

Laboratorní tloušťkoměr

Bc. Radek Macků

Diplomová práce
2006



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
Ústav automatizace a řídicí techniky
akademický rok: 2005/2006

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Radek MACKŮ**
Studijní program: **N 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Automatické řízení a informatika**

Téma práce: **Laboratorní tloušťkoměr**

Zásady pro vypracování:

1. Provedte literární rešerši na zadané téma.
2. Realizujte propojení stávajícího indukčního snímače tloušťky se zvolenou technologickou kartou.
3. Vytvořte program pro zajištění komunikace mezi technologickou kartou a osobním počítačem.
4. Program dále umožní zpracování naměřených dat, tj. výpočet plošné hmotnosti měřeného vzorku a jejich archivaci.
5. Zajištění přístupu k naměřeným datům v rámci podnikové sítě prostřednictvím programu Internet Explorer.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

TEDIA website [online]. c1997–2005 , 27.10.2005 [cit. 2006–01–06]. Dostupný z WWW: <<http://www.tedia.cz>>.

Multifunkční modul UDAQ-1208/1408 pro rozhraní USB – Uživatelská příručka [online]. c1997–2005 [cit. 2006–01–06]. Dostupný z WWW: <<http://www.tedia.cz/cz/manualy/udaq1208.pdf>>.


Computer Press. Programujeme v Microsoft Visual C++. [s.l.] : [s.n.], 2002. 987 s. ISBN 80-7226-362-5.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Petr Navrátil**
Ústav řízení procesů


Datum zadání diplomové práce: **14. února 2006**

Termín odevzdání diplomové práce: **26. května 2006**

Ve Zlíně dne 14. února 2006


prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
pověřený děkan




prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Cílem Diplomové práce je přispět k minimalizaci tloušťkových rozdílů při výrobě polyethylenových fólií. Rozbor stávajícího stavu ukazuje důležité fáze průběhu výroby. Dále je popsán současný způsob měření tloušťky profilu fólie. Následně se rozebírá zařízení technologické karty a WWW Server. Praktická část řeší algoritmy jazyka Visual Basic, výpočty jednotlivých proměnných a sestavení požadovaného grafu, který zachycuje průběh měření. Diplomová práce popisuje přístup k naměřeným datům v podnikové síti prostřednictvím programu Internet Explorer.

Klíčová slova: WWW Server, Tloušťkoměr, vzorek, recept, ActiveX, Internet Explorer

ABSTRACT

The aim of the Master thesis is to help to minimize the thickness differences arising during a polyethylene foil production. The analysis of the current situation shows important phases of the manufacturing process. The present method of measuring of the thickness is also described. Then the device of the technological card and the WWW Server is being discussed. The practical part deals with algorithms of Visual Basic language, calculation of individual variables and construction of the desired graph, which shows the results of measuring. The Master thesis describes the access to gained data in the company net through the Internet Explorer program.

Keywords: WWW Server, Thickness gauge, specimen, recipe, ActiveX, Internet Explorer

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat Ing. Petru Navrátilovi za poskytování rad, odborného vedení a připomínky při návrhu a realizaci této diplomové práce.

Ne menší dík patří též manželce Sylvě za pochopení a vstřícnost při realizaci této diplomové práce a při mém studiu. Též za trpělivost a obětavost při výchově našich synů Tomáše a Petra.

Ve Zlíně, 17. 05. 2006

Macků Radek

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 SEZNÁMENÍ S PROBLEMATIKOU	11
1.1 STANOVENÍ CÍLŮ	14
1.2 DOPORUČENÍ	14
1.3 DISKUSE	14
2 ROZBOR PŮVODNÍHO ŘEŠENÍ	15
2.1 POPIS ZAŘÍZENÍ TLOUŠŤKOMĚRU	15
2.2 POSTUP MĚŘENÍ.....	16
2.3 POPIS ANALOGOVÉ ČÁSTI	17
2.4 POPIS ZAPISOVAČE	17
3 SNÍMAČE	18
3.1 INDUKČNOSTNÍ SENZORY	18
3.2 VYHODNOCOVÁNÍ SIGNÁLŮ Z INDUKČNOSTNÍCH SENZORŮ	19
3.3 CHYBY MĚŘENÍ	19
3.4 ZÁSADY SPRÁVNÉHO MĚŘENÍ	20
3.5 A/D PŘEVODNÍK.....	20
3.5.1 Kompenzační převodník	21
3.5.2 Integrovaný převodník s dvojnásobnou integrací	21
3.5.3 Paralelní A/D převodník	22
4 PŘEVODNÍK UDAQ 1208	24
4.1 A/D PŘEVODNÍK.....	24
4.2 ČÍTAČ.....	25
4.3 LOGIKA SPOUŠTĚNÍ	26
4.4 TVORBA VLASTNÍHO APLIKAČNÍHO PROGRAMU	26
4.5 KALIBRACE A/D PŘEVODNÍKU	26
5 WWW – SERVER	27
II PRAKTICKÁ ČÁST	28
6 ČÁST PŘEVODNÍKU	29
6.1 PŘIPOJENÍ PŘEVODNÍKU.....	29
6.2 SOFTWARE TLOUŠŤKOMĚRU	31
6.2.1 Struktura adresáře.....	32
6.2.2 Komunikace s měřicí kartou UDAQ 1208.....	33
6.2.2.1 Inicializace	33
6.2.2.2 Volba Měř	34

6.2.2.3	Volba Neměř.....	36
6.2.2.4	Výběr receptu.....	37
6.2.2.5	Volba Uložit.....	37
6.2.2.6	Volba Prohlížení	38
6.2.2.7	Volba nový.....	38
6.2.2.8	Volba Konec	39
6.2.2.9	Volba Aktivuj	39
6.2.2.10	Volba Nastavení.....	39
6.2.2.11	Volba Náповěda - ?	40
6.2.3	Zadávání receptur.....	40
6.2.3.1	Načtení při spuštění	41
6.2.3.2	Volba Uložit.....	41
6.2.3.3	Volba Přidat	41
6.2.4	Prohlížení naměřených hodnot.....	42
6.2.4.1	Načtení	42
6.2.4.2	Volba Druh	42
6.2.4.3	Volba Tisk.....	44
6.3	ZAŘÍZENÍ PRO TESTOVÁNÍ A NASTAVENÍ	45
7	ROZHRANÍ WWW	47
7.1	PRVNÍ PŘÍSTUP NA WWW	47
7.2	STRUKTURA PRVKU PROJEKT1.OCX.....	50
7.2.1	Inicializace	50
7.2.2	Skript na komunikaci přes URL.....	50
7.2.3	Přenos seznamu vzorků.....	50
7.2.4	Volba výběru.....	51
7.2.5	Volba Zobraz.....	52
7.2.6	Volba Tisk.....	52
	ZÁVĚR.....	53
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	55
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	56
	SEZNAM OBRÁZKŮ	59
	SEZNAM TABULEK.....	61
	SEZNAM PŘÍLOH.....	62

ÚVOD

V současné době, kdy hlavními cíly je zlepšování kvality výroby, zavádění a dodržování ISO norem a hledání úspor při produkci výrobků, je jedním z důležitých faktorů zlepšení dodržování daných technologických předpisů. Dokonalá kontrola stanovených parametrů má zásadní vliv na několik ukazatelů výroby.

Jedny z nejdůležitějších ukazatelů jsou:

- výsledky ekonomické
- nedodržení očekávané kvality výrobku (následná ztráta zákazníka)

Ekonomický vliv má za následek úsporu materiálu při výrobě daného produktu. Vzniklým ušetřením se může například investovat do rekonstrukcí zařízení, nákupu nových technologií a realizovat vývoj nových technologických receptur.

Dodržením technologie při vytlačování jsou zaručeny požadované vlastnosti daného výrobku. Tím i zmírnění, případně úplné odstranění následujících problémů u polotovarů při dalším zpracování. Koncový uživatel tak má zaručenou uvedenou kvalitu dodaného výrobku.

Diplomová práce je vytvořena z důvodu odstranění chyb při stávajícím laboratorním měření tloušťkových profilů. Přesnějším a rychlejším zjištěním stavu výrobku se může rychleji reagovat na přizpůsobení technologických podmínek. Při návrhu uživatelského rozhraní se dbá na jednoduchou obsluhu a minimální manipulační čas při nastavování. Další z cílů je ve stávajícím zařízení provést minimální změny a při napojování k měřicí USB kartě UDAQ 1208 zaručit požadovanou přesnost. Celá práce sestává ze tří částí.

V první části je rozbor stávajícího řešení. Seznámení s popisem jednotlivých komponentů zařízení. Dále je vysvětlena nezbytná teorie pro konstrukci daného zpracování naměřených údajů. Jsou zde rozebrány snímače pro měření tloušťky. Funkce USB karty UDAQ 1208 a stručný popis WWW Serveru.

Druhá část se zabývá zpracováním a zobrazením snímaných hodnot z USB karty UDAQ 1208. Zpracování celku je rozděleno na několik dílčích částí, které mají za úkol řešit v dané chvíli konkrétní problém. Jedná se o komunikaci s USB kartou UDAQ 1208, archivaci naměřených hodnot a jako další zobrazení a tisk vytvořených grafů.

Ve třetí části se řeší problém s komunikací po podnikové síti. Probíhá zde zobrazení naměřených archivovaných dat. Pro vykreslení grafů pomocí Internet Exploreru byl vytvořen ActiveX prvek.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 SEZNÁMENÍ S PROBLEMATIKOU

Akciová společnost Fatra zaujímá v republice přední místo mezi podniky zabývajícími se zpracováním plastů.

Organizační strukturou se rozděluje na 3 VOJ (výrobně organizační jednotky). Nejdůležitějším kritériem pro hodnocení prosperity každé výrobně organizační jednotky je výroba a prodej kvalitních výrobků uspokojujících požadavky zákazníka s přiměřeným ziskem pro a.s. a zabezpečení realizace výrobků na tuzemském i zahraničním trhu.

VOJ 1000 - v uvedené výrobně organizační jednotce se zpracovává materiál PVC, se specifikací na výrobky : podlahové krytiny, izolační folie, technické folie, granulát, profily, dopravní pásy a syntetické usně.

VOJ 5000 - se sídlem v Chropyni se zabývá výrobou BOPET folie (biaxiálně orientované polyesterové folie pro balení potravin a technických produktů).

VOJ 2000 - podle sortimentu výrobků a zároveň z hlediska odběratelů je dáno zásadní rozdělení VOJ 2000 :

- výroba PPF
- výrobky pro IKEA
- obalové materiály

Pod pojmem obalové materiály jsou zahrnuty všechny druhy výrobků z polyethylenu, což je zdravotně nezávadný, recyklovatelný materiál. Výrobky z něj slouží k balení produktů používaných v potravinářském průmyslu, zemědělství, domácnostech, k reklamním účelům, ve stavebnictví apod. Výrobovou řadu tvoří hadice, folie, sáčky, tašky, tenkostěnné, samonosné a rolované pytle.

Roční produkcí 65 milionů kusů rolovaných pytlů zaujímá tento sortiment stěžejní postavení ve výrobě obalových materiálů. Největšími odběrateli široké škály rozměrů jsou zahraniční fy : ALUFIX, MELITTA, Techno-servis a WBV. Uváděné fy distribuují výrobky do různých supermarketů po celé Evropě.

Technologie výroby rolovaných pytlů probíhá ve dvou základních fázích. Nejprve je vytlačován polotovár - hadice určité šíře, tloušťky a receptury, udávající poměr jednotlivých surovin. Parametry pro rozměry polotovarů jsou uváděny v databázi podle rozpisu výrobků, zadávaného prodejním oddělením na základě požadavků od zákazníků.

Hadice je vyráběna vytlačováním na jednošnekových vytačovacích strojích s kruhovou šterbinovou hubicí tubulární technologií. Hadice může být jednostranně i oboustranně upravena narušováním pro možnost potisku. Pro tento druh výrobků jsou u vytlačovacích strojů zařazeny jednobarevné potiskovací stroje FLASH. Jednotlivé vytlačovací stroje jsou označeny podle průměru šneku a výrobce strojního zařízení. Rozhodnutí, na kterém zařízení bude jednotlivý rozměr polotovaru vytlačován je dán šíří a tloušťkou hadice. Každá vytlačená role o váze cca 250kg projde technickou kontrolou, která měří šíří a tloušťku stěny hadice. Vyhovuje-li určeným parametrům, je olepena zeleným štítkem a předána k další etapě zpracování – svařování a rolování.

Ve druhé fázi výroby rolovaných pytlů se provádí konfekce vytlačených hadic na svařovacích automatech HUDSON – SHARP (model SD 1300DT – M 450), FMC a COEMTER. Zde probíhá svařování a zároveň navíjení pytlů PE do roliček a olepení roličky lepící papírovou páskou. Pytle jsou vyráběny ve dvojitým provedení :

- se svarem na dně a perforací pro odtržení jednotlivých kusů od sebe
- v horní části se svarem a zdrhovací páskou pro utažení a perforací na obou stranách pytle

Na uvedených strojních zařízeních lze vyrábět širokou škálu rozměrů pytlů od šíře 250mm až po šíři 1100mm a délku od 470mm do 1800mm. Díky ovládacím prvkům řídicího systému lze nastavené veličiny rozměrů v průběhu celého výrobního procesu dodržovat přesně, v maximálním rozmezí $\pm 3\text{mm}$. Lze tedy říci, že touto částí výroby se z ekonomického hlediska není třeba dále zabývat.

Při dlouhodobém sledování a rozborech výroby rolovaných pytlů se jeví jako nejdůležitější část celého výrobního procesu dodržení co nejpřesnějšího tloušťkového profilu vytlačované hadice. Technologie vytlačování s následným rozfukováním nezaručuje dodržení požadovaných přesných tlouštěk stěn hadice po celém obvodu. Na tento parametr působí velké množství různých vlivů, jako je např. přesné vycentrování hubice s trnem, rozfouknutí a výška komínu, rychlost otáček šneku, rychlost odtahových válců. Na stávajících strojích v a.s. Fatra při běžné výrobě dosahují odchylky v 10 – 20 % od požadovaných tlouštěk. Dosavadní způsob měření tloušťky folie na laboratorním přístroji VOLLMER sice graficky znázorní v jakém rozsahu se naměřené hodnoty pohybují, ale nemá dostatečně vypovídající schopnost pro určení průměrné tloušťky vytlačené hadice.

Tato hodnota je po stránce hospodaření nejdůležitější položkou, protože největším dílem ovlivňuje celkovou hmotnost svařeného pytle. Pro demonstraci problému jsou zde uvedeny dva představitelé nejvíce frekventovaných rozměrů :

Tab. 1. ALUFIX 110l - 700x1050x0,025mm

Šířka [mm]	Délka [mm]	Tloušťka [mm]	hmot. 1 ks [g]	30 mil ks/ rok [kg]	rozdíl v [kg]	rozdíl v [Kč]
700	1050	0,025	34,545	1036350		
700	1050	0,026	35,9268	1077804	-41454	-1202166
700	1050	0,027	37,3086	1119258	-82908	-2404332
700	1050	0,028	38,6904	1160712	-124362	-3606498
700	1050	0,029	40,0722	1202166	-165816	-4808664
700	1050	0,03	41,454	1243620	-207270	-6010830

Tab. 2. MELITTA 150l - 770x1100x0,040mm

Šířka [mm]	Délka [mm]	Tloušťka [mm]	hmot. 1 ks [g]	30 mil ks/ rok [kg]	rozdíl v [kg]	rozdíl v [Kč]
770	1100	0,04	63,6944	1910832		
770	1100	0,041	65,28676	1958603	-47770	-1385330
770	1100	0,042	66,87912	2006374	-95541	-2770689
770	1100	0,043	68,47148	2054144	-143312	-4156048
770	1100	0,044	70,06384	2101915	-191083	-5541407
770	1100	0,045	71,6562	2149686	-238854	-6926766

Poznámka - průměrná cena za 1 kg hadice = 29 Kč.

Z uvedených tabulek vyplývá, jak je důležité neustále sledovat průměrnou tloušťku stěny hadice po celém obvodu, protože při produkci 65mil kusů za rok a průměrných tl. o 10 – 20% větších než je požadavek zákazníka by ztráty na materiálu dosahovaly částky až cca 13 mil Kč.

1.1 Stanovení cílů

Cílem této práce je provést rozbor současného stavu postupu měření tloušťkového profilu folií v oddělení technické kontroly. Dále navrhnout vhodné řešení přesnějšího a méně pracného vyhodnocení získaných dat. Umožnit archivaci výsledků měření výstupních výrobků tak, aby byla zajištěna možnost prohlédnout data pracovníkům, kteří mají odpovědnost a povinnost zajistit kvalitní průběh výroby.

1.2 Doporučení

Pro řešení současného stavu se nabízí několik řešení:

- nákup nového zařízení pro měření tloušťky
- vážení a měření hotového výrobku a následný výpočet požadovaných údajů
- doplnění stávajícího zařízení o pomocný modul k zajištění potřebných údajů

1.3 Diskuse

V případě prvního navrhovaného řešení se nákupem nového zařízení převážně vyřeší stávající problémy. Technologicky novější zařízení vykazují vyšší třídu přesnosti a pro uživatele plno nových funkcí. Nepříznivá okolnost pro nákup nového přístroje je vysoká pořizovací cena laboratorních přístrojů.

Druhé řešení je zcela jistě nejlevnější varianta daného problému. Jenže vysekáváním přesného rozměru vzorku, vážením, měřením a dalším počítáním vzniknou nemalé rozdíly a chyby ve finálním výsledku. Pro přesné zvážení pořízeného vzorku je potřeba zakoupit přesnou laboratorní váhu. Tento způsob je nejen nepřesný, ale zároveň velmi náročný na čas pracovníků technické kontroly.

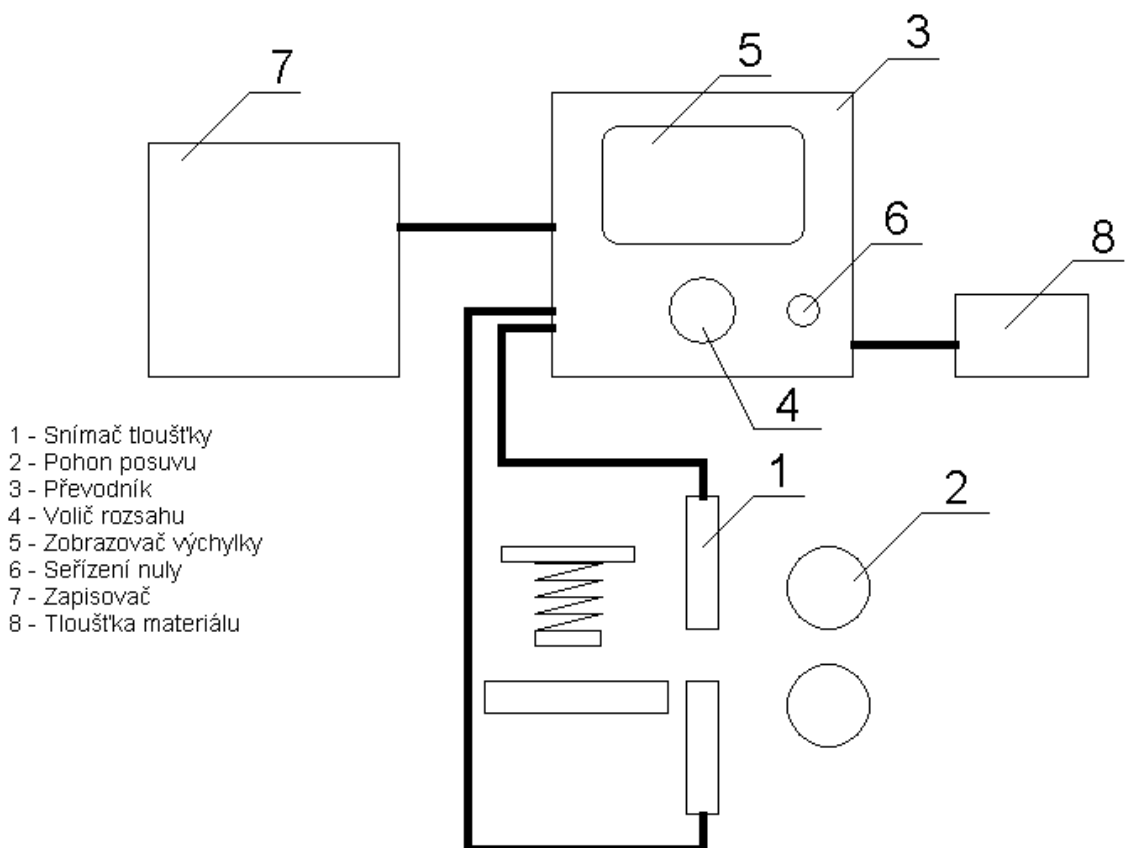
Poslední řešení doplnit stávající zařízení o nový přídavný modul je jak z hlediska ekonomického, tak z hlediska výrobního nejvhodnější variantou. Výběrem vhodného zařízení nedojde ke snížení přesnosti měření a je předpoklad, že se zachová původní stav tloušťkoměru. Staré zařízení získá řadu nových funkcí, jsou okamžitě k dispozici výsledky měření a mohou být bez zbytečného prodlení řešeny ve výrobním procesu.

2 ROZBOR PŮVODNÍHO ŘEŠENÍ

Měření tloušťky finálního výrobku je nezbytnou součástí při tvorbě technologického procesu. Současný stav průběhu měření je monitorován na výstupním grafu pomocí zapisovače. Další výpočet potřebných hodnot se provádí na základě odečtu naměřených údajů z grafu. Je prováděn hrubým odečtením pracovníce laboratoře a následným zanesením do tabulky v Excelu. Zde se musí zanést spousta údajů pro výpočet potřebných hodnot.

Vzhledem ke způsobu zjišťování průměrných a středních hodnot není tento postup tím správným řešením. Velkým nedostatkem je nepřesné zjištění plošné hmotnosti, která je jedním z hlavních faktorů při komunikaci ze zákazníkem.

2.1 Popis zařízení tloušťkoměru

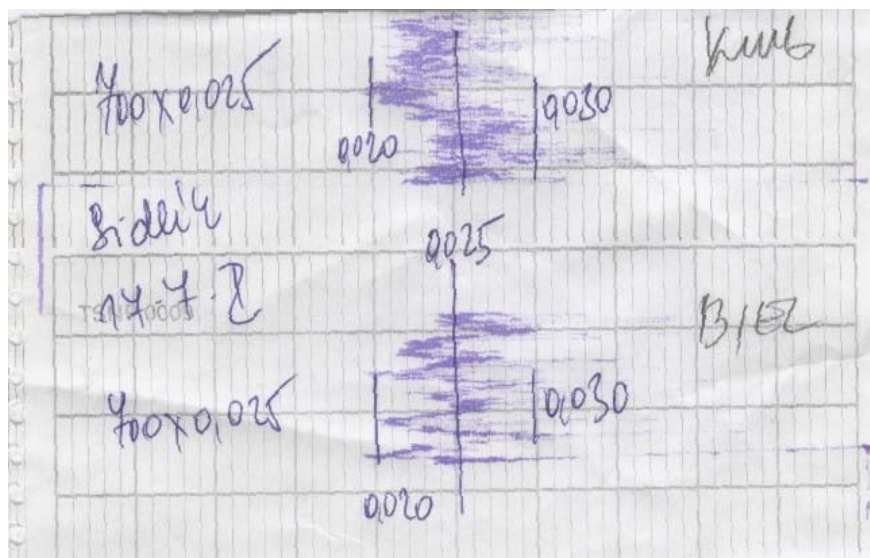


Obr. 1. Schema zařízení tloušťkoměru

Měření tloušťky je realizováno pomocí indukčních snímačů (1) nastavených proti sobě. Měřený signál ze snímačů je připojený na převodník (3). V jeho vstupní části je operační zesilovač. Posuv měřeného vzorku je realizován motorkem (2) s nastavitelnou rychlostí pomocí variátoru. Rychlost posuvu si obsluha nastavuje podle délky měřeného vzorku a podle potřebného nahuštění průběhu na grafu. Podle měřené tloušťky (změřené pomocí mikrometru) daného vzorku se na voliči rozsahů (4) navolí zadaný rozsah. Tloušťka materiálů (8) nastaví výstup na zapisovač na 0V a tím se seřídí střed grafu. Jemné doladění seřízení nuly se provede potenciometrem (6), které zkontrolujeme na zobrazovači (5). Zapisovač (7) má vstupní rozsah $\pm 3V$.

2.2 Postup měření

Pro měření tloušťky se připraví vzorek materiálu ustřížený přes celou šířku vytlačovaného tubusu. Před vlastním měřením se pomocí čistícího proužku odstraní případné nečistoty ze snímače. Vybere se příslušný rozsah měření. Měřicí snímače se přiblíží k sobě bez materiálu a provede se seřízení nuly. Snímače se dají do klidové polohy a navolí se tloušťka měřeného materiálu. Nasadí se měřený vzorek a snímače se uvedou do pracovní polohy. Indukční snímač dá povel motoru pro posuv materiálu a zapisovač zachycuje průběh testovaného vzorku. Po skončení měření se snímače přestaví do klidové polohy a celý proces měření je ukončen.



Obr. 2. Graf ze zapisovače

2.3 Popis analogové části

Zpracování a převod měřeného signálu provádí jednotka VOLLMER VMF3/11. Její vstupní částí jsou operační zesilovače. Zde se vyhodnocuje změna indukčnosti a součet rozdílů ze dvou snímačů tloušťky. Výstup z vyhodnocovací jednotky $\pm 3V$ odpovídá rozdílu $\pm 25\mu m$ od měřeného vzorku.

2.4 Popis zapisovače

Linkové zapisovací přístroje patří mezi kompenzační přístroje. Pracují na principu elektrické rovnováhy, která se vytváří porovnáním dvou napětí - napětí úměrného měřené veličině a napětí úměrného poloze zapisovacího pera. Případná odchylka je zesílena a vedena jako akční signál do lineárního motoru, kterým je následně změněna poloha zapisovacího pera a tím i obnovena rovnováha. Jako spínač polohy je použit odporový lineární potenciometr.

3 SNÍMAČE

Pro měření a zpracování neelektrických veličin se používají různé druhy snímačů [6]. Tyto snímače převádí změny mechanických pohybů na elektrické. Naším úkolem je zvolit vhodný způsob snímání dané veličiny a následně ji správně zpracovat a vyhodnotit.

Zaměříme se na snímání tloušťky, tedy na vyhodnocení velmi malých změn pohybu a následné zpracování a vyhodnocení získaného signálu.

3.1 Indukčnostní senzory

Pro měření tloušťky se používají mimo jiné i indukčnostní senzory [6]. Vnější mechanický pohyb je převeden na změny elektrické indukce.

Základním prvkem senzoru je cívka a magnetické jádro. Pro impedanci Z cívky platí :

$$Z = R + j\omega L = X_R + jX_L \quad (1)$$

R - odpor cívky pro stejnosměrný proud

ω - úhlový kmitočet napájecího proudu

L - indukčnost cívky

Komplexní zdánlivá impedance obsahuje činnou složku - ohmický odpor $R=X_R$ a reaktanční jalovou složku X_L . Ztrátový úhel δ je úhel mezi činnou složkou a jalovou složkou. Tento úhel vyjadřuje fázový posun střídavého napětí a proudu.

Indukčnost cívky L je dána počtem závitů, magnetickým tokem a proudem protékajícím vinutím cívky.

$$L = \frac{n * \phi}{I} \quad (2)$$

n - počet závitů cívky

Φ - magnetický tok

I - proud cívky

Indukčnostní senzory dělíme podle uspořádání magnetického obvodu na:

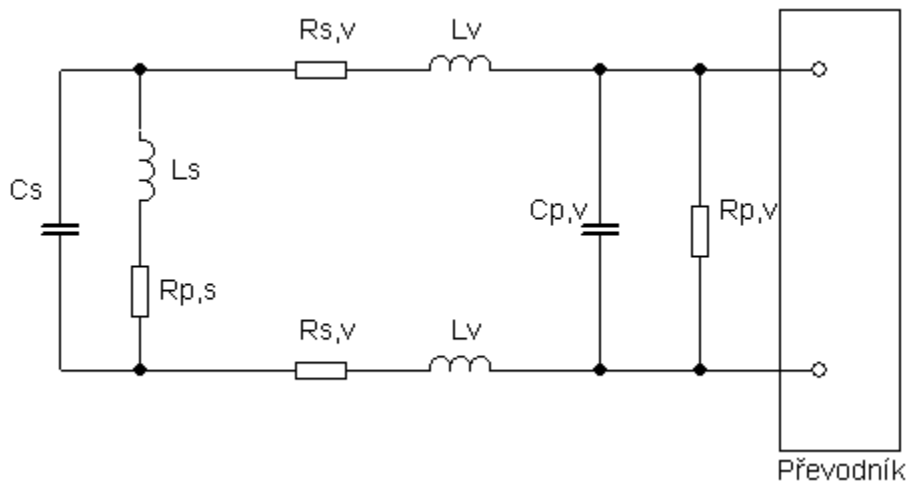
- senzory s malou vzduchovou mezerou
- senzory s otevřeným magnetickým polem

- senzory s potlačeným magnetickým polem
- snímače bez feromagnetika

3.2 Vyhodnocování signálů z indukčnostních senzorů

Indukčnostní senzory se připojují pomocí kabelového vedení [6]. Elektrické parametry vedení ovlivňují nezanedbatelně vlastnosti senzoru. Spojovací kabel představuje sériově paralelní zapojení odporů $R_{s,v}$, $R_{p,v}$, indukčnosti L_v a kapacity $C_{p,v}$.

Převodníky používají zapojení pro přímé měření indukčnosti, nebo zapojení s aktivními operačními zesilovači. Lze použít i zapojení můstkové nebo zapojení s rezonančními obvody.



Ob. 3. Připojení převodníku kabelem

3.3 Chyby měření

Přesnost je základním kritériem pro posouzení kvality měření [6]. Vyjadřuje míru blízkosti výsledku měření ke skutečné hodnotě měřené veličiny a je kvantitativně vyjádřena chybou měření.

Chyba jediného měření se vyjadřuje jako rozdíl mezi naměřenou hodnotou a skutečnou hodnotou. Skutečnou hodnotu však nemůžeme z fyzikálních příčin zjistit, proto ji nahrazujeme hodnotou konvenčně pravou. Rozdíl mezi nimi je zanedbatelný.

Absolutní chyba měření Δ_X - rozdíl naměřené hodnoty a hodnoty konvenčně pravé.

$$\Delta_X = X_M - X_P \quad (3)$$

X_M - naměřená hodnota

X_P - konvenčně pravá hodnota

Relativní chyba měření δ_X - je vyhodnocení přesnosti měření

$$\delta_X = \frac{\Delta_X}{X_M} * 100\% \quad (4)$$

Korekce - je hodnota měřené veličiny kterou musíme přičíst k naměřené hodnotě, abychom získali konvenčně pravou hodnotu.

Systematické chyby - se při opakovaném měření projevují stále stejně.

Náhodné chyby - jejich velikost se náhodně mění a nelze ji odstranit korekcí.

Při opakovaných měřeních lze zjistit, že se měření pohybují okolo jedné hodnoty. Lze určit jejich aritmetický průměr.

3.4 Zásady správného měření

Měřicí přístroj vždy ovlivňuje měřený objekt [6]. Příčinou může být zatížení měřeného objektu vstupní imitací měřícího přístroje. To může zapříčinit pokles měřeného signálu, nebo změnit funkci měřeného zařízení. Měřicí přístroj je třeba připojit k měřenému objektu vhodnými vodiči hlavně při vyšších frekvencích. Imitace, která ovlivňuje měřený objekt je těmito vodiči změněna.

3.5 A/D převodník

Převádí spojitý napěťový nebo proudový elektrický signál do binárního tvaru [5].
Rozeznáváme tři základní typy převodníků:

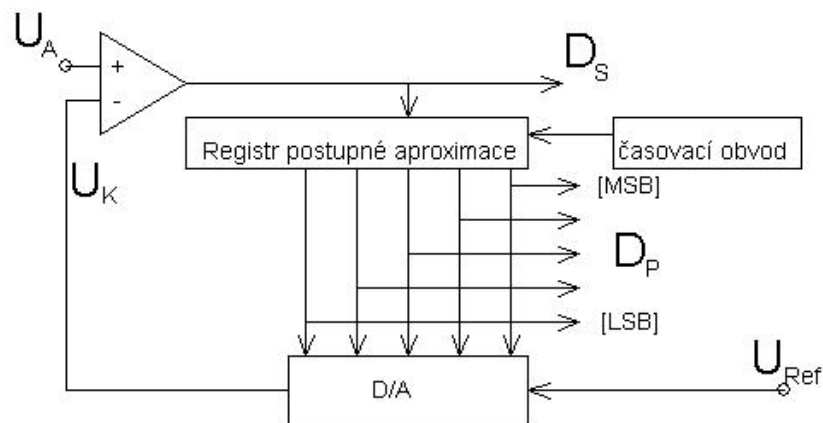
- kompenzační
- s dvojitou integrací
- paralelní

3.5.1 Kompenzační převodník

Porovnává a kompenzuje vstupní napětí U_A s napětím kompenzačním U_K , jehož zdrojem je D/A převodník, řízený logickým obvodem LO (aproximační registr) [5]. Převod je ukončen, je-li splněna podmínka:

$$U_A - U_K < U_A \text{ odpovídající bitu LSB} \quad (5)$$

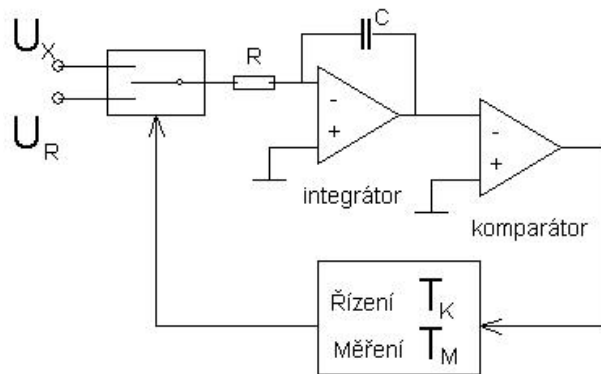
Činnost aproximačního registru je řízena komparátorem K, který rozhoduje o změně znaménka pro připočtení napěťové úrovně odpovídající dalšímu nižšímu dvojkovému řádu v následném kroku (změna znaménka napětí U_K). V jednom kroku se tedy porovná U_A s U_K a generuje příslušný pokyn pro LO. Dobu a sekvenci těchto kroků určuje časovací obvod. Paralelní číslicový signál se tedy na výstupu aproximačního registru mění krok po kroku v průběhu celého převodu až do splnění výše uvedené podmínky. Pak převodník ohlásí platnost výstupních dat. Výstup komparátoru K (signál D_S) pak v průběhu převodu poskytuje sériová data v rytmu taktovací frekvence f časovacího obvodu. Postup komparace je od MSB (most significant bit) k LSB (less significant bit), jako první jde z komparátoru po lince seriových dat D_S nejvýznamnější bit.



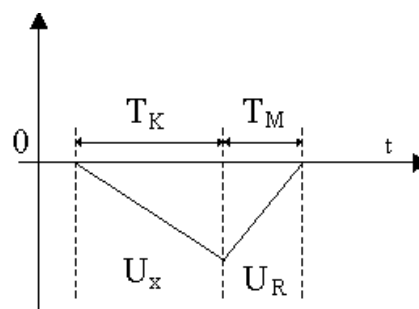
Ob. 4. Kompenzační převodník

3.5.2 Integrovní převodník s dvojnásobnou integrací

Na integrátor se připojí samostatně napětí U_x a U_R . Integrátor se v obou případech nechá po dobu $T_K = \text{konst.}$ nabít, poté se s křivkou se známou směrnici vybíjí po dobu T_M , jež je závislá na velikosti náboje [5]. Doba se opět převede na počet impulsů. Porovnáním doby vybití pro napětí U_x a U_R lze stanovit U_x .



Obr. 5. Integrovní převodník



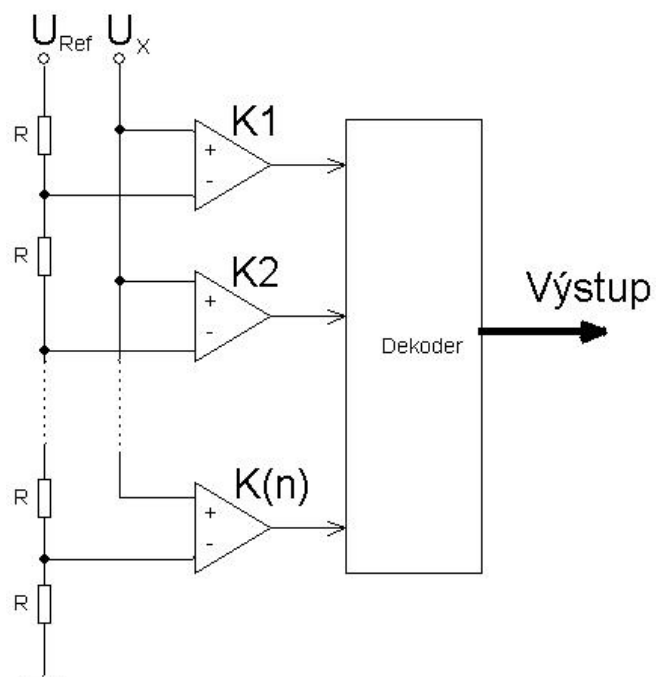
Obr. 6. Funkce integračního převodníku

3.5.3 Paralelní A/D převodník

Je užíván pro převod zejména rychlých dějů [5]. Mezi svorku referenčního napětí U_{Ref} a společný vodič je zapojen odporový dělič, který vytváří napěťové úrovně odpovídající vahám dvojkového čísla.

Na vstupy komparátorů je přivedeno jednak napětí měřené U_x , jednak příslušná komparační úroveň podle váhy dvojkového čísla. Pro $U_x = 0$, je na všech výstupech komparátorů napětí = 0 V. Při zvětšování U_x se postupně překlápí K1 až K(n) a na jejich výstupech se objevují postupně logické 1. Pro $U_x = U_{x-max}$ je log. 1 na všech výstupech. Dekodér pak převádí vstupní binární údaje do požadovaného kódu (BCD a pod.). Délka převodu je dána dobou přeběhu komparátorů z jedné krajní úrovně do druhé a časem pro zpracování dat dekodérem.

Nevýhodou zapojení je větší množství komparátorů pro vícebitový převodník.



Obr. 7. Paralelní převodník

4 PŘEVODNÍK UDAQ 1208

Moduly UDAQ-1208 jsou výrobky moderní koncepce určené zejména pro laboratorní a mobilní měřicí systémy [2]. K přednostem patří jednoduchá instalace ovladače a programová konfigurovatelnost všech parametrů. Při instalaci modulu není nutné hardwarově nastavovat žádné parametry.

Moduly UDAQ-1208 jsou určeny pro počítače PC kompatibilní s rozhraním USB 1.1/2.0 s operačním systémem Windows98/Me, Windows2000 nebo Windows XP.

4.1 A/D převodník

Moduly UDAQ-1208 obsahují osm vysokoimpedančních analogových vstupů [2]. Všechny vstupy jsou dostupné na svorkovnici umístěné na přední straně modulu. Rozsah měřeného napětí je přepínán programově nezávisle pro každý vstup. Modul nabízí šest rozsahů od $\pm 0,2V$ do $\pm 10V$.

Moduly UDAQ-1208 mohou pracovat ve dvou režimech. V režimu softwarového spouštění a v režimu spouštění časovačem.

Režim softwarového spouštění je vhodný pouze pro nejnižší vzorkovací frekvence. Veškeré požadavky na měření jsou řízeny aplikačním programem a modul jednorázově přenáší aktuální naměřené hodnoty (tzn. stav analogových vstupů, digitálních vstupů a čítačů). V tomto režimu lze rovněž ovládat digitální výstup, přednastavovat pracovní rozsahy jednotlivých analogových vstupů a nulovat čítače.

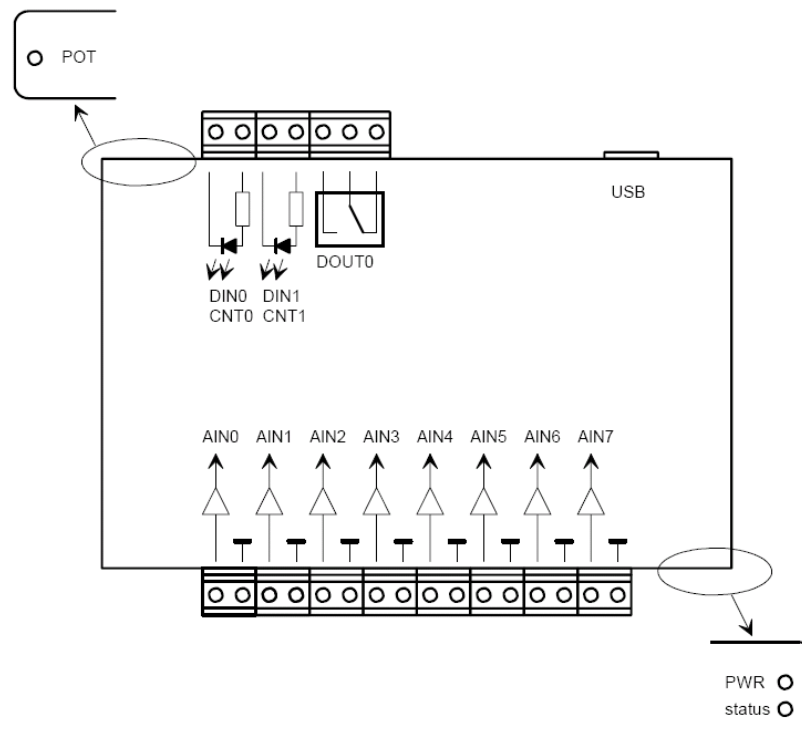
Režim spouštění časovačem je určen pro měření frekvencí definovanou interním časovačem modulu. Aplikační program pouze měření spustí a následně zpracovává data vysílaná modulem do počítače. V tomto režimu již nelze modifikovat nastavení pracovních rozsahů analogových vstupů ani obsah čítačů, lze však ovládat digitální výstup.

Tab. 3. Data USB karty UDAQ 1208

počet vstupů	8
rozlišení a typ A/D převodníku	12 bitů (AD7895)
základní vstupní rozsah	±10 V
chyba rozsahu	±0,1% typ. (lze kalibrovat)
nesymetrie	±0,1% typ. (±0,2% max.)
programovatelné zesílení	1x, 2x, 5x, 10x, 20x, 50x
chyba zesílení	±0,05% typ. (±0,15%
vstupní impedance	10 MOhm typ
maximální vstupní napětí	±24 V (trvale)
	±50 V (10 ms max.)

4.2 Čítač

Počet čítačů USB karty je 2 s rozlišením 16 bitů a pracovní frekvencí 2 MHz max. [2]. Pracovní úroveň 5 V s izolací. Přenos dat do PC asynchronní i synchronní s daty analogových vstupů.



Obr. 8. Schéma zapojení USB karty UDAQ 1208

4.3 Logika spouštění

Zdroje spouštění A/D převodníku je interní časovač, nebo softwarový start [2]. Rozsah při spouštění časovačem je 30,5 Hz - 40 kHz. Rozsah při softwarovém spouštění závisí na operačním systému. Doba A/D konverze 10 μ s max. (zesílení 1x ~ 10x), 13 μ s max. (zesílení 20x), 18 μ s max. (zesílení 50x). Doba zpracování dat čítačem je 10 μ s max.

4.4 Tvorba vlastního aplikačního programu

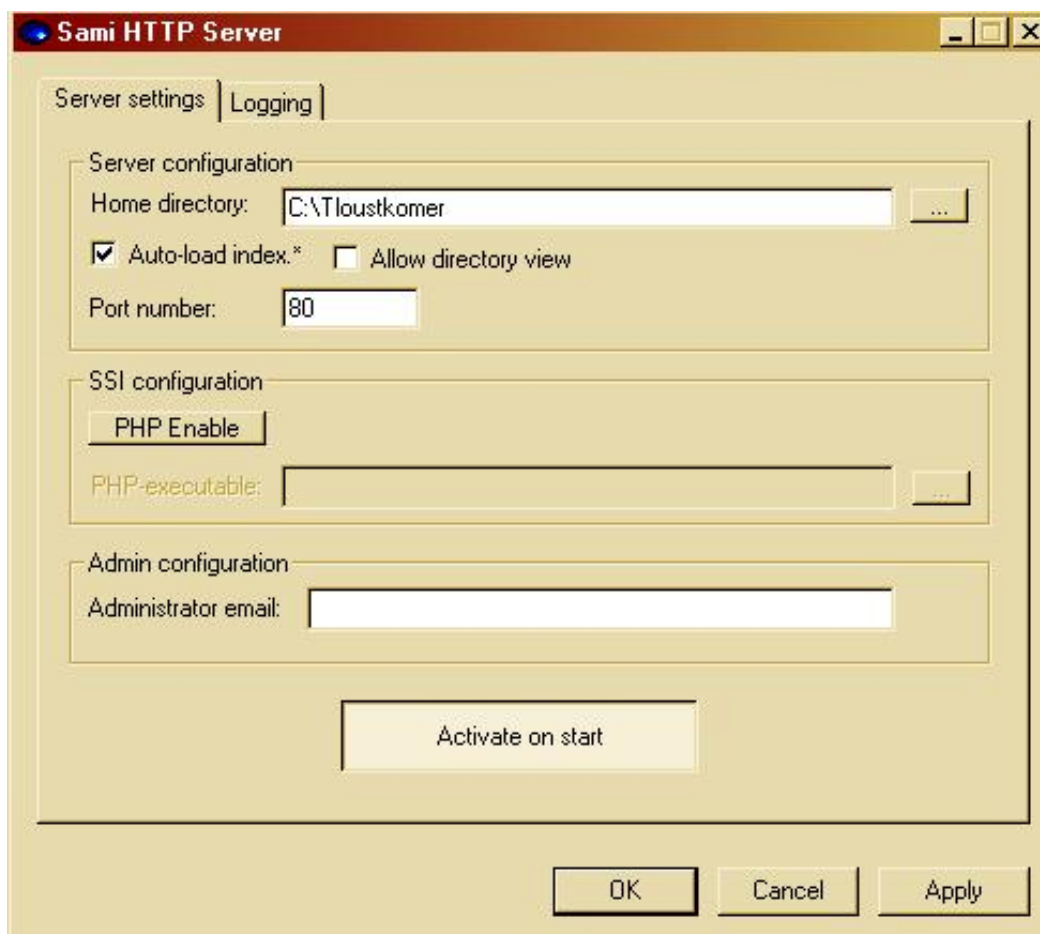
Součástí dodávky modulů UDAQ-1208 je komfortní ovladač umožňující ovládat všechny funkce modulu bez znalosti nízkourovňového protokolu.

4.5 Kalibrace A/D převodníku

Pro přesné měření umožňují moduly UDAQ-1208 kalibrovat vstupní rozsah A/D převodníku odporovým trimrem přístupným otvorem v zadním panelu [2]. Pro nulování napěťového offsetu vstupního zesilovače (tzn. stejný údaj pro různé rozsahy při nulovém vstupním napětí) slouží druhý trimr uvnitř modulu a je určen pro kalibraci výhradně servisem.

5 WWW – SERVER

Sami HTTP server je bezplatný software společnosti KarjaSoft. Má nastavení domovského adresáře (adresář všech souborů které chceme zpřístupnit). Tento adresář je kořen Web Serveru a nemůže se nikdy odstranit. Standardní nastavení portu pro Web Server je 80, ale může být ručně změněn. Server má možnost nastavení automatického spouštění index souboru po přihlášení na server a znemožnění zobrazení souborů na straně serveru. V případě použití PHP aplikace je nutné nainstalovat PHP server a zadat cestu ke spouštěcímu souboru. Veškerý běh serveru se monitoruje do log souboru.



Obr. 9. WWW Server

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 ČÁST PŘEVODNÍKU

Pro oživení měřicí části převodníku UDAQ 1208 je potřeba:

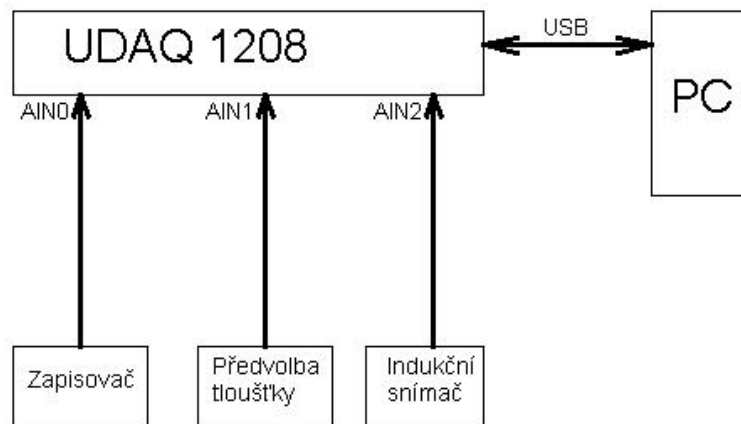
- řešit jeho napojení na stávající zařízení při zachování veškerých původních funkcí.
- vyhodnocení veškerých vstupních údajů pomocí přijatelného uživatelského rozhraní.

Při tvorbě uživatelského rozhraní je potřeba dbát na jednoduchost ovládání z důvodu snadné manipulace ze strany obsluhy. A v neposlední řadě též na bezproblémovou funkčnost celého zařízení. Jako vývojové prostředí k návrhu softwaru laboratorního tloušťkoměru byl zvolen Visual Basic od fy Microsoft.

6.1 Připojení převodníku

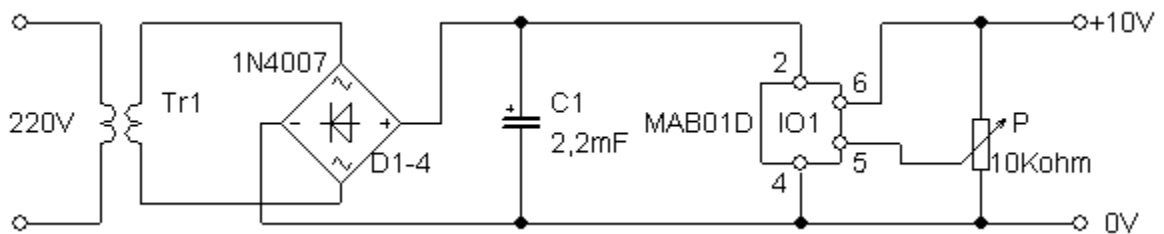
Pro připojení převodníku je zapotřebí využít tři vstupy. Dva analogové a jeden digitální. Vzhledem k tomu, že USB karta UDAQ 1208 obsahuje jako digitální vstupy jen dva rychlé čítače je jako třetí vstup použitý rovněž vstup analogový. Předejde se tím komplikacím při vyhodnocování vstupních údajů.

První vstup snímá vlastní tloušťku a je připojen paralelně ke vstupu zapisovače. Jeho vstupní úrovně jsou $\pm 3V$. Vstup pro zapisovač a pro měřicí kartu UDAQ 1208 je veden z vyhodnocovače původního zařízení tloušťkoměru fy Vollmer. Tímto je zajištěno stejné referenční vstupní napětí pro vyhodnocovací jednotku zapisovače a USB karty UDAQ 1208.



Obr. 10. Zapojení UDAQ 1208 s periferiemi

Druhý vstup je využitý pro referenční nastavení měřené tloušťky. Z důvodu komplikace při seřízení nuly byla sestrojena druhá dekadická předvolba, která je nezávislá na původní předvolbě. Jako referenční zdroj je použitý přesný obvod referenčního napětí MAB 01D.



Obr. 11. Zdroj 10V pro nastavení předvolby tloušťky

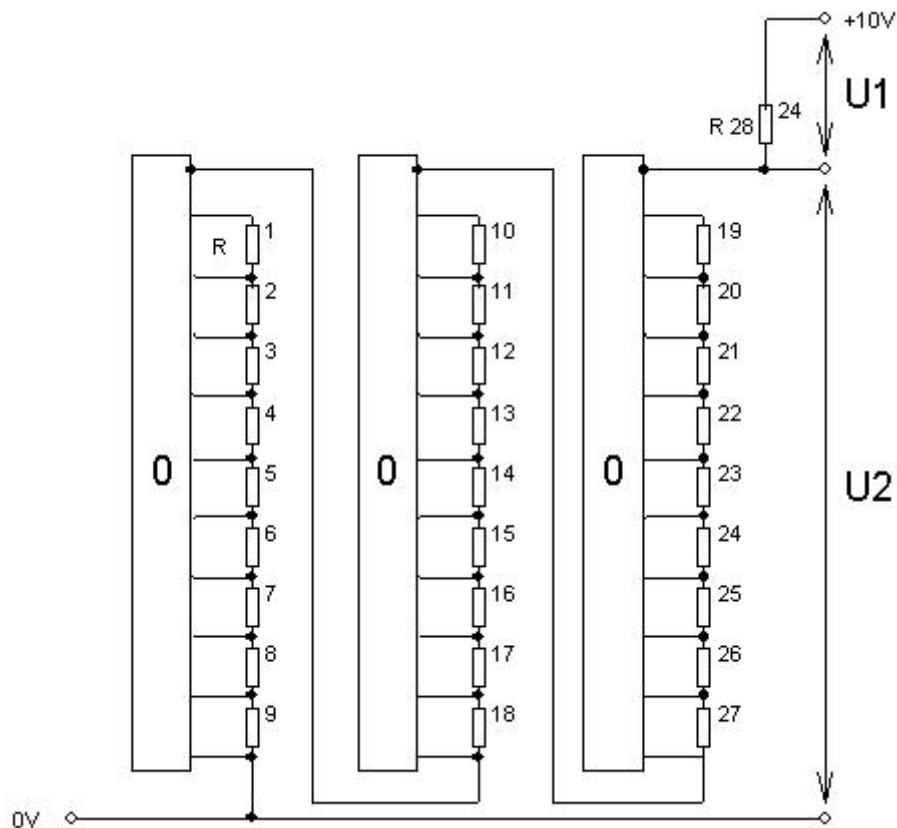
Pro nastavení jednotlivých stupňů měřené tloušťky je použita sekvence tří desítkových dekád. První dekáda určuje jednotky a má hodnotu jednoho odporu 120 Ohmů. Druhá dekáda určuje desítky a má hodnotu jednoho odporu 1200 Ohmů. A třetí dekáda která určuje stovky má hodnotu 12000 Ohmů. Díky odstupňování jednotlivých dekád lze přesně určit stav nastavené předvolby. Hodnota posledního odporu R_{28} je 39000 Ohmů. Odpor slouží pro ochranu zdroje v případě nastavení předvolby na nulu. Jednotlivé vstupy mají nastavené zesílení dvakrát. To je vstupní rozsah $\pm 5V$. Protože měřené tloušťky se pohybují maximálně do $250\mu m$ můžeme dané rozpočítání odporů ponechat. Tímto je zajištěna potřebná přesnost v případě malých rozdílů použitých hodnot odporů v dekádě.

Pro výpočet hodnoty odporu dekády R použijeme následující vztah:

$$R = \frac{U_2 * R_{28}}{10 - U_2} \quad (6)$$

Po úpravách a dosazení dostaneme výsledný vztah pro přímý výpočet zadané tloušťky - d .

$$d = \frac{300 * U_2}{10 - U_2} \quad (7)$$



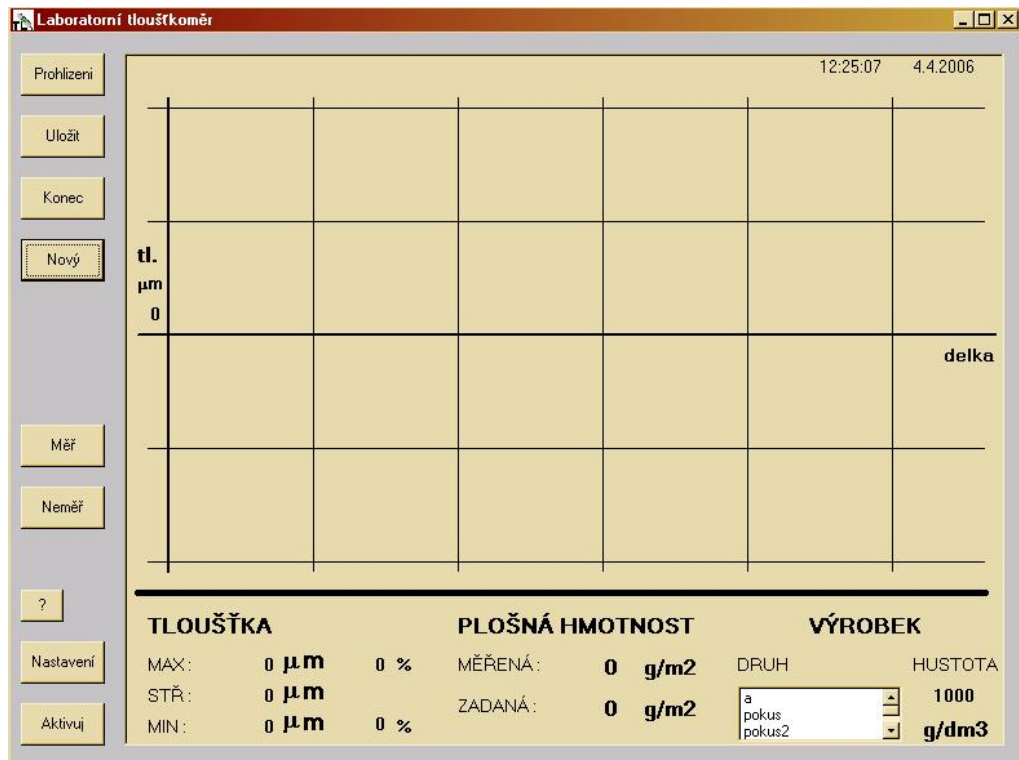
Obr. 12. Zapojení předvolby pro tloušťku

Třetí vstup má nastavenou prahovou úroveň 5V a slouží pro vyhodnocení bitového vstupu z indukčního snímače. Indukční snímač vyhodnocuje kdy je proces v režimu měření a naopak kdy je mimo provoz.

6.2 Software tloušťkoměru

Pro vlastní návrh softwaru k laboratornímu tloušťkoměru je použito vývojové prostředí Visual Basic Fy Microsoft [3], [4]. Při vlastní realizaci celého projektu je dbáno na minimální zásah obsluhy a na jednoduchost ovládání. Celý projekt je rozdělený na tři základní části.

- První částí je vlastní visualizace uživatelského rozhraní a ovládání komunikace s měřicí kartou UDAQ 1208.
- Druhá část je zadávání receptur a nastavení kalibračních konstant pro funkci chodu převodníku.
- Třetí část je prohlížení naměřených hodnot a jejich následný tisk.



Obr. 13. Vzhled programu Tloušťkoměr










6.2.1 Struktura adresáře

Pro celý program tloušťkoměru byla zvolena následující struktura adresáře. Kořenový adresář je *C:\Tloustkomer*.

↑...	[..]	<DIR>	05.04.2006
	[Html]	<DIR>	05.04.2006
	[Install]	<DIR>	05.04.2006
	[Recepty]	<DIR>	05.04.2006
	[Vzorky]	<DIR>	05.04.2006
	index	html	5 260 02.04.2006
	posuv	tlp	5 29.03.2006
	strom	tt	211 03.04.2006
	TI-02	exe	98 304 05.04.2006
	Tloustkomer	htm	1 063 02.04.2006
	Tloustkomer	ico	3 262 23.03.2006
	vzorek	tlv	5 29.03.2006

Obr. 14. Struktura adresáře Tloušťkoměru

Tab. 4. Složka Tloušťkoměr

Symbol	Složka	Soubor	Popis
	Html		potřebné údaje pro ActiveX prvky. Jsou důležité pro zobrazení na podnikové síti
	Install		údaje pro instalaci vizualizace na
	Recepty		zadané údaje o specifické váze směsi jednotlivých vzorků
	Vzorky		naměřené data vzorků
		index.html	úvodní stránka při připojení přes podnikovou síť
		posuv.tlp	data o rychlosti, nebo měřítku při zobrazení na ose X
		strom.tt	vedení seznamu měřených vzorků pro podnikovou síť
		Tl-02.exe	spouštění programu tloušťkoměru
		Tloušťkomer.htm	zobrazení přes podnikovou síť
		vzorek.tlv	data o frekvenci snímání USB karty UDAQ 1208

6.2.2 Komunikace s měřicí kartou UDAQ 1208

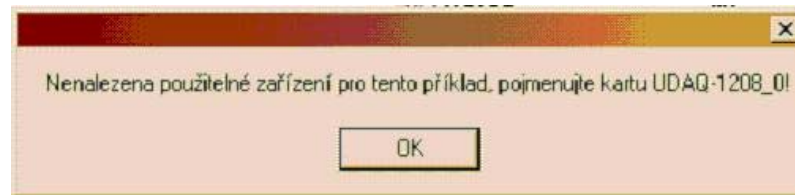
Pro instalaci USB karty UDAQ 1208 se využije přiložený ovladač. Po prvním spuštění je nutno pomocí konfiguračního softwaru Admin (je součástí balení USB karty UDAQ 1208) nastavit jméno použitého zařízení. Aby se předešlo pozdějším komplikacím je vhodné zadat Administrátorské heslo.

6.2.2.1 Inicializace

Při spuštění vlastní aplikace se v první fázi spustí inicializace USB karty UDAQ 1208. Proměnná `result_` vrací číslo chyby, která ji vyvolala [1]. Je-li její hodnota nula, tak vše proběhlo v pořádku. Příkaz `Td_Int_Drive` zjistí, jestli je přítomné zařízení pojmenované jménem `UDAQ-1208_0`.

$$result1_ = Td_Init_Driver(Ihandle, "UDAQ-1208_0")$$

V případě nepřítomnosti zařízení je identifikována chyba a zobrazí se varovné hlášení.



Obr. 15. Varovné hlášení 1

Ve druhé fázi se načítají použité proměnné *Frekvence_vzorkování* a *Rychlost_posuvu*. Po načtení potřebných informací se zobrazí uživatelské rozhraní. Veškeré ovládání se nachází na levé straně dané aplikace.

6.2.2.2 Volba Měř

Další postup spouštění měření je pomocí volby **Měř**. Nejdříve se zvolí kolik analogových vstupů budeme používat a jaké bude zesílení. Pro náš případ to jsou 3 analogové vstupy a zesílení dvakrát. Příkaz `Td_Config_Acquisition` je určen pro komunikaci v měřící sekvenci.

$$result_ = Td_Config_Acquisition(Ihandle, i, 1, i, 3)$$

Nastavíme frekvenci vzorkování a odstartujeme softwarové řízení. Příkaz `Td_Config_Timing_Acquisition` při blokovém měření spouštěným časovačem nastaví periodu mezi odměřováním měřících sekvencí.

$$result_ = Td_Config_Timing_Acquisition(Ihandle, frequency, period)$$

Příkaz `Td_Start_Acquisition` odstartuje blokové měření podle parametrů.

$$result_ = Td_Start_Acquisition(Ihandle, 2)$$

V tuto chvíli je nastavené vše potřebné pro zahájení měření.

Dále se spustí měřící smyčka ve které se načítají data a provádí potřebné výpočty. Načtená data z USB karty UDAQ 1208 se ukládají do souboru **data.tl**.

Pro zobrazení křivky grafu je zapotřebí určit souřadnice bodu znázorňujícího průběh měření. Jsou zvoleny proměnné *a* pro osu X a *b* pro osu Y. Proměnná *a* lze definovat jako rychlost posuvu (o kolik dál bude zobrazený následující bod v grafu), nebo ji lze taky vyjádřit jaká je rychlost posouvání měřeného vzorku.

$$a = a + \frac{100}{Rychlost_posuvu} \quad (8)$$

Ze vzorce vyplývá přepočítání hodnoty tloušťky na rozsah grafu b . Tento údaj společně s hodnotou $Rychlost_posuvu$ udává souřadnice zobrazovaného bodu na display grafu. Proměnná $hodnota1$ je vstup ze zapisovače.

$$b = 7500 - \frac{hodnota1}{7,7} \quad (9)$$

Další důležitý údaj pro počítání potřebných proměnných je nastavená tloušťka měřeného vzorku $hodnota2$. Před započítáním měření se přepočte podle údaje z analogového vstupu AIN1 údaj o zvoleném rozsahu. Hodnota $rozsah$ se ukládá jako první do souboru kde jsou snímány hodnoty. Je to soubor ***data.tl***.

$$rozsah = \frac{340 * hodnota2 - 11135680}{99024 - hodnota2} \quad (10)$$

Z analogové hodnoty která je přivedena na vstup USB karty AIN0 se vypočítá potřebná změna výchylky. Tato hodnota má název *tolerance*, protože udává maximální rozdíl od zvolené tloušťky materiálu pro přepočítání na rozsah grafu $\pm 25\mu\text{m}$.

$$tolerance = \frac{\frac{hodnota1}{12} - 2048}{51,88} \quad (11)$$

$$tolerance = rozsah + tolerance \quad (12)$$

Další výpočet je **střední tloušťka měřeného vzorku** - *stredni_vysledek*. Jde o sčítání jednotlivých naměřených hodnot a nakonec vydělení počtem měřených hodnot *cyklus*.

$$stredni = stredni + tolerance \quad (13)$$

$$stredni_vysledek = \frac{stredni}{cyklus} \quad (14)$$

Jako další výpočet následuje plošná hmotnost měřeného vzorku *PloHmoMer*. Pro tento výpočet potřebujeme znát specifickou váhu daného vzorku *Hustota_materialu*. V případě že se jedná o materiál skládající se z více komponent je jeho specifická váha vypočítána na základě jeho poměrů. Tento údaj je obsažen v předem zadané receptuře. Jako standardní hodnota je přednastaveno 1000 g/dm^3 . Výběr receptury je možno provést i dodatečně.

$$PloHmoMer = \frac{\text{stredni_vysledek} * \text{Hustota_materialu}}{1000} \quad (15)$$

Výpočet teoretické specifické váhy *PloHmoZad* pro ideální vzorek je prováděn obdobným způsobem.

$$PloHmoZad = \frac{\text{rozsah} * \text{Hustota_materialu}}{1000} \quad (16)$$

A nakonec se vybírá maximální *maximalni* a minimální *minimalni* hodnota měřeného vzorku. V prvním cyklu se těmto hodnotám přiřadí stejné číslo. V následujících cyklech se pak porovnává s měřeným vzorkem a v případě že má vyšší hodnotu respektive nižší je jí přiřazena hodnota nová. Tato se potom zobrazí jako výsledný údaj.

If (tolerance > maximalni) Then

maximalni = tolerance

If (tolerance < minimalni) Then

minimalni = tolerance

Hledaný rozdíl je vyjádřen v procentech, který se odvíjí od zadaného ideálního vzorku.

$$\text{maximalni_procent} = \frac{\text{maximalni} - \text{rozsah}}{\text{rozsah}} * 100 \quad (17)$$

$$\text{minimalni_procent} = \frac{\text{minimalni} - \text{rozsah}}{\text{rozsah}} * 100 \quad (18)$$

Celý měřicí cyklus nám monitoruje vstupní hodnotu AIN2 z indukčního snímače *hodnota3*, který udává začátek a konec měřicího cyklu. Tento vstup má zadanou hranici překlopení rozhodovacího vstupu a má zadanou podmínku :

If (hodnota3 < 50000) Then

Přiřazení proměnným výchozí hodnoty

6.2.2.3 Volba *Neměř*

Volba *Neměř* slouží pro případ, kdy je z důvodů potřeby obsluhy, nebo z technických důvodů nutné přerušit proces měření. Příkaz *Td_Stop_Acquisition* ukončí proces měření. Pro další měření je nutné opět zvolit *Měř*.

result_ = Td_Stop_Acquisition(Ihandle)

6.2.2.4 Výběr receptu

Dalším krokem pro nezbytné výpočty je výběr receptu. Tento údaj nám udává jakou specifickou váhu má daný měřený vzorek. Při receptuře kde je více komponentů je specifická váha vypočítána průměrem podle zastoupení jednotlivých složek. Specifická váha daného vzorku je vždy uložena v adresáři **Recepty** s odpovídajícím názvem. Do souboru, v němž jsou naměřená data se ukládá vždy na poslední místo. Po zadání receptu se následně provede výpočet plošných hmotností měřeného *plosna_hmotnost_merena* a ideálního *plosna_hmotnost_zadana* vzorku. Tento krok je důležitý v případě, kdy nebyl vybrán recept před samotným měřením. Je-li vybrán předem stává se tento krok nepodstatný.

$$plosna_hmotnost_merena = \frac{stredni_vysledek * Hustota_materiali}{1000} \quad (19)$$

$$plosna_hmotnost_zadana = \frac{rozsah * Hustota_materialu}{1000} \quad (20)$$

6.2.2.5 Volba Uložit

Jako první se otestuje, zda je přítomný v adresáři **Vzorky** soubor **data.tl**. Ten nám udává, že proběhlo měření a data jsou připravena k uložení. Testování se provádí následovně:

```
If Dir("c:\Tloustkomer\Vzorky\data.tl") = "" Then
```

```
    Provede se ukončení procesu ukládání
```

Není-li soubor **data.tl** nalezený zobrazí se následující hlášení:



Obr. 16. Varovné hlášení 2

Existuje-li soubor, je uživatel vyzván k zadání rozlišujícího názvu souboru:



Obr. 17. Rozlišení názvu

Název souboru se zapíše v pořadí :

- datum *Jmeno1 = Date\$*
- název receptu *ReceptVyber*
- doplňující údaj pro případ stejného názvu *Jmeno*

Potom celá syntaxe vypadá takto :

$$Cesta1 = "c:\Tloustkomer\Vzorky\" & Jmeno1 & ReceptVyber & Jmeno & ".t"$$

Na prvním místě je datum. Datum je v názvu ze dvou důvodů. První důvod je, aby bylo jasné kdy se dané měření provádělo. Druhý důvod je pro co nejvíce jednoznačné označení daného souboru. Předejde se tím pozdějším komplikacím při rozhodování, který vzorek se měřil.

V dalším a posledním kroku se celý nový název přidá do souboru *strom.t*. Tento soubor vede databázi všech uložených dat nacházejících se v adresáři *Vzorky*. Soubor *strom.t* je vedený z důvodu zobrazení dat po podnikové síti. Pro běh vlastní aplikace *Tloustkomer* není podstatná.

6.2.2.6 Volba Prohlížení

Aktivuje nové uživatelské okno, v němž je možné prohlížení naměřených dat. Podrobnější popis dané volby bude probrán později.

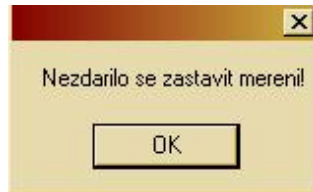
6.2.2.7 Volba nový

Tato volba vymaže již naměřený graf a je možné provést další měření.

6.2.2.8 Volba Konec

Volba nám zastaví měření na USB kartě UDAQ 1208. Příkaz `Td_Stop_Acquisition` ukončí měření. Je-li něco v nepořádku objeví se varovné hlášení.

```
result_ = Td_Stop_Acquisition(Ihandle)
```

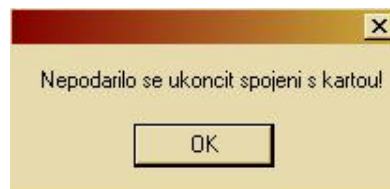


Obr. 18. Varovné hlášení 3

Nakonec zavřeme spojení s USB kartou UDAQ 1208. Příkaz `Td_Close_Driver` zastaví veškerou činnost zařízení a ukončí se zařízením spojení.

```
result_ = Td_Close_Driver(Ihandle)
```

V případě problému se objeví varovné hlášení:



Obr. 19. Varovné hlášení 4

Tímto je celý program tloušťkoměru připraven k celkovému ukončení.

6.2.2.9 Volba Aktivuj

Volba **Aktivuj** znovu načte případné změny, které se provedou ve volbě **Nastavení**. Jde o proměnné frekvence vzorkování a rychlosti posuvu. Dále se aktualizuje celý adresář **Recepty**. Zde jsou uloženy názvy receptů.

6.2.2.10 Volba Nastavení

Tato volba nám otevře nové okno kde je možnost zadávat nastavení pro běh programu. Podrobný popis bude probrán níže.

6.2.2.11 Volba Nápověda - ?

Je zde jednoduchý návod jakým způsobem ovládat jednotlivé položky programu Tloušťkoměr. Návod je součástí přílohy.

6.2.3 Zadávání receptur

Příslušné okno se aktivuje volbou *Nastavení*. V okně nastavení se mění proměnné frekvence vzorkování a rychlost posuvu. Další úkol této části programu je přidávání nových receptů. Recepty jsou tvořeny názvem, který je dán strukturou daného složení příslušných komponent ve výrobku. A další údaj je specifická váha daného materiálu, který je vypočítaný na základě poměrového zastoupení a specifické váhy daného komponentu ve finálním výrobku.



Obr. 20. Okno Nastavení

Není-li v průběhu zadávání znaků do textových polí zadané číslo tam kde se očekává, vyskočí varovná hláška. Celý algoritmus pak vypadá následovně:

If IsNumeric(Chr(KeyAscii)) = False Then

Následuje vyvolání hlášky - Znak není číslo!



Obr. 21. Varovné hlášení 5

6.2.3.1 Načtení při spuštění

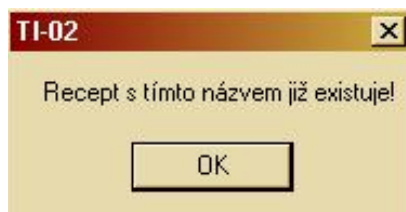
Při spuštění okna *Nastavení* se načte a zobrazí proměnné které se nachází v adresáři *Tloustkomer*. Jako první je to proměnná *Frekvence_vzorkování*, která je v souboru *vzorek.tlv* a jako druhá je to proměnná *Koeficient_posuvu*, která je v souboru *posuv.tlp*.

6.2.3.2 Volba Uložit

Po zadání konstant je nutné tyto změny aktualizovat do příslušných souborů pomocí tlačítka *Uložit*. Do příslušného souboru dané proměnné se přepíše nově zadaná hodnota.

6.2.3.3 Volba Přidat

Po zadání jména nového receptu, zvoleného v evidenci receptur ve výrobě je nutné zadat i specifickou váhu. Specifická váha je vypočítána na základě specifických vah jednotlivých komponent. Po upřesnění specifických vah se nový recept uloží do zadaného adresáře *Recepty*. Je-li již název receptu v daném adresáři uložen je aktivováno varovné hlášení a je nutné zadat jiný název.

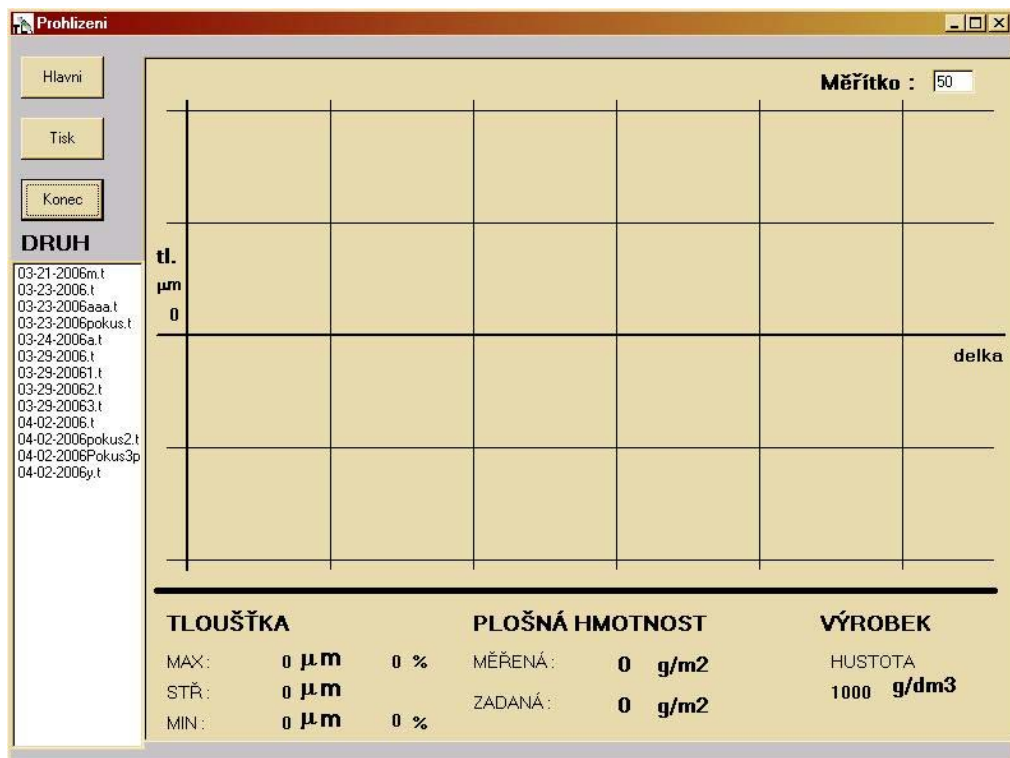


Obr. 22. Varovné hlášení 6

6.2.4 Prohlížení naměřených hodnot

Pro editaci již naměřených hodnot se otevře nové okno *Prohlížení*. Změna oproti oknu kde se měřilo je že se nezadáva proměnná rychlost posuvu, ale je nahrazena volbou *Měřitko*. Nachází se v pravém horním rohu vizualizačního okna.

Pro zobrazení každého uloženého vzorku se všechny výpočty provádí znovu.



Obr. 23. Okno Prohlížení

6.2.4.1 Načtení

Při otevření okna *Prohlížení* se jako první načte cesta pro zobrazení naměřených hodnot. Je to odkaz pro zobrazení obsahu adresáře.

$$\text{Soubor.Path} = "c:\backslash\text{zloustkomer}\backslash\text{Vzorky}"$$

6.2.4.2 Volba Druh

V seznamu souborů se vybere požadovaný vzorek, který chceme zobrazit. Výběr se potvrdí dvojitým kliknutím. Po načtení souboru zobrazovaného vzorku se v prvním cyklu nejdříve první hodnota přiřadí zadané tloušťce. Na základě této hodnoty se potom provádí

veškeré výpočty potřebné ke zjištění požadovaných údajů. Proměnná *hodnota11* jsou údaje čtené ze souboru s daty. V prvním cyklu se přiřadí první hodnota proměnné *hodnota2*. Je to údaj o zadané tloušťce.

If (cyklus = 1) Then

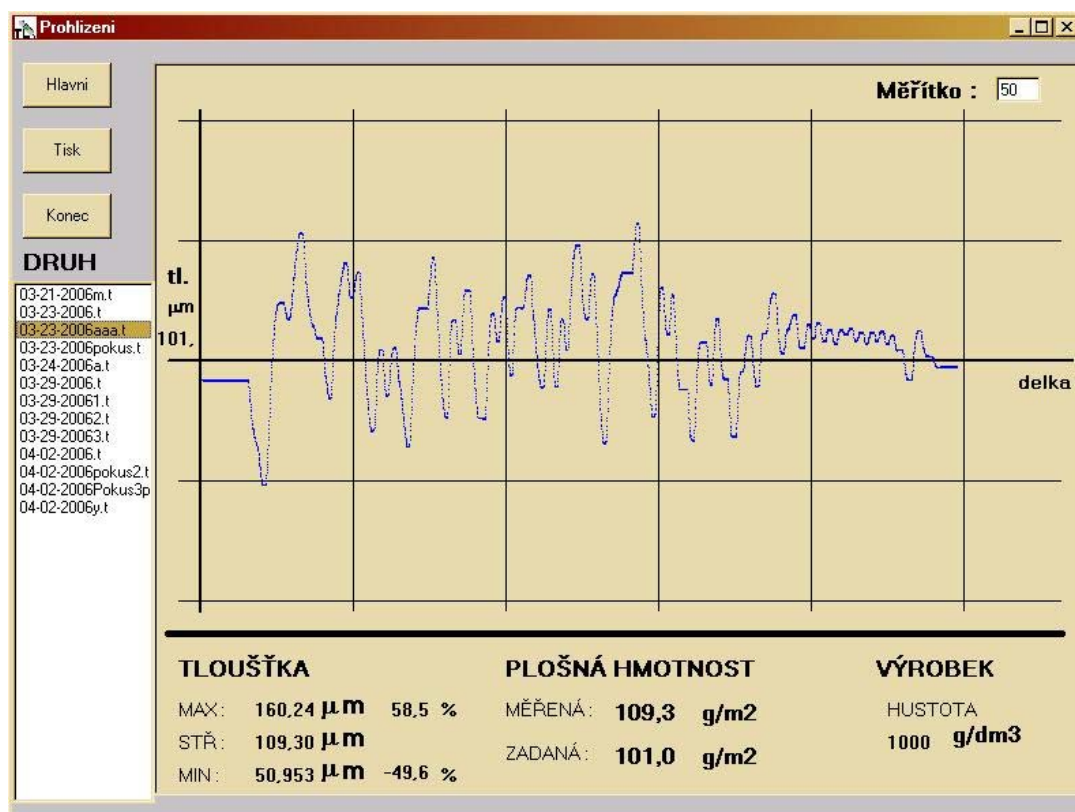
hodnota2 = hodnota11

Teprve až v dalších cyklech se načítají data pro zobrazení grafu. Popis algoritmu pro zobrazení a výpočty je stejný jako při snímání z měřicí USB karty UDAQ 1208.

If (cyklus > 1) Then ' Vynechání prvního cyklu

Následují výpočty

Jako poslední údaj ve zvoleném souboru je specifická váha vybraného vzorku. Hodnota je přiřazena proměnné *Hustota_materialu*. V této chvíli se dopočítají zbylé údaje pro výpočet plošných hmotností. Postup výpočtu jednotlivých položek je stejný jak při samotném měření tloušťky. Zobrazený graf potom vypadá následovně.



Obr. 24. Zobrazená hodnota v okně Prohlížení

Zvětšení grafu ve vodorovné souřadnici se může zvolit pomocí volby **Měřítko** umístěném v pravém horním rohu. Je to proměnná *Rychlost_posuvu*. Výsledek proměnné *a* se potom v každém novém cyklu automaticky přičítá. Po změně měřítka je nutné znovu potvrdit výběr zvoleného vzorku.

$$a = a + \frac{\textit{Rychlost_posuvu}}{100} \quad (21)$$

6.2.4.3 Volba Tisk

Po zobrazení a zvolení požadovaného měřítka můžeme celý graf vytisknout. Veškeré vypočítané proměnné jsou použity z předchozího zobrazení. Jen souřadnice tisku grafu jsou přepočítány znovu. Je to z důvodu jejich přiřazení do tiskové fronty. Celý graf je nastaven jako tisk souřadnic linek. Tiskové operace jsou realizovány pomocí příkazů pro tisk jednotlivých grafických funkcí.

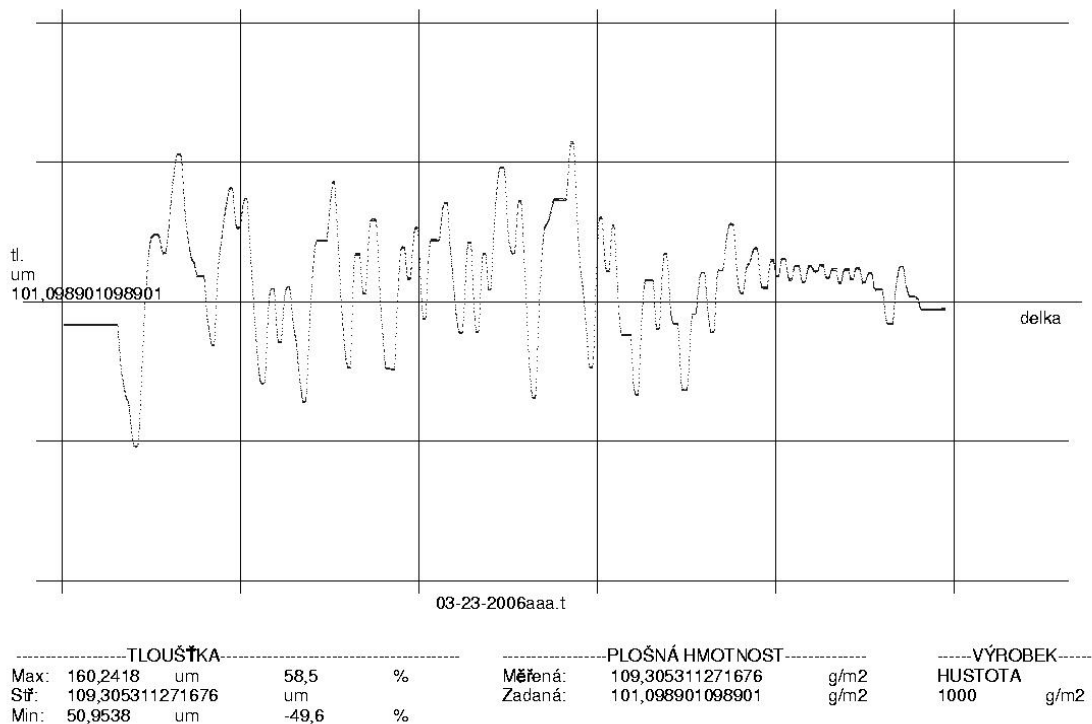
Printer.CurrentX = 500

Printer.Line (620, 3240)-(10580, 3240)

Printer.Print "delka"

Printer.EndDoc

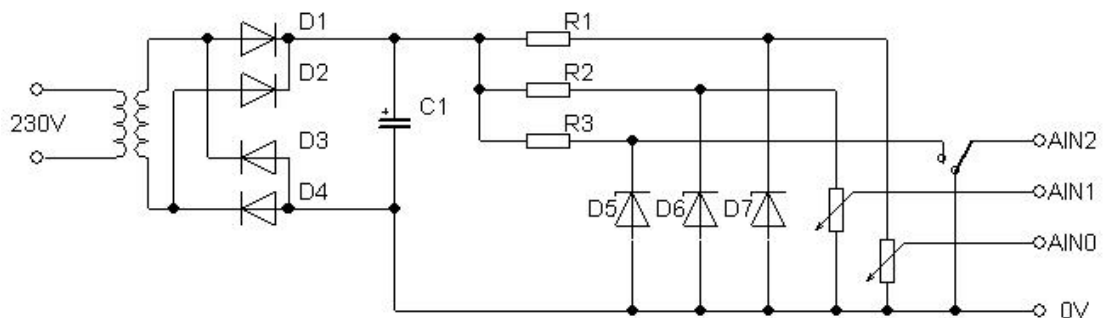
Po zadání všech potřebných parametrů a grafických prvků pro tisk je tisková fronta ukončena a již může probíhat tisk. Výsledný graf má potom následující podobu.



Obr. 25. Výstupní tisk

6.3 Zařízení pro testování a nastavení

Pro odzkoušení, vyladění a nastavení proměnných konstant v softwaru tloušťkoměru bylo použito zařízení které simuluje požadované analogové vstupy do USB karty.



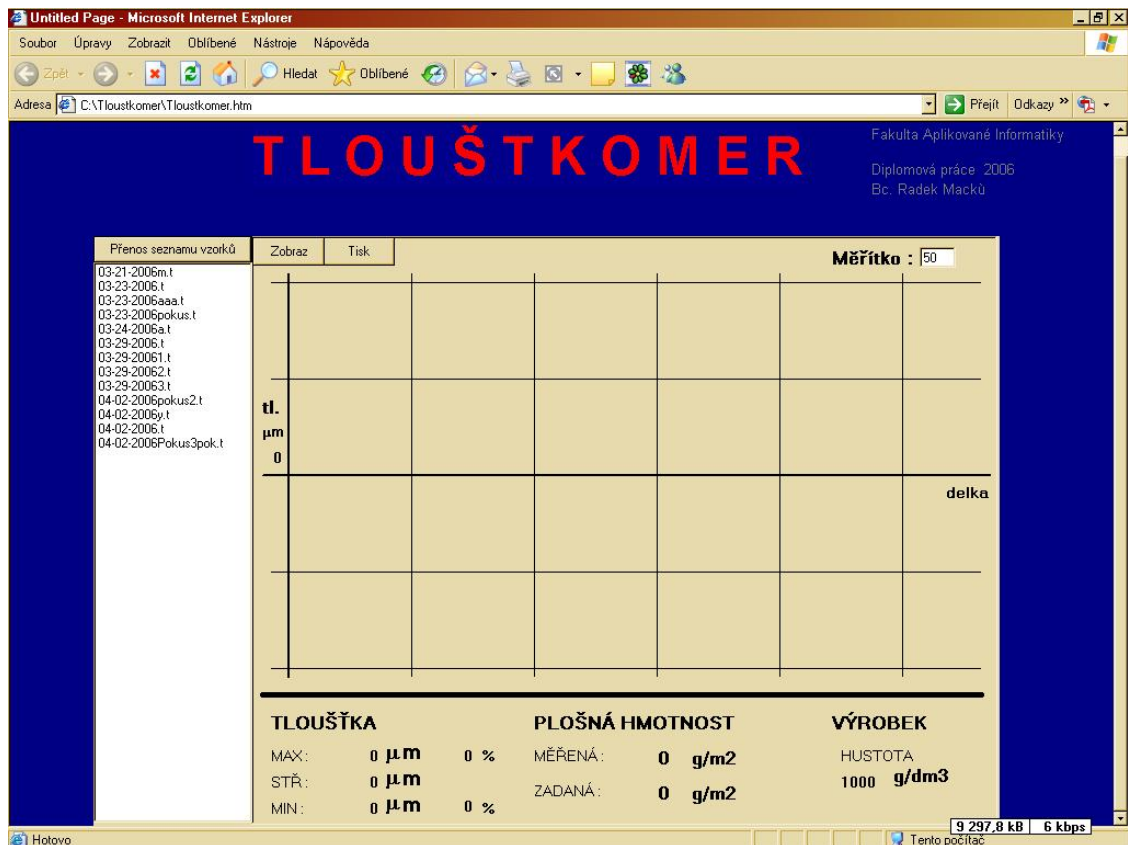
Obr. 26. Zapojení trenažeru

Za pomoci rezistorů R1,R2,R3 s hodnotou 39 ohmů a zenerových diod D5,D6,D7 typu KZ-10V0 je na vstupu do převodníku nastaveno napětí 0-10V. Pojmenování vstupů

odpovídá jednotlivým částem zařízení tloušťkoměru. Potenciometr zapojený na vstup převodníku AIN0 simuluje napětí ze vstupu zapisovače. Potenciometr zapojený na vstup převodníku AIN1 simuluje nastavení dekády pro zadávání tloušťky. Přepínač přivedený na vstup převodníku AIN2 nahrazuje indukční snímač pro zahájení snímání dat s čidla tloušťky(vstup zapisovače).

7 ROZHRANÍ WWW

Další částí měření tloušťky je přenos a zobrazení dat po podnikové síti. Nezbytnou částí je WWW Server. Server nám zabezpečuje veškerou komunikaci mezi okolními počítači a databází naměřených vzorků.

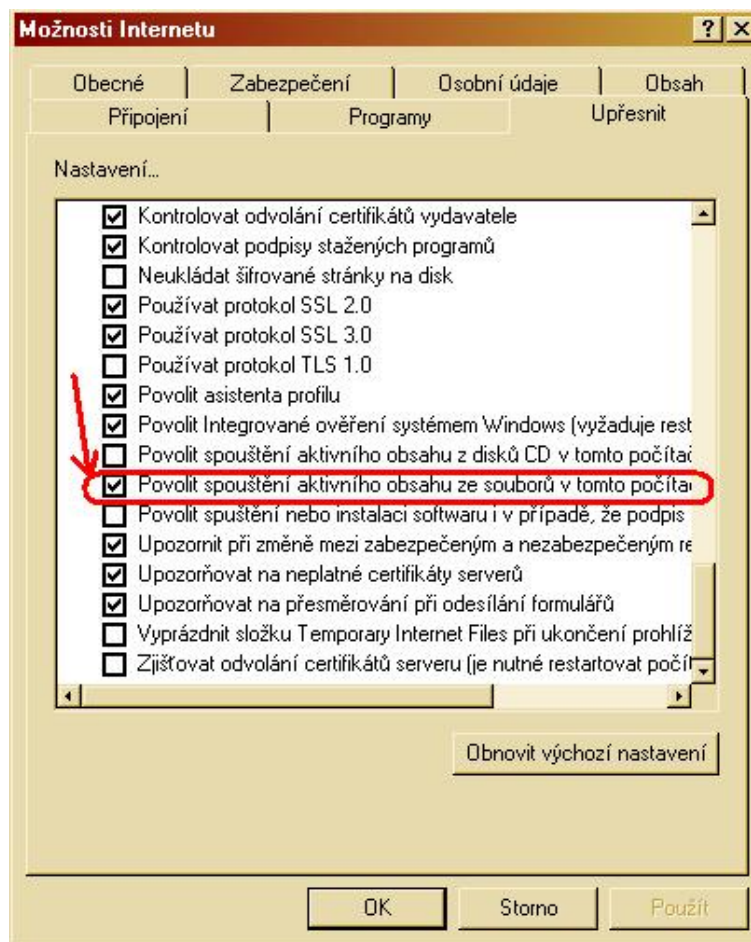


Obr. 27. Webové rozhraní

Rozhraní je rozděleno do dvou částí. Při první návštěvě WWW Serveru se zobrazí úvodní stránka, kde je popis instalace vlastní aplikace pro prohlížení vizualizace grafů.

7.1 První přístup na WWW

Po prvním přístupu na Server WWW se zobrazí úvodní stránka s popisem, jak postupovat při instalaci Tloušťkoměru. Pro spuštění vlastní aplikace je potřeba nainstalovat ActiveX prvky. Celý běh softwaru je pak realizován na straně uživatele a přes síť se stahují jen potřebná data.



Obr. 28. Nastavení Internet Exploreru





Pro správné zobrazení je potřeba používat Internet Explorer a povolit volbu : Povolit spuštění aktivního obsahu ze souborů v tomto počítači.

Jako další krok je potřeba si stáhnout sadu souborů pro aktivaci rozhraní na straně uživatele. Sada má název *Floustkomer.zip*. Domovský adresář je *Floustkomer*. Je nutné zachovat syntaxi *C:\Floustkomet\....* . Je to z důvodu zadané cesty v registru systému Windows pro ActiveX prvek. Jedná se o následující soubory a celkovou strukturu adresáře.

↑..[-]			<DIR>
[html]			<DIR>
http	txt	21	
klic	reg	3 302	
Floustkomer	htm	1 063	



Obr. 29. Struktura adresáře na straně uživatele

Tab. 5. Význam souborů ve složce Tloušťkoměru

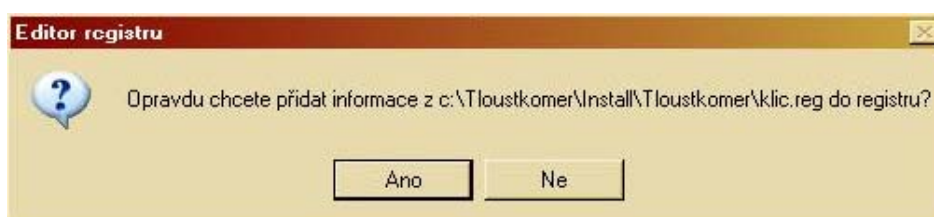
Symbol	Složka	Soubor	Popis
	html		obsahuje ActiveX soubor Projekt1.ocx
		http.txt	udává cestu kde se nachází WWW Server
		klic.reg	přidá do registru systému Windows cestu k ActiveX prvku
		Tloušťkomer.htm	spouštěcí stránka pro zobrazení dat Tloušťkoměru

Po prvním zobrazení vybraných dat daného profilu se do adresáře **Tloustkomer** přidají další dva soubory:

Tab. 6. Složka Tloušťkoměru po prvním spoštění

Symbol	Složka	Soubor	Popis
		data.t	přenesené data požadovaného vzorku ze strany www Serveru
		strom.tt	struktura adresáře Vzorky na straně WWW Serveru

Po dekompresi zip souboru se musí v první fázi aktivovat soubor **klic.reg**.



Obr. 30. Umístění klic.reg do registru systému Windows

Dále se vytvoří na ploše zástupce souboru **Tloustkomer.htm**. Další přístup se provádí přes tohoto zástupce.

7.2 Struktura prvku Projekt1.ocx

Pro zobrazení ActiveX prvku na WWW stránce v prohlížeči Internet Exploreru je vygenerovaný soubor *Projekt1.ocx*. Tento soubor je umístěný v klíči registru systému Windows. Při otevření stránky v níž se nachází odkaz na daný soubor se vyvolá patřičný soubor (v tomto případě *Projekt1.ocx*) a spustí se požadovaná procedura.

7.2.1 Inicializace

Při spuštění aplikace *Projekt1.ocx* se jako první načte soubor *http.txt*. V tomto souboru je uvedena cesta na WWW Server, kde se nachází potřebné údaje odkazů pro komunikaci. V případě podnikové sítě to je *http:\\f608*. Potřebný překlad na IP adresu provede DHCP server.

7.2.2 Skript na komunikaci přes URL

Hlavním úkolem pro zobrazení požadovaných dat na síti je provést dotaz na WWW Server, jestli se tam nachází konkrétní data a potom je nutné dané data stáhnout [4]. Následující syntaxe umožňuje provést stažení souboru z WWW Serveru.

```
lngRetVal = URLDownloadToFile(0, URL, LocalFilename, 0, 0)
```

```
If lngRetVal = 0 Then DwnFile = True
```

Proměnné v této syntaxi jsou definované vzhledem na rozsah použití na více místech v dané aplikaci jako globální.

7.2.3 Přenos seznamu vzorků

Aby bylo možné zobrazení náhledu struktury stromu měřených vzorků na straně uživatele, musíme daný strom nějakým způsobem přenést. Pro načtení potřebného seznamu naměřených vzorků použijeme následující syntaxi :

```
strUrl = souborHttp & "strom.tt" 'Soubor se ulozi na disk
```

```
If (DwnFile(strUrl, "c:\Tloustkomer\strom.tt")) Then
```

V prvním kroku je uvedena cesta na místo, kde se požadované data nachází. Ve druhém kroku dojde k navázání spojení s WWW Serverem, stahování zvoleného souboru a nakonec se provede uložení souboru na zvolené místo.

Po dokončení úspěšného stahování se zobrazí hlášení.



Obr. 31. Informace staženo

Dojde-li během stahování k jakýmkoliv problémům, nebo jestli nedojde k navázání spojení, objeví se varovné hlášení.



Obr. 32. Chyba stahování

Nakonec se zobrazí celá struktura dat adresáře.

7.2.4 Volba výběru

Ve výběru vzorku se pomocí dvojitého kliknutí aktivuje stahování vybraného vzorku. V prvním kroku dojde k zadání cesty na vybraný WWW Server. V druhém kroku se naváže spojení a začne se přenášet patřičný soubor do zvoleného adresáře. Přenesený soubor má vždy stejný název. A to *data.t*.

strUrl = souborHttp & "Vzorky/" & souborList

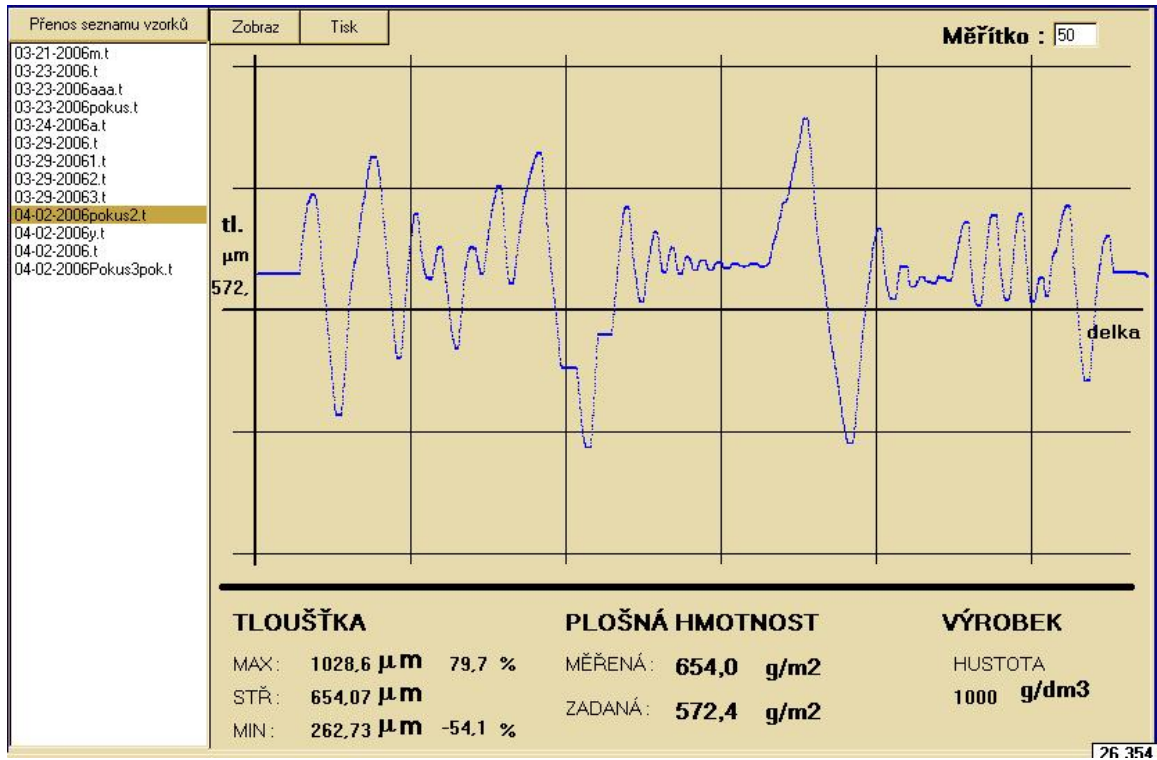
If (DwnFile(strUrl, "c:\Tloustkomer\data.t")) Then

Následuje zpráva o úspěchu stažení

V případě úspěšného stažení souboru, nebo v opačném případě neúspěšného stažení souboru se aktivuje patřičná zpráva o výsledku zvolené akce.

7.2.5 Volba Zobraz

Po oznámení úspěšného stažení se pomocí volby **Zobraz** vykreslí požadovaný graf. Celá procedura průběhu vykreslovacích a výpočtových algoritmů je shodná s částí vlastního zobrazení. Výsledný graf pak vypadá následovně.



Obr. 33. Znáornění grafu na WWW

7.2.6 Volba Tisk

Pro volbu tisku je použita stejná procedura jako u tisku v aplikaci **Prohlížení** u softwaru **Tloušťkoměr\102.exe**.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce je :

1. Provést literární rešerši na zadané téma.
2. Realizovat propojení stávajícího indukčního snímače tloušťky se zvolenou technologickou kartou.
3. Vytvořit program pro zajištění komunikace mezi technologickou kartou a personálním počítačem.
4. Program dále umožní zpracování naměřených dat, tj. výpočet plošné hmotnosti měřeného vzorku a jejich archivaci.
5. Zajištění přístupu k naměřeným datům v rámci podnikové sítě prostřednictvím programu Internet Explorer.

Rozborem daného problému je navrženo řešení pro snímání měřených hodnot z tloušťkoměru na posloupnosti: vstupní technologická karta - uživatelské prostředí - obsluha. Při návrhu jednotlivých částí se bere ohled na jednoduchost ovládání a minimální požadavky zásahu do původního stavu zařízení.

Navrženým řešením připojení USB karty UDAQ 1208 bylo dosaženo optimálního řešení jak pro snímání stavu měření, tak pro volbu zvoleného rozsahu a v neposlední míře pro samotný proces měření. Vhodného řešení je dosaženo v případě volby rozsahu, kde se pomocí kaskády tří desítkových dekád zvolí patřičný rozsah. Obsluha nemusí přecházet mezi zařízením tloušťkoměru a obslužným počítačem.

Program pro komunikaci je rozdělený na dvě části. Je to rozhraní technologická karta - počítač a počítač - uživatel. V případě rozhraní technologická karta - počítač jsou pomocí vytvořeného programu ošetřeny kritické stavy karty. Dále vzájemná výměna dat na požadavky měření a samotné načítání potřebných hodnot. Načítají se tři analogové vstupy v závislosti na zvolené periodě vzorkování. Pro načítání měřené tloušťky se využívá pouze první analogový vstup. Druhý analogový vstup slouží pro zadávání měřené tloušťky. Třetí vstup povoluje měření. Všechny načtené data se vhodným přepočtem převádí na požadovaný výstupní tvar.

Většina naměřených dat se přepočítává automaticky na požadovaný výsledek hned po spuštění měření. Pouze výstupní plošná hmotnost se počítá na konci měření a vždy po změně vložené receptury. To je z důvodu, že obsluha by mohla zapomenout zadat recept na začátku měření. Pak je možné ještě před uložením měřeného vzorku provést opravu.

Pro zobrazování dat po síti pomocí Internet Exploreru je využito přímé spojení na WWW Server. Zobrazování grafu využívá prvky ActiveX. Přenáší se soubor se všemi naměřenými hodnotami, údaji o volbě rozsahu a plošné hmotnosti materiálu. Pomocí tohoto řešení je dosaženo optimálního způsobu zobrazení naměřených hodnot.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] TEDIA website [online]. C1997-2005 , 27.10.2005 [cit. 2006-01-06]. Dostupný z WWW:<<http://www.tedia.cz>>.
- [2] Multifunkční modul UDAQ-1208/1408 pro rozhraní USB – Uživatelská příručka [online]. C1997-2005 [cit. 2006-01-06]. Dostupný z WWW: <<http://www.tedia.cz/cz/manualy/adaq1208.pdf>>.
- [3] Computer Press. Microsoft Visual Basic 6.0 Příručka programátora. [cit.1999]. ISBN 80-7226-154-1
- [4] PC svět: Visual Basic [online]. [cit.2005.02.15]. Dostupný z WWW: <<http://www.pcsvet.cz/vbasic/>>
- [5] E-automatizace: A/D převodníky [online]. Dostupný z WWW: <http://e-automatizace.vsb.cz/ebooks/ridici_systemy_akcni_cleny/Prevodniky.html#AD>
- [6] HRUŠKA F. *Technické prostředky automatizace III. – senzory, jejich principy a funkce* [2005] - Vyd. 1 UTB ve Zlíně, . ISBN 80-7318-053 7

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ActiveX	Umožňuje vložení renderovacího jádra do WWW prohlížečů
AIN0-	Analogový vstup USB karty
A/D	Převodník analogově digitální
BCD	Binary Coded Decimal
D	Dioda
Ds	Linka seriových dat
D/A	Převodník digitálně analogový
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
http	HyperText Transfer Protocol
IP	Personal Identifikator
ISO	International Organization for Standardization
PE	Polyethylen
PHP	Personal Hypertext Preprocessor
PPF	Paropropustné fólie
PVC	Polyvinilchlorid
URL	Unique Resource Locator
USB	Universal Serial Bus
WWW	World Wide Web
a	Proměnná pro osu X
b	Proměnná pro osu Y
$C_{p,v}$	Paralelní kapacita
<i>cyklus</i>	Počet cyklů
d	Tloušťka
Δ_x	Absolutní chyba měření

δ_x	Relativní chyba měření
<i>Frekvence_vzorkování</i>	Proměnná pro zadávání frekvence vzorkování
<i>hodnota1</i>	Proměnná pro snímání vstupu AIN0 z USB karty
<i>hodnota11</i>	Proměnná hodnot čtených ze souboru
<i>hodnota2</i>	Proměnná pro snímání vstupu AIN1 z USB karty
<i>hodnota3</i>	Proměnná pro snímání vstupu AIN2 z USB karty
<i>Hustota_materialu</i>	Hustota materiálu
<i>I</i>	Proud
<i>Koeficient_posuvu</i>	Proměnná pro posuv v době zobrazení
<i>L</i>	Indukčnost cívky
<i>L_v</i>	Indukčnost vedení
<i>maximalni</i>	Maximální tloušťka měřeného vzorku
<i>minimalni</i>	Minimální tloušťka měřeného vzorku
<i>n</i>	Počet závitů cívky
<i>PloHmoMer</i>	Plošná hmotnost měřená
<i>PloHmoZad</i>	Plošná hmotnost ideálního vzorku
<i>Plosna_hmotnost_merena</i>	Plošná hmotnost měřeného vzorku
<i>Plosna_hmotnost_zadana</i>	Plošná hmotnost ideálního vzorku
<i>R</i>	Odpor
<i>rozsah</i>	Výpočet zvoleného rozsahu z AIN1
<i>R_{p,v}</i>	Paralelní odpor
<i>R_{s,v}</i>	Seriový odpor
<i>Rychlost_posuvu</i>	Proměnná pro zadávání rychlosti posuvu
<i>stredni_vysledek</i>	Střední tloušťka

T_K	Čas nabíjení
T_M	Čas vybíjení
<i>tolerance</i>	Maximální rozdíl od zvolené tloušťky materiálu
U_2	Napětí na předvolbě
U_A	Vstupní napětí
U_K	Kompenzační napětí
U_R	Referenční napětí
U_{Ref}	Referenční napětí
U_x	Měřené napětí
U_{x-max}	Měřené napětí maximální
ω	Úhlový kmitočet napájecího proudu
X_L	Jalová složka
X_M	Naměřená hodnota
X_P	Konvenčně pravá hodnota
X_R	Reaktanční složka
Z	Impedance
δ	Ztrátový úhel
Φ	Magnetický tok

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Schema zařízení tloušťkoměru	15
Obr. 2. Graf ze zapisovače.....	16
Ob. 3. Připojení převodníku kabelem	19
Ob. 4. Kompenzační převodník	21
Obr. 5. Integrovaný převodník.....	22
Obr. 6. Funkce integrovaného převodníku	22
Obr. 7. Paralelní převodník.....	23
Obr. 8. Schéma zapojení USB karty UDAQ 1208	25
Obr. 9. WWW Server.....	27
Obr. 10. Zapojení UDAQ 1208 s periferiemi	29
Obr. 11. Zdroj 10V pro nastavení předvolby tloušťky	30
Obr. 12. Zapojení předvolby pro tloušťku	31
Obr. 13. Vzhled programu Tloušťkoměr	32
Obr. 14. Struktura adresáře Tloušťkoměru	32
Obr. 15. Varovné hlášení 1	34
Obr. 16. Varovné hlášení 2	37
Obr. 17. Rozlišení názvu.....	38
Obr. 18. Varovné hlášení 3	39
Obr. 19. Varovné hlášení 4	39
Obr. 20. Okno Nastavení	40
Obr. 21. Varovné hlášení 5	41
Obr. 22. Varovné hlášení 6	41
Obr. 23. Okno Prohlížení.....	42
Obr. 24. Zobrazená hodnota v okně Prohlížení	43
Obr. 25. Výstupní tisk.....	45
Obr. 26. Zapojení trenažéru	45
Obr. 27. Webové rozhraní.....	47
Obr. 28. Nastavení Internet Exploreru.....	48
Obr. 29. Struktura adresáře na straně uživatele	48
Obr. 30. Umístění klic.reg do registru systému Windows.....	49
Obr. 31. Informace staženo.....	51

Obr. 32. Chyba stahování	51
Obr. 33. Znáornění grafu na WWW.....	52

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. ALUFIX 1101 - 700x1050x0,025mm.....	13
Tab. 2. MELITTA 1501 - 770x1100x0,040mm.....	13
Tab. 3. Data USB karty UDAQ 1208	25
Tab. 4. Složka Tloušťkoměr	33
Tab. 5. Význam souborů ve složce Tloušťkoměru	49
Tab. 6. Složka Tloušťkoměru po prvním spoštění.....	49

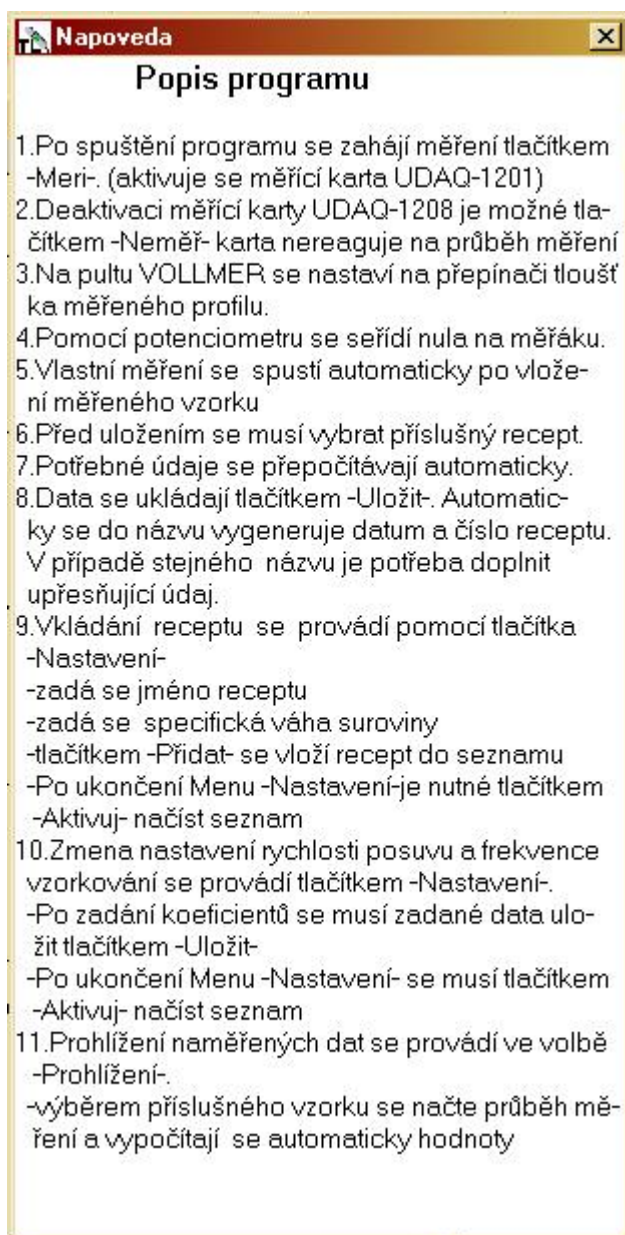
SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P 1: Návod programu tloušťkoměr

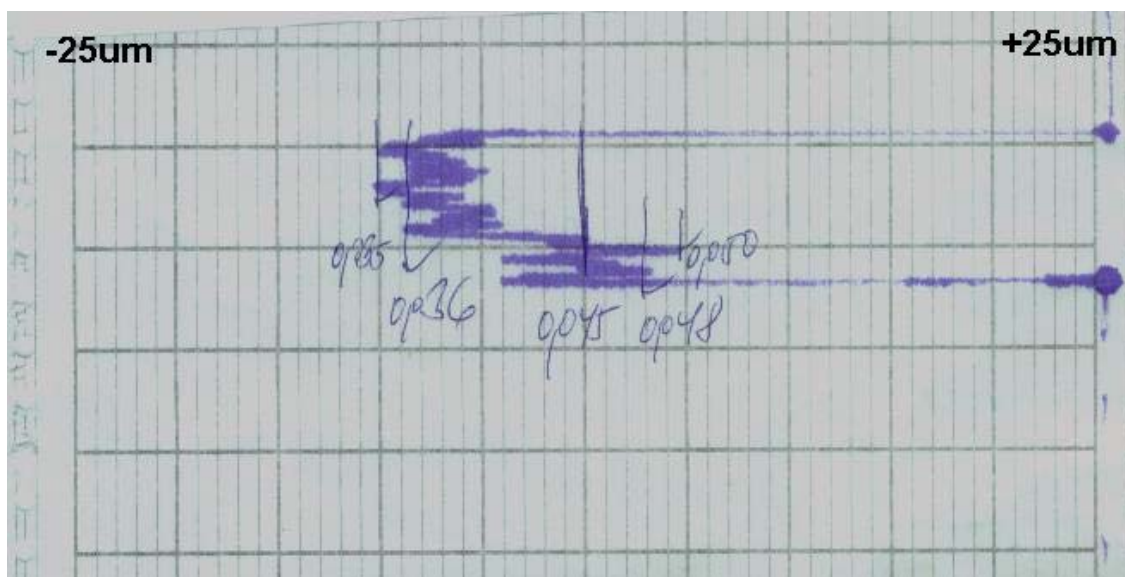
Příloha P 2: Graf vzorku ze zapisovače - porovnání

Příloha P 3: Graf vzorku z PC - porovnání

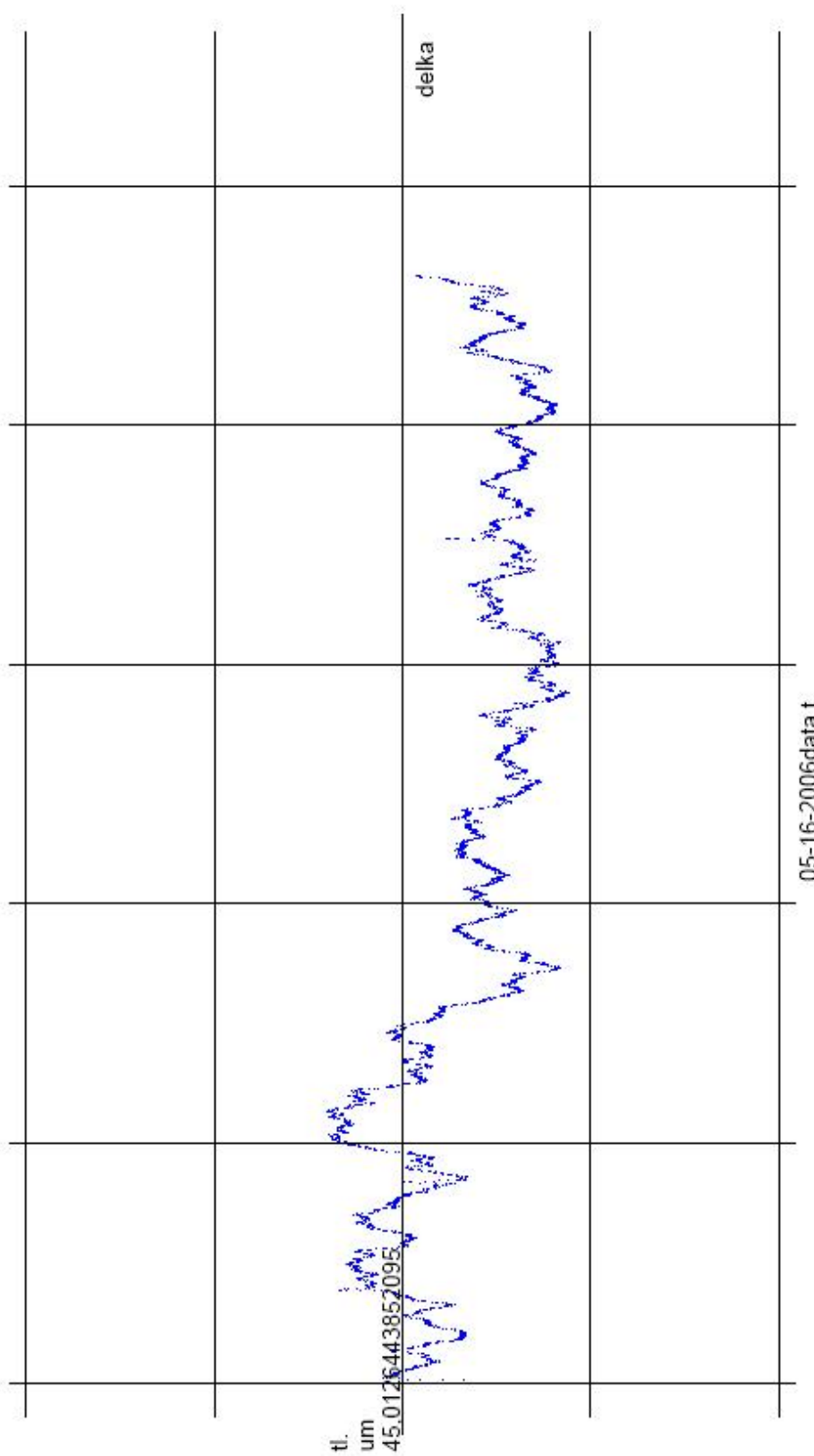
PŘÍLOHA P 1: NÁPOVĚDA PROGRAMU TLOUŠŤKOMĚŘ



PŘÍLOHA P 2: GRAF VZORKU ZE ZAPISOVAČE - POROVNÁNÍ



PŘÍLOHA P 3: GRAF VZORKU Z PC - POROVNÁNÍ



TLOUŠŤKA		PLOŠNÁ HMOTNOST		VÝROBEK	
Max:	49,9278 um	Měřená:	40,6628599329205 g/m2	HUSTOTA	1000 g/m2
Stř:	40,6628599329205 um	Zadaná:	45,0126443852095 g/m2		
Min:	34,2377 um				
	10,9196 %				
	-23,9375 %				