisuje Písek ve své knize Access 2007 [11], kde se problematice věnuje v částech „spuštění databáze“ a „vytváříme tabulky“.



Obr. 11 – Microsoft Access 2007.

##### 3.1.1 Vytvoření databáze

*Postup pro vytvoření prázdné databáze:*[11]

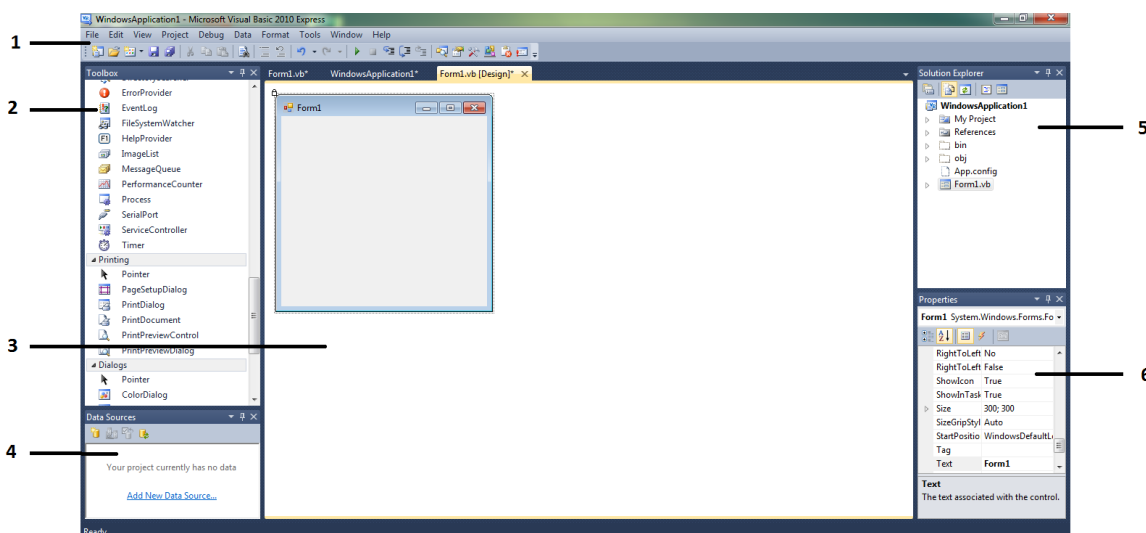
1. Po spuštění programu Access v pravé části okna zadáme název souboru, v němž bude databáze uložena, a klikneme na tlačítko vytvořit.
2. Po vytvoření databáze klikneme na kartu vytvořit a vybereme možnost návrh tabulky.
3. Vyplníme název pole a datový typ.
4. Tabulka je hotová a stačí ji jen uložit příkazem uložit.

## 3.2 Microsoft Visual Basic 2010

Microsoft Visual Basic 2010 je významným nástupcem a rozšířením populárního kompilátoru a programovacího jazyka Visual Basic. Jedná se o moderní, objektově orientovaný jazyk, který je hojně využívaným pro programování uživatelských aplikací. Stejně tak jako programovací nástroje Visual C# .NET a Visual C++ staví na vývojové platformě s názvem Microsoft.NET Framework. Microsoft Visual Basic 2010 není samostatný produkt, ale je klíčovou složkou Visual Studio 2010, což je ucelený vývojový systém, který vám umožňuje vytvářet výkonné aplikace pro Windows, Internet, příruční zařízení a množství dalších prostředí. [12][13]

### 3.2.1 Stručný popis vývojového prostředí

Vývojové prostředí lze rozdělit do několika částí. Samotný vzhled a rozdělení znázorňuje obr. 12.



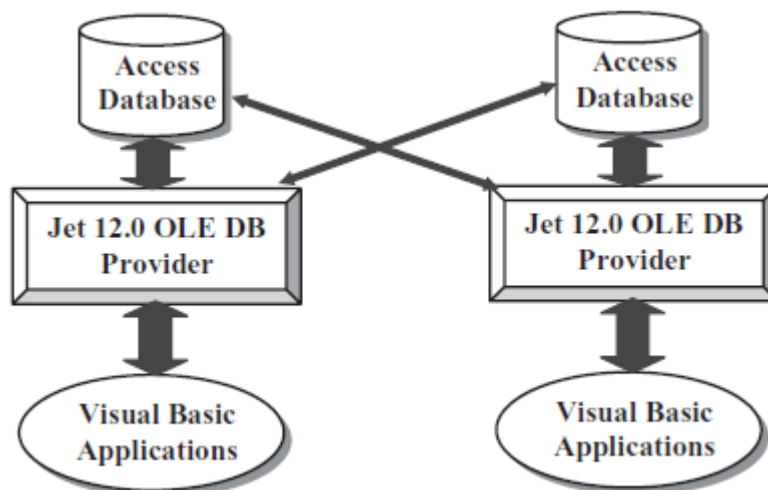
Obr. 12 – Vývojové prostředí Visual Basic 2010.

*Legenda:*

1 – menu lišta, 2 – paleta nástrojů, 3 – pracovní prostor, 4 – zdroj dat, 5 – struktura projektu, 6 – vlastnosti formuláře.

### 3.2.2 Propojení s Microsoft Access databází

Propojení s Access databází v programu Microsoft Visual Basic, které je možné vidět schematicky na obr. 13 níže, se podrobněji věnuje BAI ve své knize Practical Database Programming with Visual Basic.NET v kapitole Microsoft Access Databases. [14]



Obr. 13 – Propojení databáze s aplikací. [14]

Objekt třídy OleDbConnection umožní připojení k databázi vytvořené v programu Access podporující OLE DB (Object Linking and Embedding for Databases) pro komunikaci v obou směrech. Zmíněná třída je pouze jednou z komponent ADO.NET (Microsoft ActiveX Data Objects .NET). [14][15]

Realizace samotného propojení v prostředí Microsoft Visual Basic 2010 Express je velice jednoduchá záležitost. Stačí se pouze držet jednotlivých kroků průvodce pro připojení databáze.

### 3.3 TwinCAT

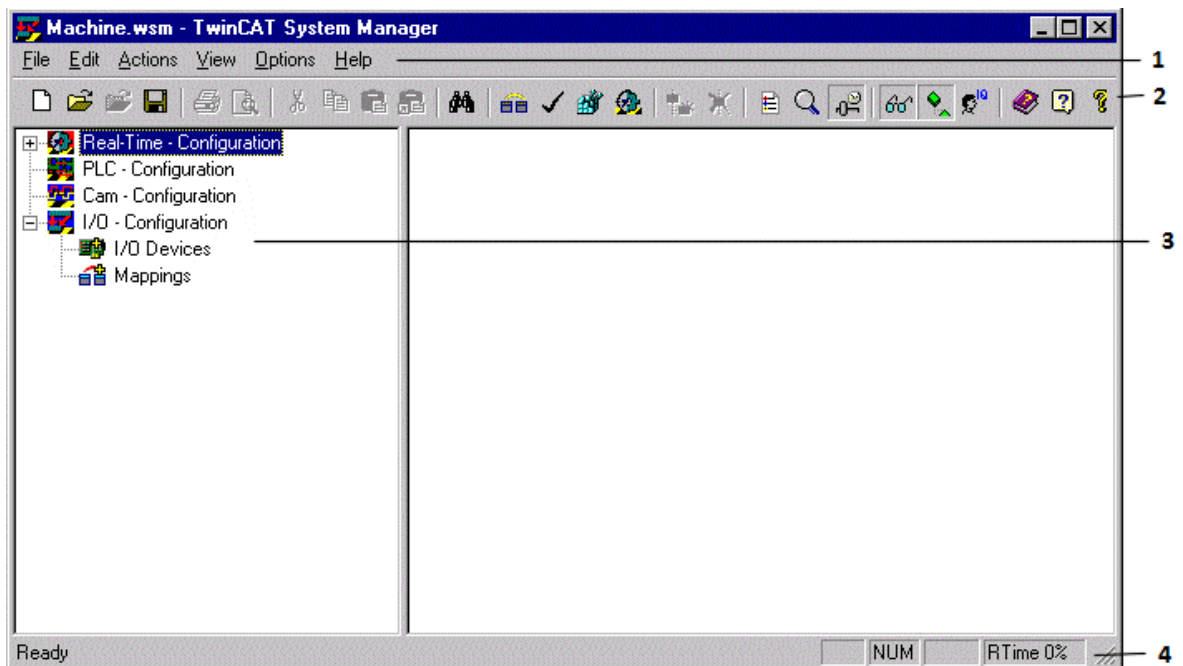
Software TwinCAT (The Windows Control and Automation Technology) je vyvinut firmou Beckhoff. Dokáže přeměnit jakýkoliv kompatibilní PC na real-time kontroler s multi-PLC systémem, NC řízením os, programovacím prostředím a provozní stanicí. TwinCAT nahrazuje konvenční PLC a NC/CNC řízení stejně dobře jako zařízení s:

- otevřeným, kompaktním PC hardwarem
- embedded IEC 61131-3 software PLC, NC a CNC ve Windows NT/2000/XP/Vista, Windows 7, NT/XP Embedded, CE
- programovacím a run-time systémem, které mohou být spolu na jednom PC nebo můžou být separovány
- připojením ke všem společným sběrnicím
- podporou PC rozhraním
- datovou komunikací s uživatelským rozhraním a jinými programy prostřednictvím Microsoft standardů (OPC, OCX, DLL, atd.) [16]

TwinCAT se skládá z run-time systémů, které provádějí řídicí programy v reálném čase a vývojového prostředí pro programování, diagnostiku a konfiguraci. Všechny programy Windows jako např. vizualizační programy nebo MS Office programy, můžou přistupovat k TwinCAT datům přes Microsoft rozhraní např. Visual Basic, C#, C++, aj., nebo provádět příkazy. [16]

#### 3.3.1 TwinCAT System Manager

TwinCAT System Manager, který je možné vidět na obr. 14., je centrální konfigurační nástroj TwinCAT systému. Jedná se o místo, kde jsou konfigurovány vstupy a výstupy jednotlivých softwarových úloh (tasku) a fyzické vstupy a výstupy připojených sběrnic. Jednotlivé programové úkoly (např. úkoly PLC), z nichž každý působí na svém vlastním soukromém obraze procesu tak, aby adresy symbolů mapovaných v obraze procesu (proměnné) byly relevantní a platné pouze v rámci tohoto konkrétního úkolu. [17]



Obr. 14 – TwinCAT Systém. [17]

*Legenda:*

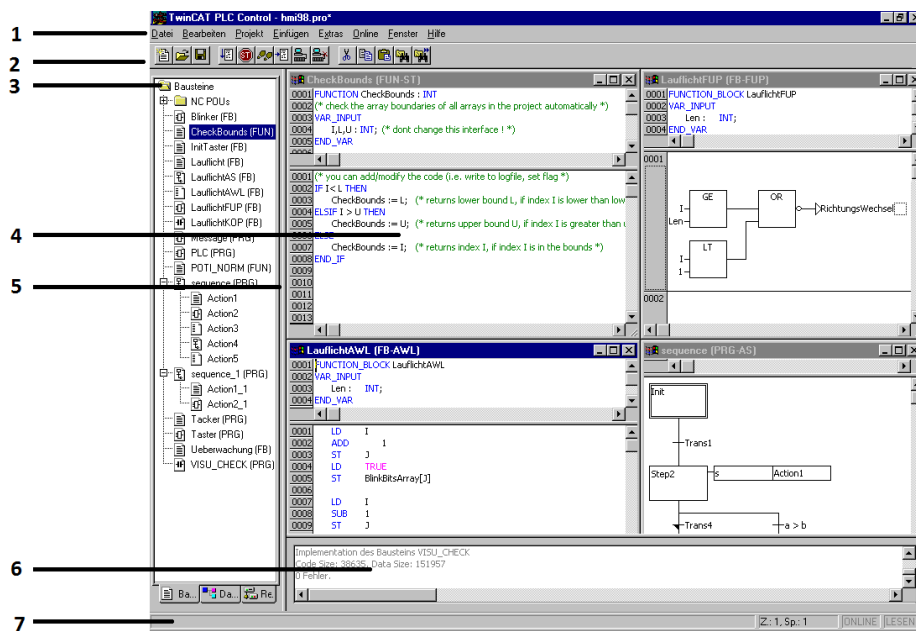
*1 – menu lišta, 2 – nástrojová lišta, 3 – konfigurace systému, 4 – stavová lišta*

### 3.3.2 TwinCAT Control PLC

TwinCAT Control PLC je kompletní vývojové prostředí pro PLC. PLC program může být vytvořen jedním z následujících jazyků (viz obr. 15), které odpovídají standardu IEC 61131-3: [18][19]

- IL (Instruction List)
- LD (Ladder Diagram)
- FBD/CFC (Function Block Diagram)
- SFC (Sequential Function Chart)
- ST (Structured Text).

Po vytvoření nového projektu se vytvoří složka POU (Program Organization Unit), nový projekt bude automaticky pojmenován jako „Main“. PLC TwinCAT rozlišuje různé druhy objektů v projektu (např. datové typy). [19]



Obr. 15 – TwinCAT PLC Control. [19]

*Legenda:*

- 1 – menu lišta, 2 – nástrojová lišta, 3 – POU struktura projektu, 4 – pracovní prostor,  
5 – vertikální oddělovací lišta oddělující strukturu projektu a pracovní prostor,  
6 – okno zpráv, 7 – stavová lišta.

### IEC 61131-3

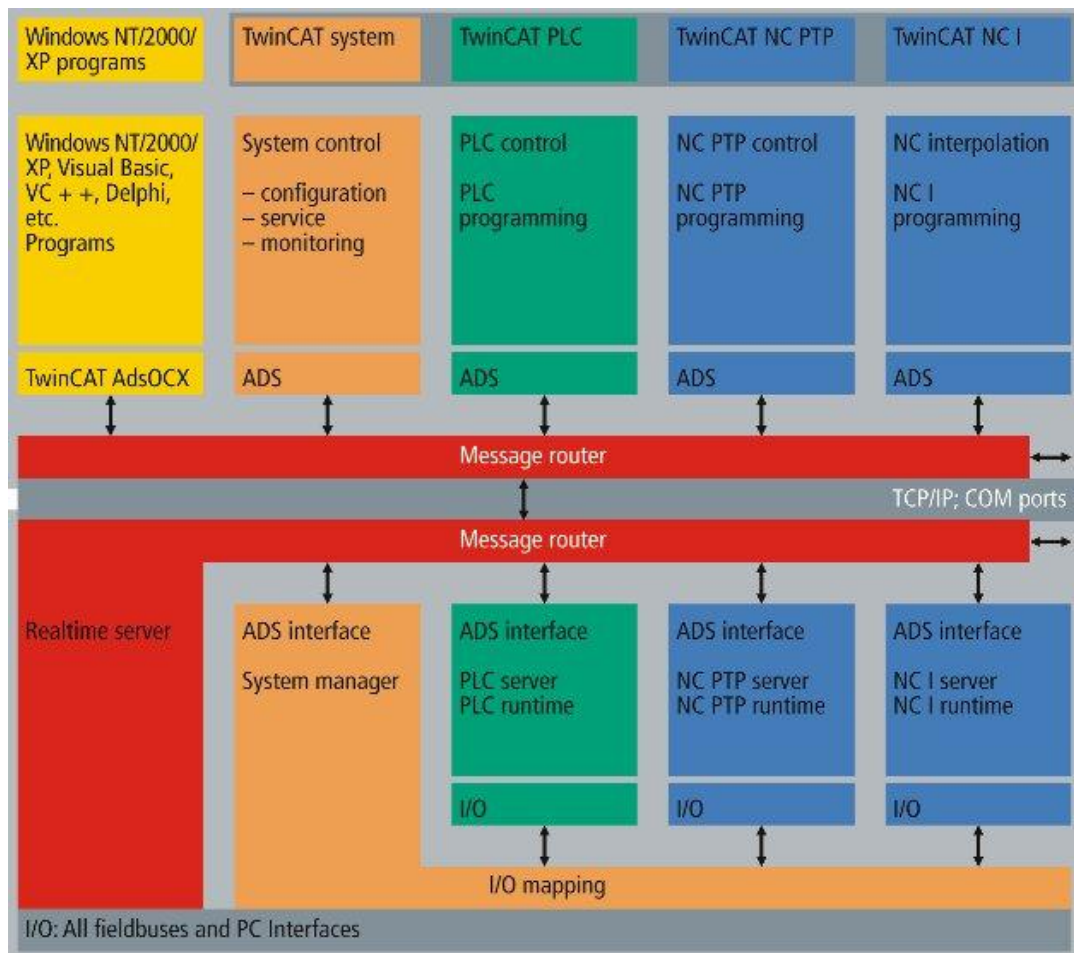
Jedná se o mezinárodní standard programovacích jazyků určený pro PLC. Vytvořený program podle tohoto standardu obsahuje: [19]

- Struktury
- POUs
- Globální proměnné

### 3.3.3 ADS

#### Komunikace

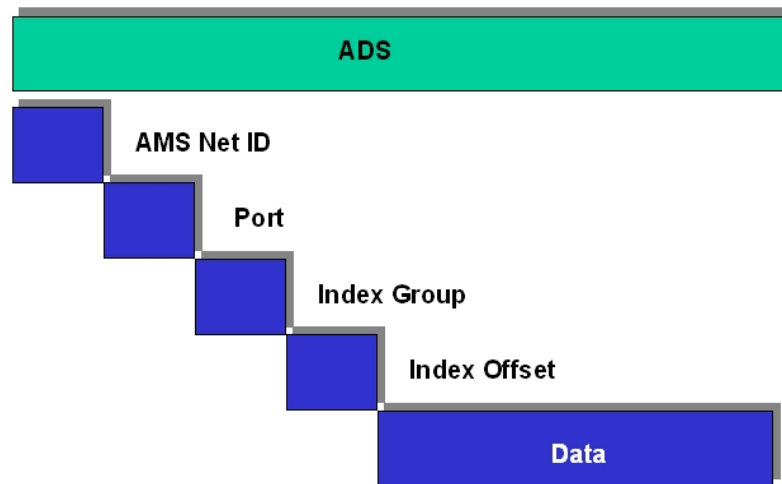
Architektura TwinCAT systému, kterou znázorňuje obr. 16, umožňuje jednotlivých softwarovým modulům (např. PLC, NC, aj.) aby se chovaly jako samostatná zařízení. Zprávy mezi těmito objekty jsou vyměňovány skrz konzistentní ADS (Automation Device Specification) rozhraní pomocí „zprávy routeru“ přes protokol TCP/IP. [20]



Obr. 16 – Architektura TwinCAT. [20]

#### ADS protokol

ADS protokol, který je možné vidět níže na obr. 17., je transportní vrstvou uvnitř TwinCAT systému. Byl tedy vyvinut pro výměnu dat mezi jednotlivými softwarovými moduly (např. pro komunikaci mezi NC a PLC). Protokol volně umožňuje komunikaci jiných nástrojů s libovolným bodem v TwinCATu. [21]



Obr. 17 – ADS protokol. [22]

*Legenda:* [22]

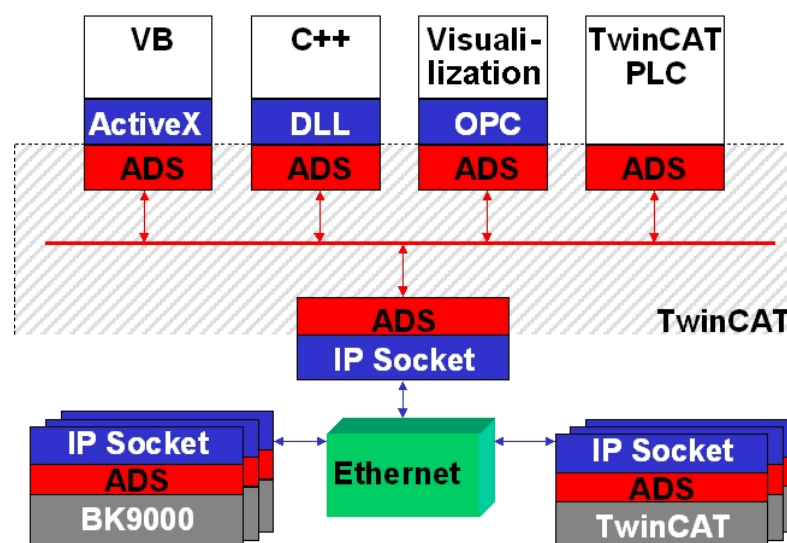
*AMS Net ID* – poskytuje referenci na zařízení, které má být adresováno

*Port* – rozlišuje dílčí prvky v připojeném zařízení

*Index Group* – rozlišuje data uvnitř portu

*Index Offset* – byte, ze kterého se provádí čtení nebo zapisování

Na obr. 18 je možné vidět, že ADS protokol umožňuje i komunikaci s jiným PC nebo zařízením v síti. [21]



Obr. 18 – ADS komunikace. [21]

Metody dostupné pro výměnu dat s dalšími SW nástroji mimo Beckhoff: [21]

- ADS-OCX - Visual Basic, Delphi
- ADS-DLL - Visual Basic, C++, C#
- OPC - Standardizované rozhraní, které se používá v automatizaci (např. pro vizualizaci)

### *Identifikace zařízení*

Jednoznačná identifikace ADS zařízení je implementována dvěma identifikátory: [23]

#### 1) ADS-Port

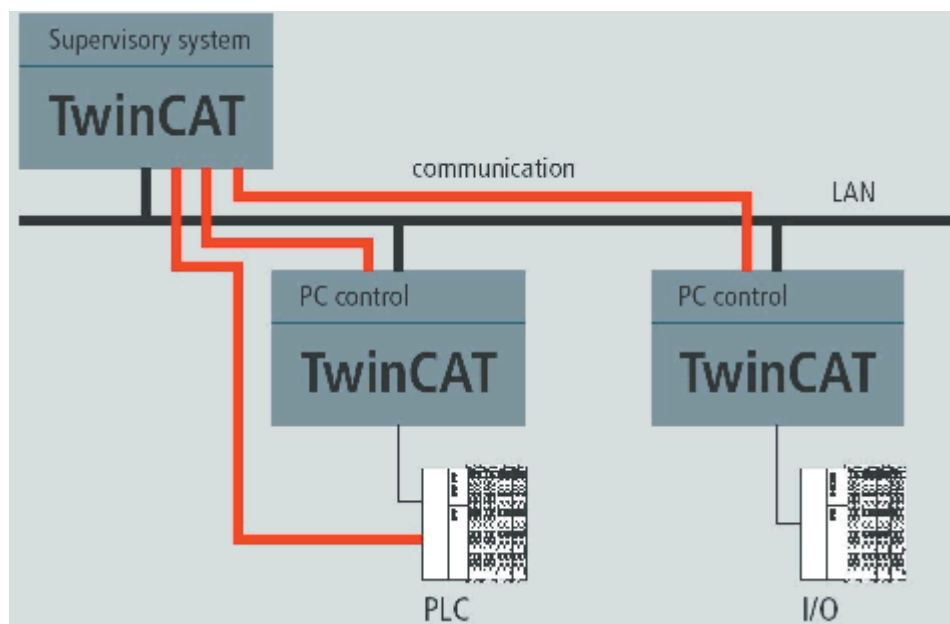
Zařízení v ADS Twincat „zprávy routeru“ jsou jednoznačně identifikovány číslem odkazující se na ADS-PortNr. V ADS zařízeních se jedná o pevně danou specifikaci, přičemž u prosté ADS uživatelská aplikace (např. vizualizační systém) je alokována proměnná ADS číslem portu při prvním přístupu ke „zprávě routeru“. [23]

Tab. 1 – Přidělené ADS porty a popis zařízení. [23]

ADS-PortNr	ADS device description
100	Logger (only NT-Log)
110	Eventlogger
300	IO
301	additional Task 1
302	additional Task 2
500	NC
801	PLC RuntimeSystem 1
811	PLC RuntimeSystem 2
821	PLC RuntimeSystem 3
831	PLC RuntimeSystem 4
900	Camshaft controller
10000	System Service
14000	Scope

#### 2) ADS-AmsNetId

Obr. 19 znázorňuje, že není podmínkou vyměňovat data pouze mezi TwinCAT moduly na jednom PC, ale také prostřednictvím ADS metod mezi více TwinCAT počítači v síti. [23]



Obr. 19 – TwinCAT komunikace v síti. [23]

Každé PC v síti může být jednoznačně identifikováno prostřednictvím TCP/IP adresy (např. „172.1.2.16“). AdsAmsNetId je rozšířením TCP/IP adresy a identifikuje TwinCAT „zprávy routeru“ („172.1.2.16.1“). TwinCAT „zprávy routeru“ se nachází na každém TwinCAT PC a Beckhoff kontroleru (např. BC9000). [23]

## **PRAKTICKÁ ČÁST**

## 4 POPIS NASTAVENÍ PARAMETRŮ PŘED PŘESTAVBOU STROJE

Na daném stroji je použito před přestavbou starší řízení PLC Moeller, které se stává právě kvůli modernizaci nedostatečným. Řídicí aplikace by mohla komunikovat pouze přes sériovou linku. Neexistuje žádná další možnost komunikace. Před přestavbou dále není možné měnit vzdáleně konfigurační parametry podle potřeby. Existuje pouze jeden parametr pro všechny typy dílů. V případě změny je nutná ruční konfigurace obsluhou u stroje, při které mohou vzniknout nežádoucí problémy v podobě chybného zadání. Z těchto zmíněných důvodů je nutné řízení pomocí PLC Moeller vyměnit za novější řídicí systém, který dodá společnost německá Beckhoff.

### 4.1 Stanovení cílů a výhod diplomové práce

- *Přesná identifikace každého závěsu, který vstupuje do procesu*

Kontrola jednotlivých závěsů, zda prošly daným stanovištěm v pořádku. V případě chyby lze zjistit, v které části procesu vznikla.

- *Možnost volby času pro každý projekt*

Optimalizaci procesů snížením procesního času u některých projektů. Tím je docíleno efektivnosti a menší opotřebení dílů stroje. U některých projektů dojde naopak k navýšení procesního času pro dosažení *lepší kvality* jednotlivých dílů.

- *Evidence dílů*

PLC bude sbírat data o jednotlivých dílech pro zpětné dohledání.

- *Větší efektivita a nižší energetická náročnost zařízení*

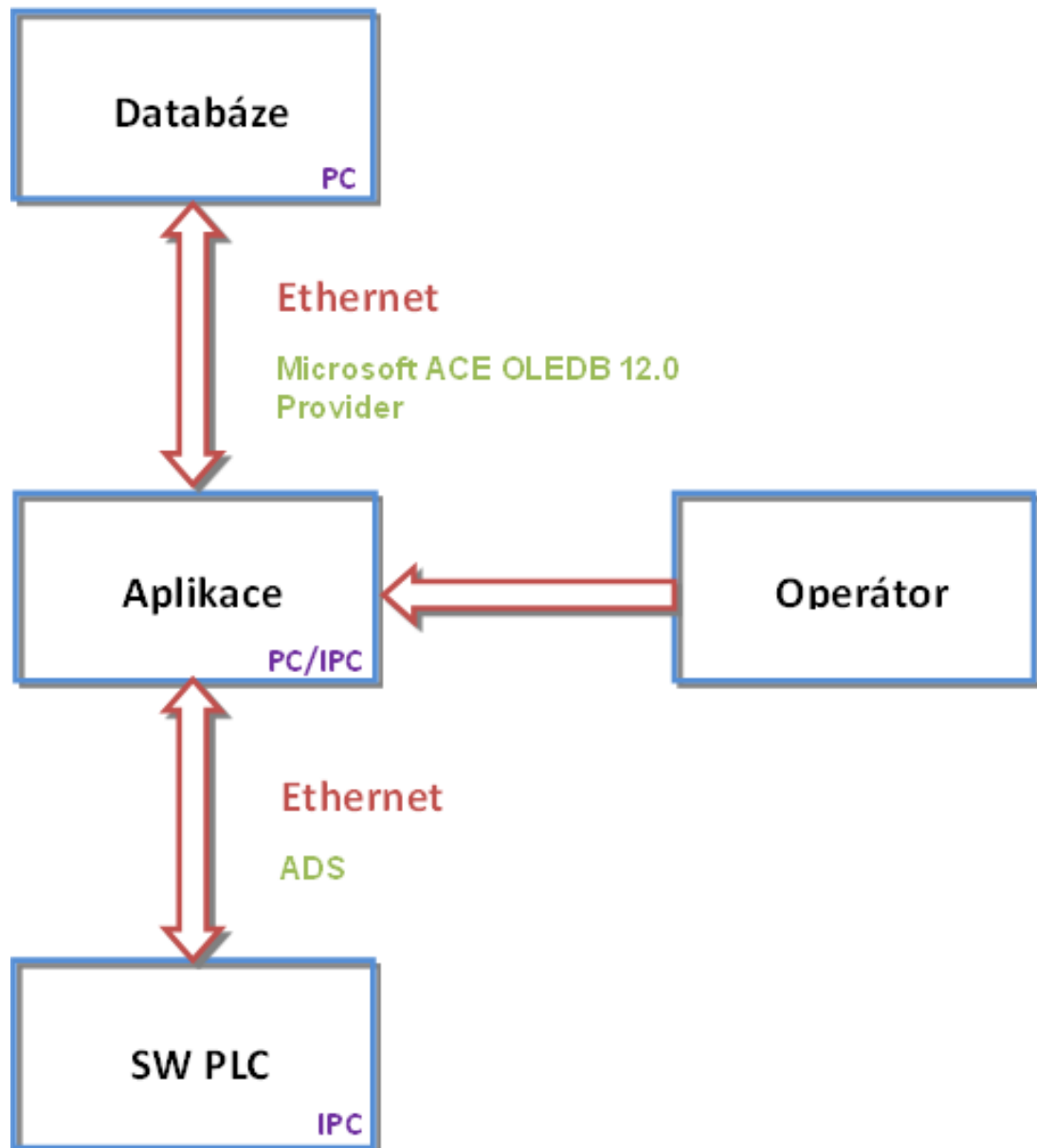
Souvisí s možností, kdy dojde ke snížení procesního času pro daný projekt.

- *Kvalita*

V případě volby delšího procesního času pro optimální pokrytí dojde ke zvýšení kvality jednotlivých dílů.

## 5 BLOKOVÉ SCHÉMA SPRÁVY DAT PRO ŘÍZENÍ

Na obr. 20 je možné vidět blokové schéma, které znázorňuje, jakým způsobem dochází ke komunikaci.



Obr. 20 – Blokové schéma správy dat pro řízení.

Před samotnou realizací se vycházelo z požadavku na vzdálenou správu parametrů, což v tomto případě znamená možnost umístit databázi, ze které si aplikace bude brát data kdekoli v síti a dále je posílat do PLC. Databáze byla zvolena, protože si hravě poradí

s nežádoucí duplicitou. Další důvod je ten, že při přístupu více uživatelů k databázi nedojde k přepisování dat, protože databáze se automaticky uzamyká.

Dále bylo nutné vytvořit aplikaci v prostředí Visual Basic 2010, která se bude moci vzdáleně k databázi připojovat a umožní tak konfiguraci parametrů, umožní přehledně vyhledávat v databázi podle potřeby a bude informovat o stavu jednotlivých spojení. V neposlední řadě byla potřeba vytvořit blok v TwinCAT PLC, který bude komunikovat s aplikací a předávat jí data ze stroje, která následně budou zaznamenána.

## 6 APLIKACE PRO SPRÁVU PARAMETRŮ

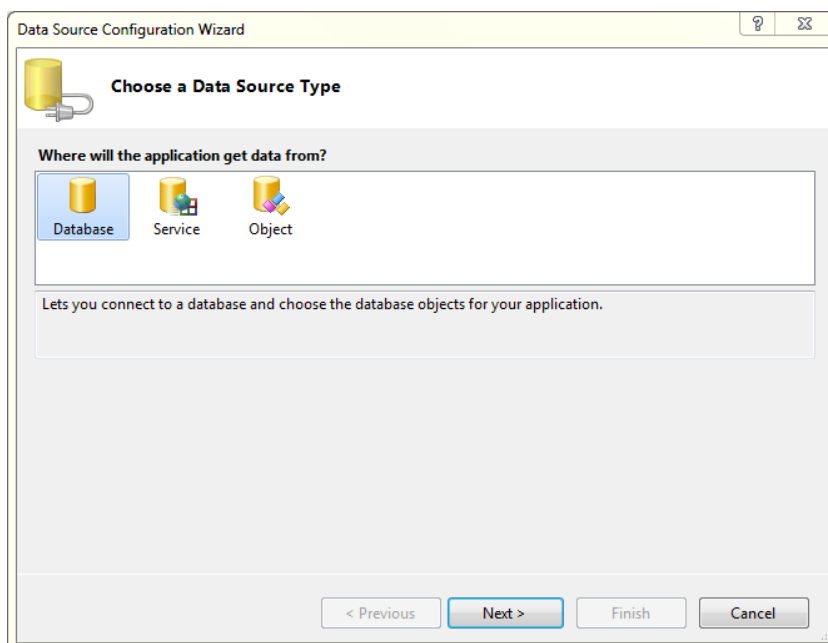
Aplikaci, která bude popsána v této kapitole, lze rozdělit na několik částí:

- Přihlašovací formulář
- Správa parametrů
- Report

### 6.1 Komunikace databáze – aplikace

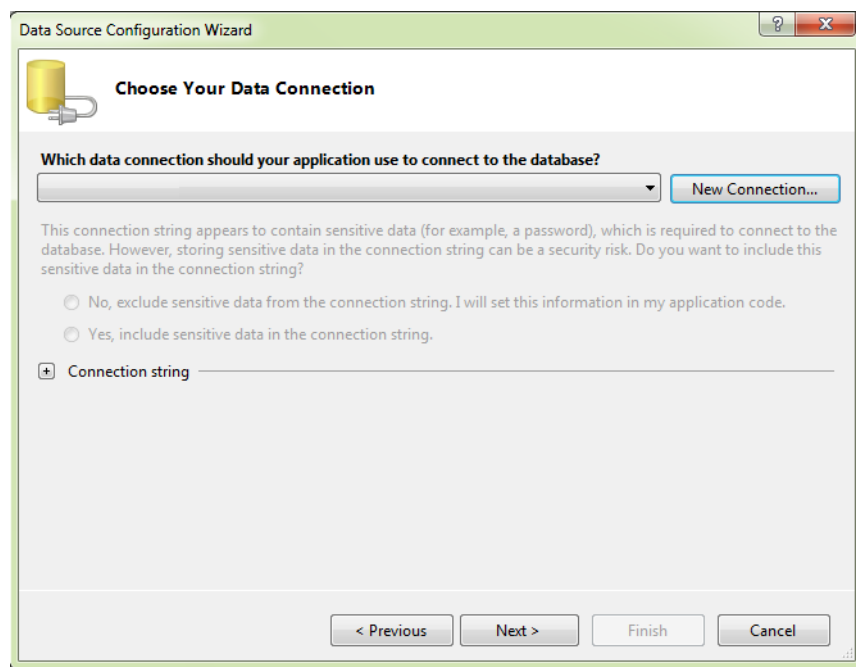
Komunikaci databáze s aplikací je možné vytvořit ihned po založení nového projektu ve vývojovém prostředí Visual Basic, které je popsané ve 3. kapitole.

Po kliknutí na tlačítko přidat zdroj dat se objeví průvodce propojení, který je možné vidět na obr. 21.



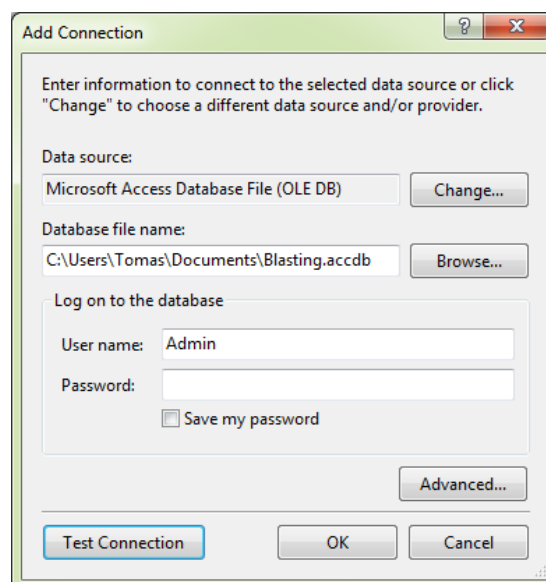
Obr. 21 – Výběr zdroje dat.

Po zvolení ikony databáze a kliknutím na tlačítko další vyzve průvodce pro volbu propojení. Kliknutím na tlačítko nové propojení bude vytvořeno nové propojení k databázi Obr. 22.



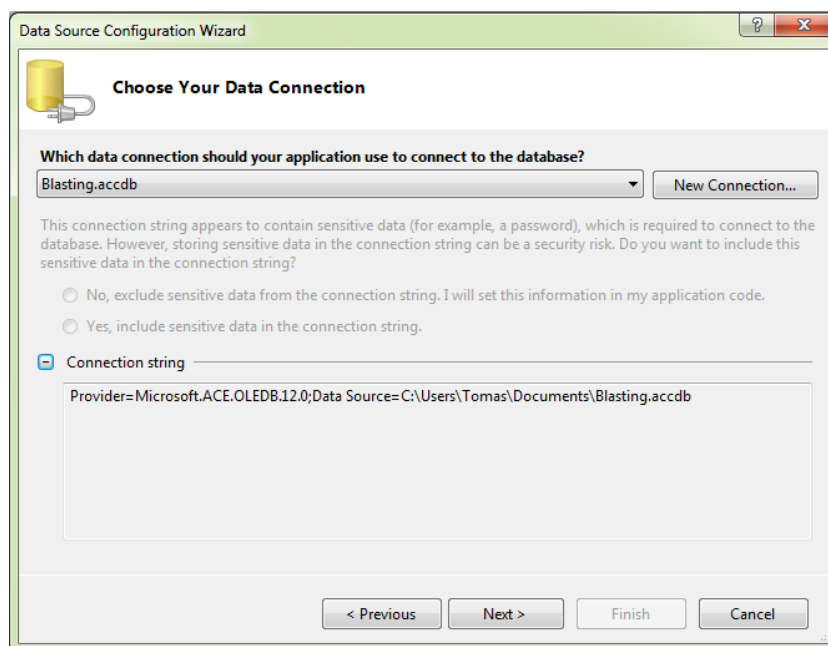
Obr. 22 – Volba propojení.

V tomto kroku je nutné vybrat zdroj dat jako Microsoft Access databázi a zadat cestu k databázi. Tlačítkem „Test Connection“ je možné zkontrolovat propojení.



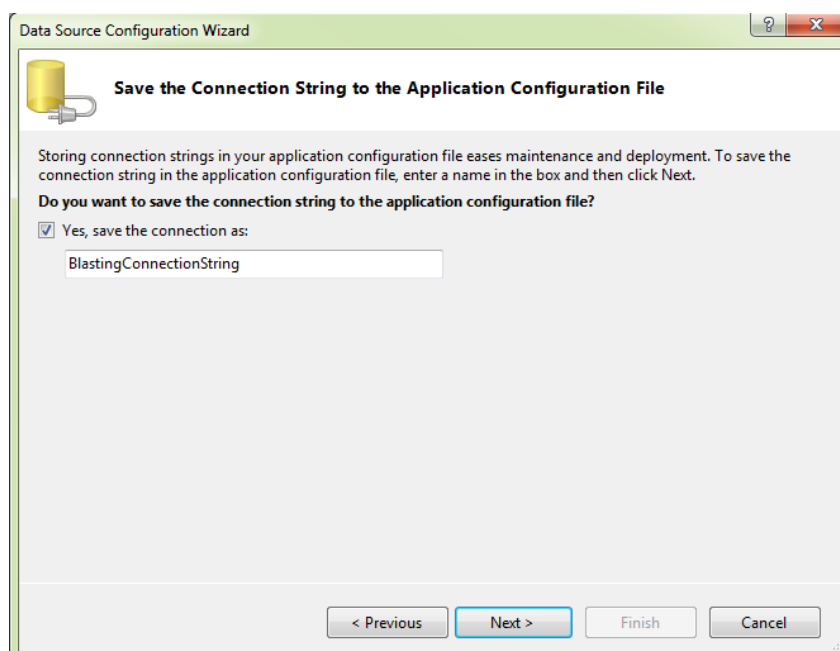
Obr. 23 – Vyplnění potřebných údajů pro propojení.

Následně se v seznamu propojení objeví nově vytvořené propojení a klikne se na tlačítko další.



Obr. 24 – Výběr vytvořeného propojení.

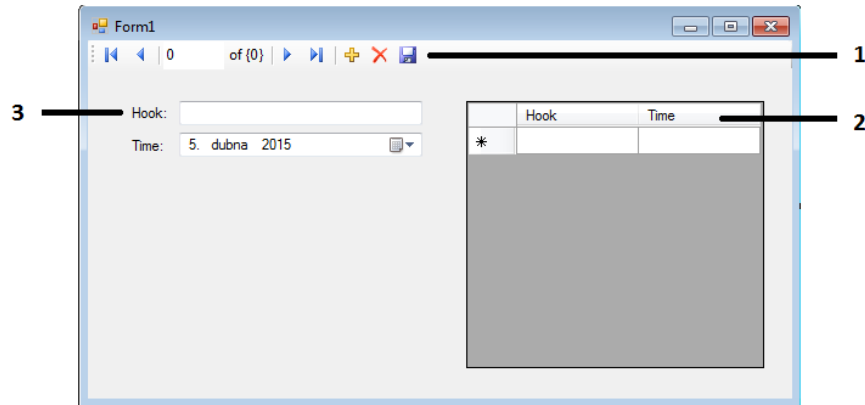
V dalším kroku je vhodné uložit „propojovací řetězec“ do konfiguračního souboru v aplikaci.



Obr. 25 – Uložení „propojovacího řetězce“ do konfiguračního souboru aplikace.

V posledním kroku stačí kliknout na tlačítko konec, čímž se dokončí průvodce propojením.

V levé části aplikace je možné vidět nově vytvořené spojení, které stačí „přetáhnout“ do formuláře. Nově vytvořenou zprávu dat v databázi je možné vidět na obr. 26.



Obr. 26 – Nově vytvořená správa dat v aplikaci.

*Legenda:*

*1 – lišta sloužící k prohlížení/přidání/smazání a uložení záznamu do databáze,*

*2 – Zobrazení záznamů, 3 – Prostor pro vložení záznamů.*

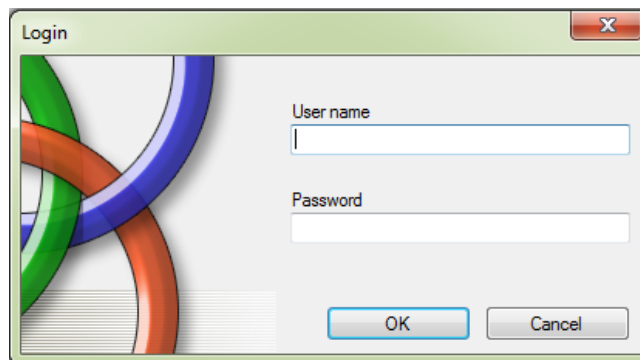
## 6.2 Komunikace aplikace – PLC

Po úspěšně vytvořené komunikaci mezi databází a aplikací je možné začít pracovat na další komunikaci, kde bude aplikace komunikovat s PLC.

Pro vytvoření komunikace mezi aplikací a PLC není možné použít průvodce propojení jako u komunikace aplikace s databází. V tomto případě je po vytvoření projektu v prostředí TwinCAT PLC nutné přidat knihovnu *TwinCAT ADS.dll* do adresáře vytvořené aplikace v prostředí Visual Basic. Následně přidat referenci na tuto knihovnu a v neposlední řadě importovat knihovnu v aplikaci. Pro komunikaci proměnných aplikace a PLC projektu je nutné vytvořit funkci, kde dojde k provázání proměnných. Dále je potřeba vytvořit funkci pro čtení a zápis. Bez uvedeného postupu komunikace nebude fungovat.

### 6.3 Zabezpečený přístup

Přístup nepověřenými osobami do aplikace je v každém případě nežádoucí. Může dojít k nežádané manipulaci s daty, a proto bylo nutné zabezpečit. Do aplikace je možné se přihlásit pomocí přihlašovacího formuláře. Po zadání příslušného uživatelského jména a správného hesla dojde ke spuštění aplikace.

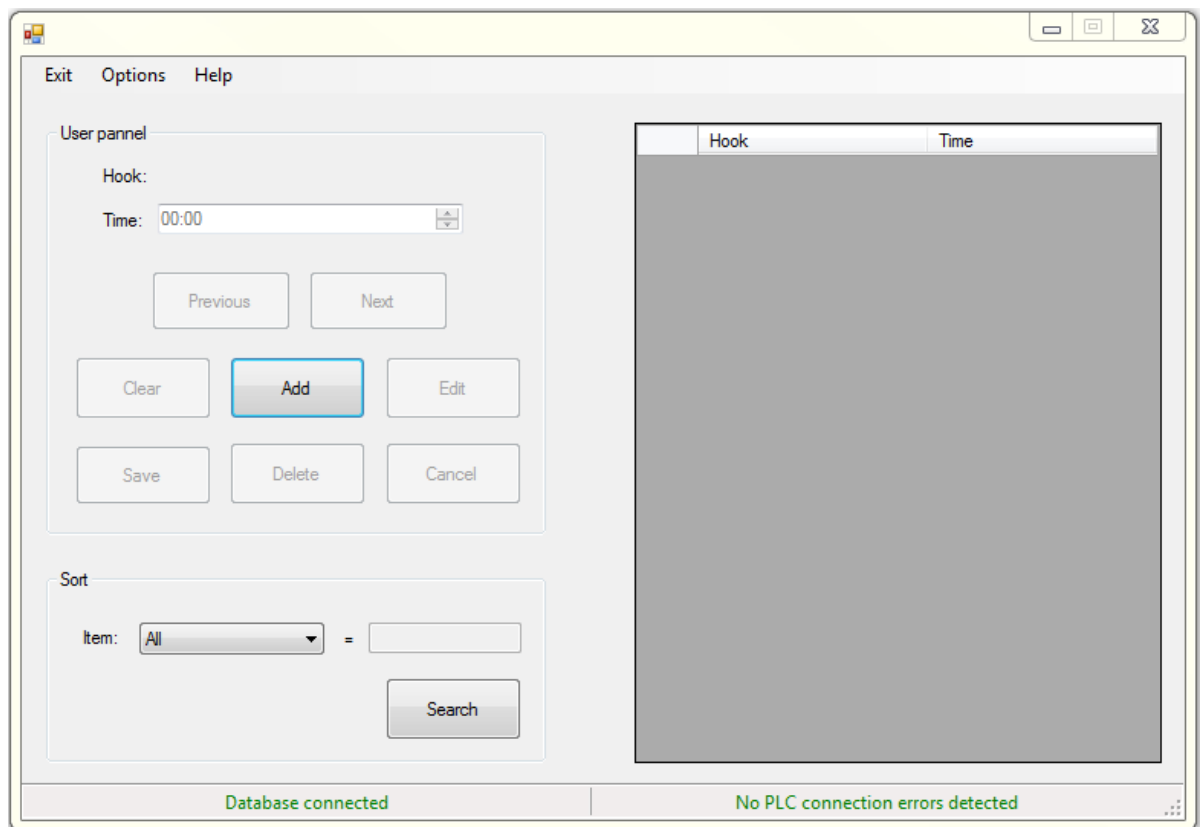


Obr. 27 – Přihlašovací formulář.

V případě neúspěšného přihlášení je uživatel hláškou upozorněn zadáním špatných přihlašovacích údajů.

### 6.4 Konfigurace parametrů

Po spuštění aplikace se naváže spojení databáze – aplikace – PLC. Pokud z jakéhokoliv důvodu spojení nemůže být navázáno, stavová lišta v aplikaci ihned operátora informuje o chybě. V případě zdárně navázané komunikace je operátor taktéž informován a z databáze se načtou záznamy, které jsou dále v aplikaci upraveny a předány pro zápis do PLC. Číslo závěsu se do PLC posílá jako datový typ string a čas tryskání jako integer přepočítaný na sekundy. V případě prázdné databáze aplikace k zápisu parametry do PLC nepředá. Při přidání/úpravě nebo odstranění záznamu z databáze jsou parametry taktéž ihned automaticky poslány do PLC. V případě chyby spojení ať už s databází nebo PLC, dochází k neustálému pokusu o opětovné navázání spojení. Stavová lišta navíc signalizuje operátorovi případné problémy s komunikací ihned při jejím vzniku. Celkový pohled na aplikaci pro správu parametrů je možné vidět níže na obr. 28.



Obr. 28 – Celkový pohled na aplikaci pro správu dat.

Aplikace na obr. 28 se skládá z:

1. Menu (Options):

- Nastavení cesty k databázi, ze které se budou načítat parametry.
- Nastavení cesty ke složce, ve které se budou ukládat záznamy ze stroje.
- Nastavení cesty ke složce, ze které se budou načítat záznamy ze stroje
- Vyhledání záznamů

2. Funkční tlačítka:

- Previous/Next – prohlížení jednotlivých záznamů uložených v databázi
- Clear – možnost vynulování času ve formuláři
- Add – přidání záznamu do databáze
- Edit – změna záznamu v databázi
- Save – uložení záznamu do databáze a následný zápis do PLC

- Delete – odstranění záznamu z databáze a následný zápis do PLC
- Cancel – zpět do prohlížení záznamů

### 3. Třídění

Pro přehlednost aplikace obsahuje třídění, kde je možné si např. při více záznamech zjistit, které závěsy tryskají se stejným časem nebo naopak, jak dlouho tryská konkrétní závěs.

### 4. Stavová lišta

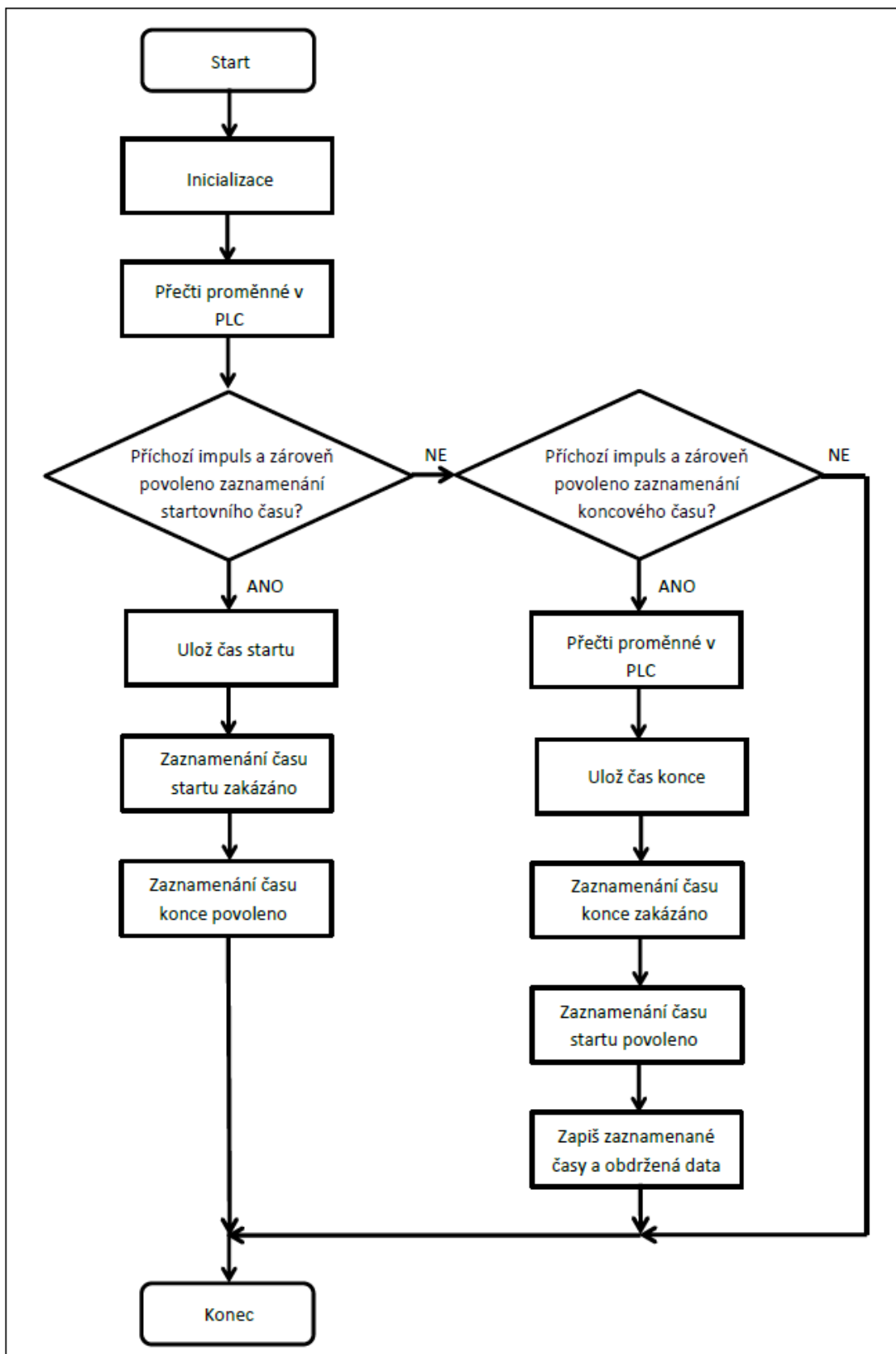
Jak už bylo více zmíněno, stavová lišta signalizuje stav spojení databáze – aplikace a aplikace – PLC.

#### 6.4.1 Čtení z PLC

Součástí aplikace je i reporting. Jedná se o zaznamenání dat z PLC. Zaznamenaná data udávají přehled, jak dané zařízení v konkrétním čase pracovalo.

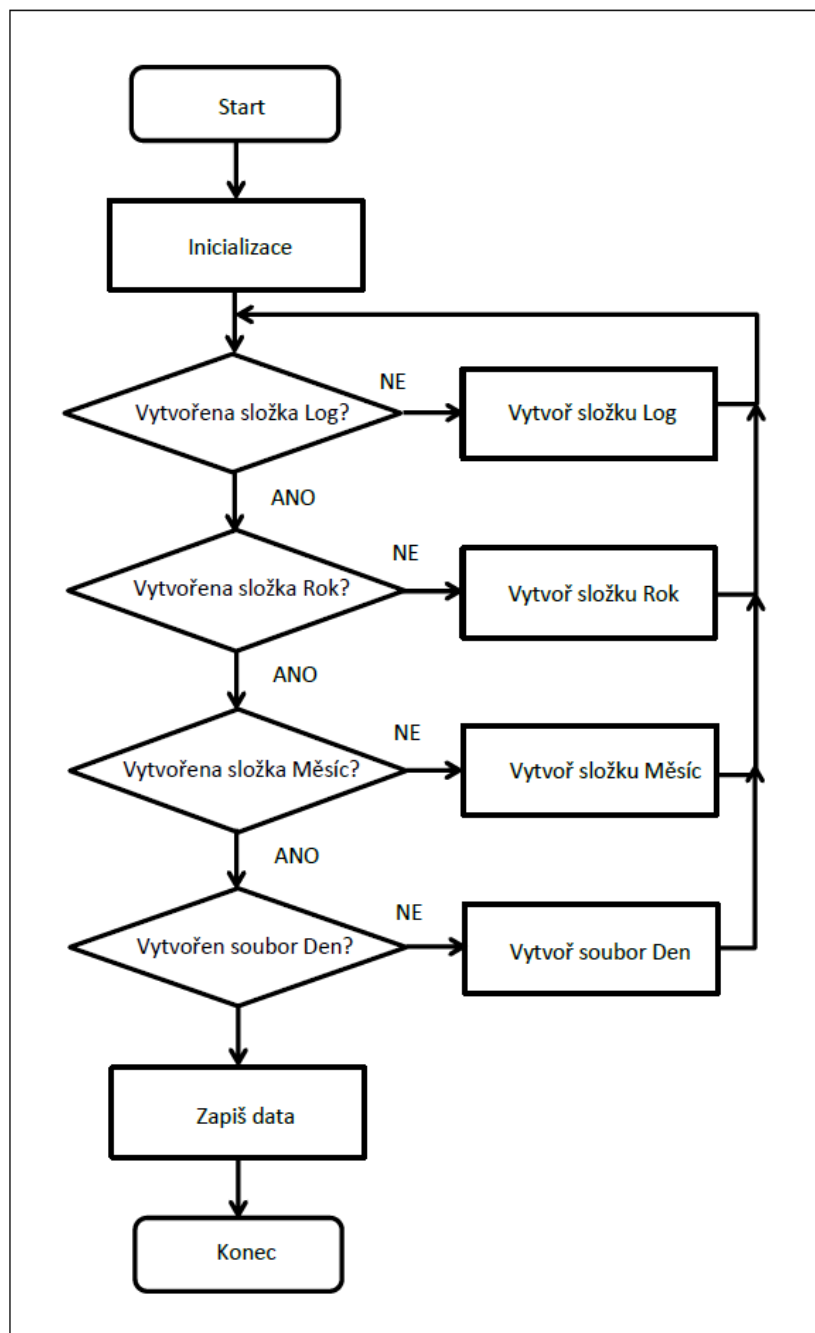
PLC zpracovává signály ze stroje a následně je posílá do řídicí aplikace.

Princip tohoto úkonu je takový, že timer v tiku kontroluje, přichází impuls z PLC. Při přichozím impulsu se detekuje, že závěs vstoupil do procesu tryskání. Zaznamená se čas, kdy tryskání započalo. Při dalším impulsu dojde k zaznamenání času ukončení tryskání a oba časy se společně s PLC proměnnými, které jsou číslo závěsu a identifikační číslo, zaznamenají do souboru. Uvedený princip je možné graficky vidět na obr. 29.



Obr. 29 – Čtení dat z PLC.

Před samotným zápisem do souboru proběhne kontrola, jestli jsou vytvořeny složky „rok“, „měsíc“ a samotný soubor „den“, do kterého se zapíše záznam. Obr. 30 popisuje, jakým způsobem dochází k vytváření složek a souborů pro zápis.

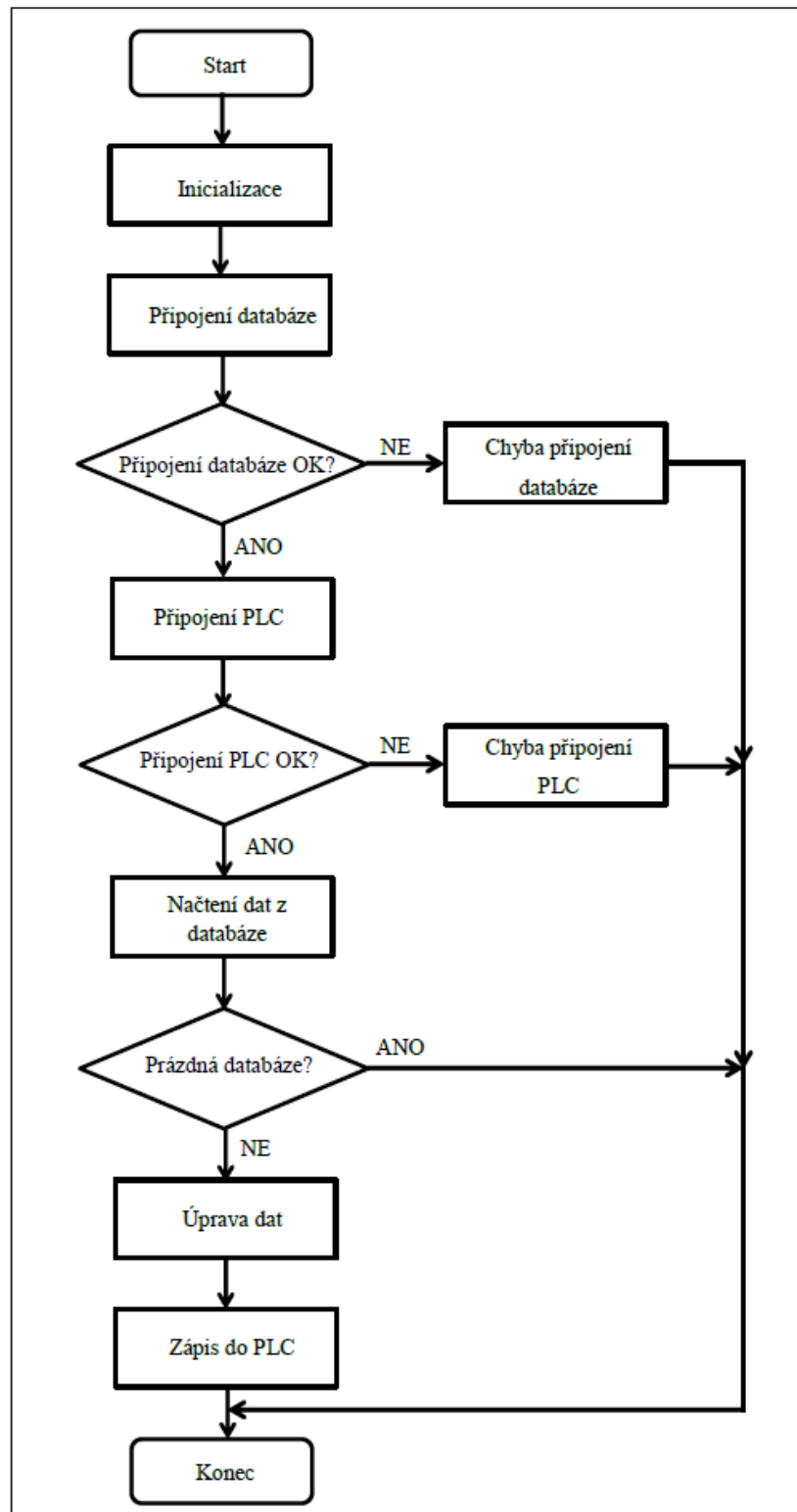


Obr. 30 – Zápis dat do souboru.

#### 6.4.2 Zápis do PLC

Zápis parametrů do PLC se provádí při spuštění aplikace v případě, že spojení s databází a PLC je navázáno a také pokud databáze není prázdná. K opakovanému zápisu

do PLC dochází automaticky při změně dat v databázi operátorem, jako je například přidání/úprava nebo odstranění záznamu. Úkony předcházející zápisu dat do PLC popisuje obr. 31.

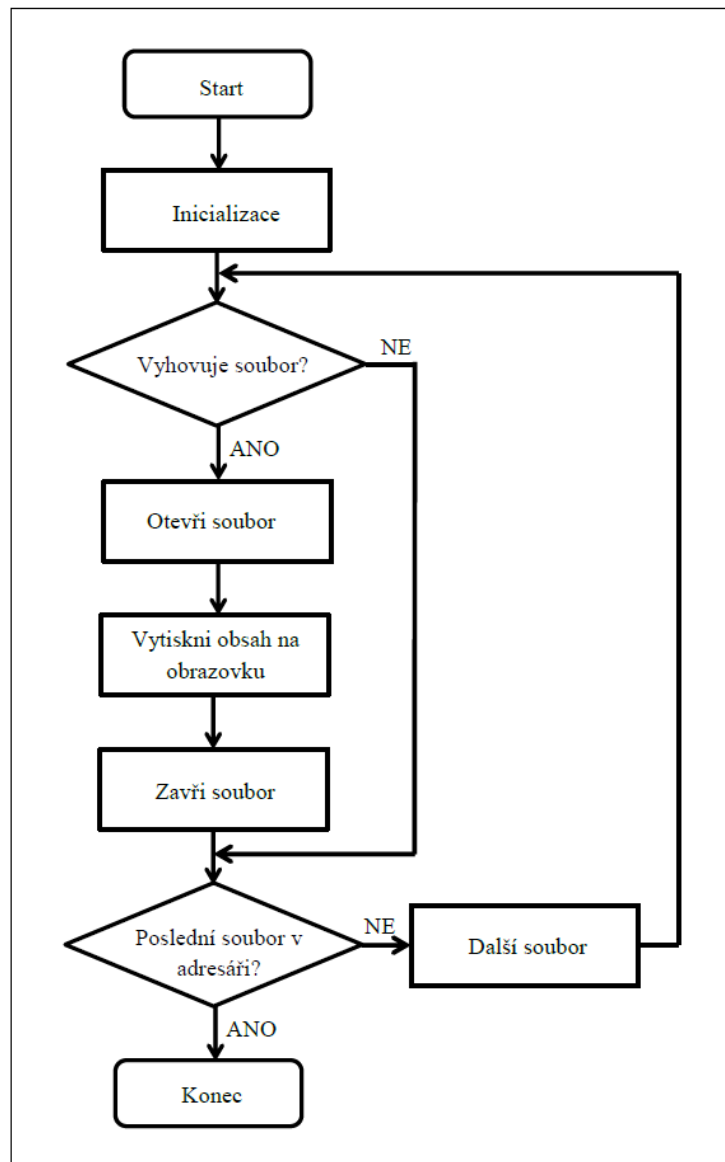


Obr. 31 – Blokové schéma zápisu dat do PLC.

## 6.5 Report

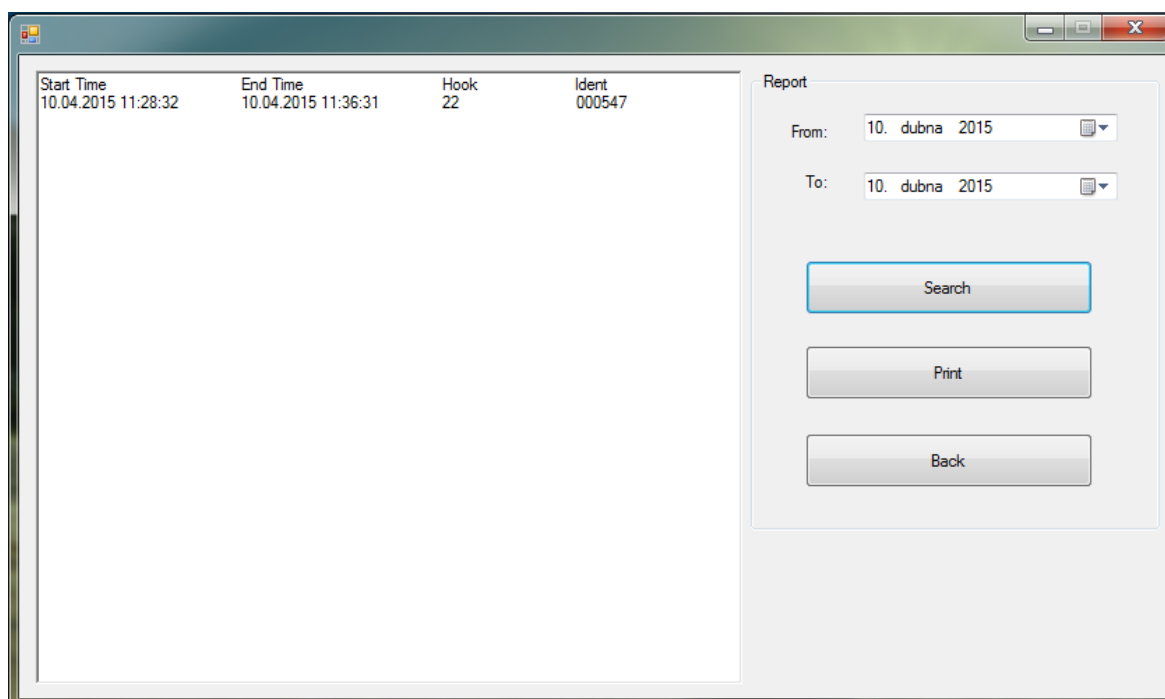
Pro optimalizaci procesů výroby je nutné sledovat daná zařízení pro docílení lepších a rychlejších postupů výroby, nebo třeba pro lepší přehled vyrobených kusů z výrobního stroje atd.

Signály ze stroje zpracovává PLC a dále je předává do aplikace, kde dojde k zaznamenání do souborů. S postupem času však dochází k navýšení počtu vytvořených složek a souborů. Při kontrole, kdy se např. zjišťuje prodleva stroje, by bylo nepraktické se ručně „proklikávat“ jednotlivými složkami a soubory. Za účel zjednodušení je součástí aplikace program, jehož princip je možné vidět na obr. 32.



Obr. 32 – Blokové schéma prohledávání adresáře.

Vizuální vzhled aplikace je možné vidět na obr. 33. V aplikaci stačí zadat časové rozpětí a kliknout na tlačítko vyhledat. Z obr. 32. Je patrné, že program postupně projde všechny podadresáře ve složce na, kterou je nastavena cesta pro vyhledání záznamu, podle data vytvoření souboru. Soubory, které vyhovují, program otevře a vytiskne po řádcích na obrazovku. V případě potřeby je možné vyhledané záznamy ihned vytisknout.



Obr. 33 – Vyhledávání záznamů v adresáři.

Z obr. 33 je také možné vidět ukázkou, kde byl v programu zadán časový interval a byl vyhledán záznam.

## 7 POPIS PROGRAMU PRO PLC

Program pro PLC se skládá z hlavního bloku a funkčního komunikačního bloku, který je volán právě v hlavním bloku. Funkční komunikační blok byl vytvořen za účelem čtení dat ze stroje a také pro zápis konfiguračních parametrů do PLC.

### 7.1 Funkční blok pro komunikaci s aplikací

Na obr. 34 (nahore) je možné vidět proměnné, které slouží pro příjem parametrů z aplikace a (dole) předání dat do proměnných aplikace z PLC.

```

0001 (.....)
0002 (*  Recive data from HMI  *)
0003 (.....)
0004   ArrayTextFromHMI;
0005   ArrayIntFromHMI;
0006
0007 (.....)
0008 (*  Send data to HMI  *)
0009 (.....)
0010 ArrayToHMI[0]:=      HookNumber ;
0011 ArrayToHMI[1].0:=   TestSave;
0012 TextToHMI:=         HookIdent

```

Obr. 34 – Blok pro komunikaci s aplikací

Deklarace proměnných jako globální pro komunikaci s aplikací.

```

0001 VAR_GLOBAL
0002
0003 (* To HMI *)
0004   ArrayToHMI:ARRAY[0..200] OF DINT;
0005   TextToHMI:STRING;
0006
0007 (* From HMI *)
0008   ArrayTextFromHMI:   ARRAY[0..200] OF STRING;
0009   ArrayIntFromHMI:    ARRAY[0..200] OF DINT;
0010
0011 END_VAR
0012

```

Obr. 35 – Deklarace proměnných pro komunikaci.

Deklarace proměnných jako globální pro využití v PLC programu. Proměnná *TestSave* je ve výchozím stavu *False*, při příchozím impulsu nastane změna na hodnotu *True* je zaznamenán čas začátku tryskání, při příchozím impulsu nastane opět změna na hodnotu *False* je zaznamenán čas konce tryskání a uvedené další proměnné na obr. 36 jsou zapsány aplikací do souboru.

```
0001 VAR_GLOBAL
0002
0003 (*PLC variables*)
0004     TestSave           : BOOL;
0005     HookNumber        : DINT;
0006     HookIdent         : STRING;
0007
0008 END_VAR
0009
```

Obr. 36 – Deklarace PLC proměnných.

## 8 OVĚŘENÍ FUNKČNOSTI

### *Vzdálená správa z jednoho zařízení*

Vytvořená aplikace byla prvně testována na vzdálenou správu parametrů. To spočívalo v umístění databáze na jiné zařízení v síti a následné zadání cesty do databáze v aplikaci. Problém nastal hned při prvním zadání cesty, kde nedošlo ihned ke spojení aplikace s databází, ale až po restartu aplikace. Při dalších spuštění aplikace se problém už neobjevil. Následná správa probíhala už bez problémů. Nedošlo k žádným přepisům ani k pádu aplikace.

### *Vzdálená správa z více zařízení*

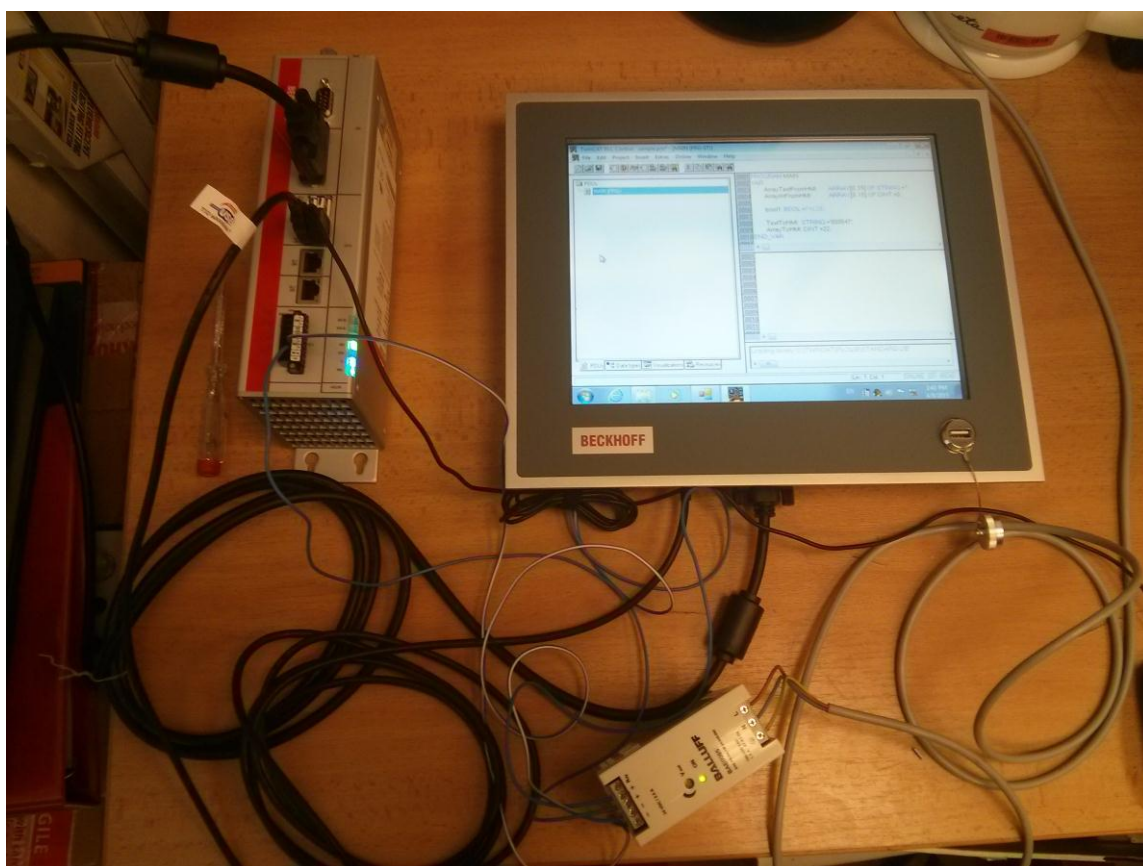
Aplikace byla dále nainstalována na další zařízení v síti a opět i při přístupu více zařízení k databázi nevznikly žádné problémy se správou parametrů.

### *Čtení a zápis parametrů*

Proběhl i test připojení aplikace k PLC i při simulovaných problémech PLC nebo databází, aplikace správně signalizovala chyby, které vznikaly. Po uvedení databáze a PLC do chodu došlo ihned k navázání spojení a zápisu parametrů do PLC. Čtení dat z PLC a následný zápis do souboru v aplikaci proběhlo úspěšně.

### *Poslední úpravy na zobrazovacím panelu*

Proběhlo zapojení a uvedení prototypu do chodu. Při prvním spuštění bylo nutné provést kalibraci dotykové plochy. Na prototypu, který je možné vidět na obr. 37, probíhalo finální ladění aplikace. Pro správné zobrazení aplikace bylo nutné upravit velikost oken aplikace.



Obr. 37 – Ověření funkčnosti a ladění aplikace.

## ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo vytvořit aplikaci pro vzdálenou správu parametrů stroje a dále vytvořit funkční blok v PLC pro komunikaci s aplikací.

V teoretické části byla v první kapitole zpracována literární rešerše, jejímž cílem bylo přiblížit, jak je problematika této práce řešena u jiných firem průmyslového odvětví. Dále proběhlo srovnání tradičního PLC se softwarovým PLC, kde bylo pojednáno o jednotlivých výhodách, nevýhodách a součástích, které se vykonávají v průběhu otočky cyklu. Druhý bod dále podrobně představil HW, který bude sloužit pro řízení. Třetí bod byl věnován představením jednotlivým SW nástrojům a popisu vývojových prostředí, které byly použity při zpracování práce. V posledním bodě teoretické části byly přiblížené důvody pro modernizaci a výhody, které z této modernizace pro provoz plynou.

V praktické části bylo vytvořeno blokové schéma, které znázorňuje, jakým způsobem dochází ke komunikaci mezi jednotlivými komponenty. Dále je možné vidět, na jakém HW bude nainstalována databáze, aplikace a program pro PLC a v neposlední řadě také protokoly, které slouží pro výměnu dat. V šestém bodě bylo podrobně přiblíženo propojení aplikace s databází a také aplikace s PLC. Dále bod pojednává o funkčnosti aplikace, která byla doplněna pro lepší znázornění blokovými diagramy. Sedmý bod popisuje strukturu PLC programu a jak dochází k volání vytvořeného komunikačního bloku. Závěrečný bod praktické části líčí, jakým způsobem proběhlo odladění a testování aplikace.

Při vypracování práce jsem získal zkušenosti s vývojem aplikací v prostředí jazyku Visual Basic.NET a TwinCAT PLC. Dále jsem se naučil využít databázi pro uložení parametrů. Pochopil jsem, jakým způsobem může docházet k výměně parametrů z databáze do PLC. Předmět této práce bude mít praktické využití a je připraven pro aplikaci do provozu ihned po modernizaci stroje. Umožní výrazně nižší energetickou náročnost zařízení v případě volby kratšího procesního času. V případě volby delšího procesního času pro optimální pokrytí dojde ke zvýšení kvality jednotlivých dílů.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] KOZÁK, Matěj. Realizace sběru dat z nízkotlakých lisů systémem MASA. [online]. s. 6 [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: [http://www.elektlabs.cz/downloads/CZ\\_Nizkotlak.pdf](http://www.elektlabs.cz/downloads/CZ_Nizkotlak.pdf)
- [2] TUPÝ, Zdeněk. Průmyslová automatizace pro výrobní linky. [online]. 2013, č. 3 [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/prumyslova-automatizace-pro-vyrobni-linky.html>
- [3] Řídicí systém linek pro výrobu kabelů. [online]. 2002, č. 3 [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/ridici-system-linek-pro-vyrobu-kabelu.html>
- [4] HOLÍK, Jiří a Jiří FILIP. Řídicí systémy pro výrobní stroje a linky. [online]. [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: [http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id\\_document=30321](http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=30321)
- [5] An introduction to PC control technology. *Beckhoff* [online]. [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: [http://infosys.beckhoff.com/english.php?content=../content/1033/tcsystemover/html/tcsystemover\\_pcctrl.htm&id=11539](http://infosys.beckhoff.com/english.php?content=../content/1033/tcsystemover/html/tcsystemover_pcctrl.htm&id=11539)
- [6] C6920-0040 | Control cabinet Industrial PC. *Beckhoff* [online]. [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: [http://www.beckhoff.de/english.asp?industrial\\_pc/c6920\\_0040.htm?id=9963818731870](http://www.beckhoff.de/english.asp?industrial_pc/c6920_0040.htm?id=9963818731870)
- [7] Společnost Dyger představí novinky v oblasti počítačového řízení a distribuovaných I/O: C6920 a C6925 – štíhlé a výkonné průmyslové počítače. [online]. [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: [http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id\\_document=31338](http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=31338)
- [8] CP69xx | “Economy” built-in Control Panel with DVI/USB Extended interface. *Beckhoff* [online]. [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: [http://www.beckhoff.com/english.asp?industrial\\_pc/cp69xx.htm](http://www.beckhoff.com/english.asp?industrial_pc/cp69xx.htm)
- [9] Installation and Operating instructions for C9900-U330-0010 battery pack. *Beckhoff* [online]. [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: [http://www.beckhoff.com/english.asp?industrial\\_pc/c9900\\_u330\\_0010\\_batt\\_inst.htm](http://www.beckhoff.com/english.asp?industrial_pc/c9900_u330_0010_batt_inst.htm)

- z: <http://download.beckhoff.com/download/Document/IndustPC/C9900-U330-0010en.pdf>
- [10] Sběrníkové terminály. *Beckhoff* [online]. [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: [http://www.beckhoff.de/english.asp?bus\\_terminal/default.htm?id=23562362](http://www.beckhoff.de/english.asp?bus_terminal/default.htm?id=23562362)
- [11] PÍSEK, Slavoj. *Access 2007*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 99 s. Snadno a rychle (Grada). ISBN 978-80-247-1966-5.
- [12] HALVORSON, Michael. *Microsoft Visual Basic 2010: krok za krokem*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2010, 480 s. Snadno a rychle (Grada). ISBN 978-80-251-3146-6.
- [13] HANÁK, Ján. *Programování v jazyce Visual Basic 2010*. Vyd. 1. Kralice na Hané: Computer Media, 2011, 159 s. ISBN 978-807-4021-121.
- [14] BAI, Ying. *Practical database programming with Visual Basic.NET: krok za krokem*. 2nd ed. Hoboken, N.J.: Wile, c2012, xxvii, 868 p. ISBN 978-111-8162-057.
- [15] PRICE, Jason. *C#: programování databází*. Praha: Grada, 2005, 623 s. ISBN 80-247-0982-1., anglická kniha.
- [16] MCCLURE, Brian. *TwinCAT 2*. 2013. Dostupné z: [ftp://ftp.beckhoffautomation.com/TwinCAT\\_Manual/TwinCAT%20%20Manual%20v3.0.1.pdf](ftp://ftp.beckhoffautomation.com/TwinCAT_Manual/TwinCAT%20%20Manual%20v3.0.1.pdf).
- [17] TwinCAT System Manager. *Beckhoff* [online]. [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: [http://infosys.beckhoff.com/english.php?content=../content/1033/tcssystemmanager/basics/tcsysmgr\\_common\\_intro.htm&id=](http://infosys.beckhoff.com/english.php?content=../content/1033/tcssystemmanager/basics/tcsysmgr_common_intro.htm&id=)
- [18] TwinCAT PLC Control. *Beckhoff* [online]. [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: [http://infosys.beckhoff.com/english.php?content=../content/1033/tcadscommon/html/tcadscommon\\_identadsdevice.htm&id=11905](http://infosys.beckhoff.com/english.php?content=../content/1033/tcadscommon/html/tcadscommon_identadsdevice.htm&id=11905).
- [19] *TwinCAT PLC Control*. 6.6. 2003. Dostupné z: <http://www.disa.bi.ehu.es/spanish/ftp/automatas/TwinCAT/TcPlcControl.pdf>.

- [20] TwinCAT ADS. *Beckhoff* [online]. [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: [http://infosys.beckhoff.com/english.php?content=../content/1033/tcadscommon/html/tcadscommon\\_intro.htm&id=.](http://infosys.beckhoff.com/english.php?content=../content/1033/tcadscommon/html/tcadscommon_intro.htm&id=)
- [21] ADS Communication. *Beckhoff* [online]. [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: [http://infosys.beckhoff.com/english.php?content=../content/1033/bc9000/html/bt\\_ethernet%20ads%20potocols.htm&id=.](http://infosys.beckhoff.com/english.php?content=../content/1033/bc9000/html/bt_ethernet%20ads%20potocols.htm&id=)
- [22] ADS Protocol. *Beckhoff* [online]. [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: [http://infosys.beckhoff.com/english.php?content=../content/1033/bc9000/html/bt\\_bx9000adsprotocol.htm&id=2811.](http://infosys.beckhoff.com/english.php?content=../content/1033/bc9000/html/bt_bx9000adsprotocol.htm&id=2811)
- [23] ADS Identifikace zařízení. [online]. [cit. 2015-03-15]. Dostupné z: [http://infosys.beckhoff.com/english.php?content=../content/1033/tcadscommon/html/tcadscommon\\_identadsdevice.htm&id=](http://infosys.beckhoff.com/english.php?content=../content/1033/tcadscommon/html/tcadscommon_identadsdevice.htm&id=)

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

ADO.NET	Microsoft ActiveX Data Objects .NET
ADS	Automation Device Specification
COM	Component Object Model
CNC	Computer Numerical Control
DC	Direct Current
DCOM	Distributed Component Object Model
DLL	Dynamic linking library
FBD	Function Block Diagram
HDD	Hard Disk Drive
HMI	Human Machine Interface
HW	Hardware
I/O	Input/Output
IL	Instruction List
IPC	Industrial Personal Computer
LAN	Local Area Network
LD	Ladder Diagram
MASA	Měřicí a Statická Aplikace
NC	Numeric Control
OCX	OLE Control Extension
OLE DB	Object Linking and Embedding Database
OPC	OLE for Process Control
OS	Operating System
PC	Personal Computer
PLC	Programmable Logic Controller

POU	Program Organization Unit
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
SFC	Sequential Function Chart
ST	Structured Text
SW	Software
TwinCAT	The Windows Control and Automation Technology
USB	Universal Serial Bus

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1 – Diagram datového toku. [1].....	12
Obr. 2 – Struktury řídicích systémů. [5] .....	15
Obr. 3 – Cyklus programu u klasického PLC. [5] .....	16
Obr. 4 – Cyklus programu u softwarového PLC. [5].....	16
Obr. 5 – Průmyslový počítač C6920-0040. [6].....	17
Obr. 6 – Dotykový panel CP6901-0021.[8].....	18
Obr. 7 – Baterie C9900-U330. [9] .....	18
Obr. 8 – Sběrníková spojka BK9000. [10].....	19
Obr. 9 – Digitální vstupy KL1408 a výstupy LK2408. [10] .....	20
Obr. 10 – Analogové vstupy KL3064 a výstupy KL4002. [10].....	20
Obr. 11 – Microsoft Access 2007. ....	21
Obr. 12 – Vývojové prostředí Visual Basic 2010. ....	22
Obr. 13 – Propojení databáze s aplikací. [14].....	23
Obr. 14 – TwinCAT Systém. [17] .....	25
Obr. 15 – TwinCAT PLC Control. [19].....	26
Obr. 16 – Architektura TwinCAT. [20].....	27
Obr. 17 – ADS protokol. [22] .....	28
Obr. 18 – ADS komunikace. [21] .....	28
Obr. 19 – TwinCAT komunikace v síti. [23].....	30
Obr. 20 – Blokové schéma správy dat pro řízení.....	33
Obr. 21 – Výběr zdroje dat.....	35
Obr. 22 – Volba propojení. ....	36
Obr. 23 – Vyplnění potřebných údajů pro propojení. ....	36
Obr. 24 – Výběr vytvořeného propojení. ....	37
Obr. 25 – Uložení „propojovacího řetězce“ do konfiguračního souboru aplikace. ....	37
Obr. 26 – Nově vytvořená správa dat v aplikaci.....	38
Obr. 27 – Přihlašovací formulář.....	39
Obr. 28 – Celkový pohled na aplikaci pro správu dat.....	40
Obr. 29 – Čtení dat z PLC.....	42
Obr. 30 – Zápis dat do souboru.....	43
Obr. 31 – Blokové schéma zápisu dat do PLC. ....	44

---

Obr. 32 – Blokové schéma prohledávání adresáře.....	45
Obr. 33 – Vyhledávání záznamů v adresáři. ....	46
Obr. 34 – Blok pro komunikaci s aplikací .....	47
Obr. 35 – Deklarace proměnných pro komunikaci. ....	47
Obr. 36 – Deklarace PLC proměnných. ....	48
Obr. 37 – Ověření funkčnosti a ladění aplikace.....	50

## SEZNAM TABULEK

Tab. 1 – Přidělené ADS porty a popis zařízení. [23] .....	29
---	----

## SEZNAM PŘÍLOH

P I            CD s Diplomovou prací ve formátu pdf