

**David Matoušek**

**UDĚLEJTE SI Z PC  
V DELPHI – 1. díl**

Praha 2003



*Komerční využití stavebních návodů je povoleno jen s písemným souhlasem autora a nakladatelství. Soubory na CD-ROM mají přímo vztah ke knize, tj. obsah adresáře PROGRAMY, nejsou volně šiřitelné.*

---

David Matoušek

## **UDĚLEJTE SI Z PC V DELPHI – 1. díl**

Bez předchozího písemného svolení nakladatelství nesmí být kterákoli část kopírována nebo rozmnožována jakoukoli formou (tisk, fotokopie, mikrofilm nebo jiný postup), zadána do informačního systému nebo přenášena v jiné formě či jinými prostředky.

Autor a nakladatelství nepřijímají záruku za správnost tištěných materiálů. Předkládaná zapojení a informace jsou zveřejněny bez ohledu na případné patenty třetích osob. Nároky na odškodnění na základě změn, chyb nebo vynechání jsou zásadně vyloučeny.

Veškerá práva vyhrazena.

© Ing. David Matoušek, 2003

© Nakladatelství BEN – technická literatura, Věšínova 5, Praha 10

David Matoušek:

Udělejte si z PC v DELPHI – 1. díl

BEN – technická literatura, Praha 2003

1. vydání

**ISBN 80-7300-111-X**

# OBSAH

<b>O KNIZE .....</b>	<b>8</b>
<b>DŮVOD VZNIKU TÉTO KNIHY .....</b>	<b>9</b>
<b>1 VÝVOJOVÉ PROSTŘEDÍ BORLAND DELPHI 7.0 ...</b>	<b>11</b>
1.1 Komponenty, objekt inspektor, formulář a textový editor .....	12
1.2 Funkce Windows API .....	13
1.3 Základy rozšířeného používání Delphi .....	14
1.3.1 Ukazatele .....	14
1.3.2 Řetězce .....	15
1.3.3 Volací konvence .....	17
1.3.4 Objekt Pascal .....	18
1.4 Dynamické knihovny (DLL) .....	22
<b>2 PŘÍMÝ PŘÍSTUP NA PORTY .....</b>	<b>25</b>
2.1 Úvod do problému .....	26
2.2 Ovladač ZLPortIO .....	26
2.3 Třída TPort .....	26
2.3.1 Implementace .....	27
2.3.2 Uživatelský popis .....	28
<b>3 PARALELNÍ PORT DLE STANDARDU SPP .....</b>	<b>29</b>
3.1 SPP – Standard Parallel Port .....	30
3.2 Windows XP a (možné) problémy s paralelním portem .....	32
3.3 Programové řízení SPP .....	33
3.4 Třída TParallel – ovládání paralelního portu funkcemi Windows API .....	33
3.4.1 Implementace .....	33
3.4.2 Uživatelský popis .....	36
3.5 LPTLCD – řízení LCD displeje přes paralelní port .....	36
3.5.1 Stručný popis ovládání LCD displeje .....	36
3.5.2 Schéma zapojení .....	39
3.5.3 Plošný spoj .....	39
3.5.4 Testovací aplikace .....	40
3.6 LPTSMT – měření teploty čidlem SMT160-30 .....	47
3.6.1 Stručný popis čidla SMT160-30 .....	47
3.6.2 Schéma zapojení .....	47

3.6.3	Testovací aplikace .....	48
3.7	Poznámka k přípravku SPTEST .....	54
<b>4</b>	<b>PŘÍMÉ ŘÍZENÍ SÉRIOVÉHO PORTU .....</b>	<b>55</b>
4.1	Linky sériového portu s podporou přímého řízení .....	56
4.2	Třída TSPort – Programové řízení linek modemu sériového portu .....	57
4.2.1	Rozvaha .....	57
4.2.2	Implementace .....	57
4.2.3	Uživatelský popis .....	61
4.2.4	Ukázková aplikace DIRCOM .....	62
4.3	Přípravek COM4021 .....	66
4.3.1	Schéma zapojení .....	67
4.3.2	Třída TCOM4021 .....	69
4.3.3	Vlastní aplikace COM4021 .....	72
4.3.4	Oživení .....	75
4.4	Přípravek COM1320 .....	76
4.4.1	Stručný popis obvodu TC1320 .....	76
4.4.2	Schéma zapojení .....	78
4.4.3	Třída TCOM1320 .....	81
4.4.4	Vlastní aplikace COM1320 .....	84
4.4.5	Oživení .....	87
<b>5</b>	<b>ASYNCHRONNÍ PŘENOS NA SÉRIOVÉM PORTU ..</b>	<b>89</b>
5.1	Třída TSerial .....	90
5.1.1	Implementace .....	90
5.1.2	Uživatelský popis .....	97
5.2	Testovací přípravek AT8VV2 .....	98
5.2.1	Schéma zapojení .....	98
5.2.2	Program pro AT89C2051 .....	100
5.3	Testovací aplikace pro přípravek AT8VV2 .....	103
5.4	Oživení přípravku AT8VV2 .....	109
<b>6</b>	<b>POUŽITÍ OBVODU FT232BM PRO PRÁCI SE SBĚRNICÍ USB .....</b>	<b>111</b>
6.1	Základní pojmy USB .....	112
6.1.1	Konektory a kabely .....	112
6.1.2	Verze USB a přenosové rychlosti .....	113
6.1.3	Deskriptor zařízení .....	113
6.1.4	Huby – rozbočovače .....	114
6.2	Stručný popis obvodu FT232BM .....	115
6.2.1	Základní vlastnosti FT232BM .....	115

6.2.2	<i>Blokové schéma FT232BM</i> .....	116
6.2.3	<i>Popis vývodů FT232BM</i> .....	117
6.2.4	<i>Připojení E<sup>2</sup>PROM</i> .....	120
6.2.5	<i>Napájení aplikace z USB sběrnice</i> .....	120
6.2.6	<i>Řízení spotřeby vnějších obvodů</i> .....	121
<b>6.3</b>	<b>Bit Bang režim</b> .....	<b>121</b>
<b>6.4</b>	<b>Třída TFT232</b> .....	<b>122</b>
6.4.1	<i>Implementace</i> .....	122
6.4.2	<i>Uživatelský popis</i> .....	129
<b>6.5</b>	<b>Přípravek FT232TST</b> .....	<b>130</b>
<b>6.6</b>	<b>Ovladač a programování E<sup>2</sup>PROM</b> .....	<b>132</b>
6.6.1	<i>Ovladač FTD2XX</i> .....	132
6.6.2	<i>EFSProg – programátor konfigurační E<sup>2</sup>PROM</i> .....	133
6.6.3	<i>Stručný popis položek menu</i> .....	134
6.6.4	<i>Nový ovladač</i> .....	134
<b>6.7</b>	<b>Příklad použití (režim Bit Bang)</b> .....	<b>134</b>
<b>7</b>	<b>LPTUNI – UNIVERZÁLNÍ PŘÍPRAVEK PRO PARALELNÍ PORT</b> .....	<b>139</b>
<b>7.1</b>	<b>Schéma zapojení</b> .....	<b>140</b>
<b>7.2</b>	<b>Výkres desky plošných spojů</b> .....	<b>142</b>
<b>7.3</b>	<b>Ovládací rozhraní TLUInterface</b> .....	<b>145</b>
7.3.1	<i>Implementace</i> .....	145
7.3.2	<i>Uživatelský popis</i> .....	148
<b>7.4</b>	<b>Testovací aplikace</b> .....	<b>149</b>
7.4.1	<i>Krátce o aplikaci</i> .....	149
7.4.2	<i>Oživení přípravku LPTUNI</i> .....	153
<b>7.5</b>	<b>Příklad časovaného řízení spotřebičů</b> .....	<b>153</b>
7.5.1	<i>Inicializační soubor TIMER.INI</i> .....	154
7.5.2	<i>Programové řešení</i> .....	155
7.5.3	<i>Používání aplikace</i> .....	161
<b>8</b>	<b>JEDNODUCHÝ DVOUKANÁLOVÝ DIGITÁLNÍ OSCILOSKOP</b> .....	<b>163</b>
<b>8.1</b>	<b>Schéma zapojení</b> .....	<b>164</b>
<b>8.2</b>	<b>Výkres desky plošných spojů</b> .....	<b>166</b>
<b>8.3</b>	<b>Řídící příkazy</b> .....	<b>168</b>
<b>8.4</b>	<b>Firmware</b> .....	<b>171</b>
<b>8.5</b>	<b>Ovládací program</b> .....	<b>181</b>
8.5.1	<i>Třída TOSC – Ovládací rozhraní</i> .....	181
8.5.2	<i>Vlastní aplikace</i> .....	186

8.6	Oživení .....	197
8.7	Návrhy na další vylepšení .....	198
<b>9</b>	<b>USBMC 2.0 – UNIVERZÁLNÍ MĚŘICÍ DESKA .....</b>	<b>199</b>
9.1	Schéma zapojení .....	200
9.2	Výkres desky plošných spojů .....	203
9.3	Řídicí příkazy .....	206
9.3.1	<i>Původní příkazy dle verze 1.0 .....</i>	<i>207</i>
9.3.2	<i>Nové příkazy a vývody mikrokontroléru .....</i>	<i>209</i>
9.4	Firmware .....	210
9.5	TUSBMC – ovládací rozhraní .....	221
9.6	USBMC 2.0 – komplexní testovací aplikace .....	231
9.7	Oživení .....	243
9.8	Příklad použití – měření teploty čidlem SMT160-30 .....	244
<b>10</b>	<b>PŘÍLOHA PROPOJOVACÍ KABELY .....</b>	<b>249</b>
10.1	Propojovací kabel pro paralelní port (LPTKAB) .....	250
10.2	Propojovací kabel pro sériový port (COMKAB) .....	250
10.3	Propojovací kabel PSLKAB .....	250
10.4	Propojovací kabel pro USB .....	251
<b>11</b>	<b>DODAVATELE SOUČÁSTEK, MODULŮ A HOTOVÝCH PŘÍPRAVKŮ UVEDENÝCH V TÉTO KNIZE .....</b>	<b>253</b>
11.1	Seznamy součástek .....	254
11.2	GM Electronic .....	254
11.3	Zásilková služba Electronic Obecnice .....	254
11.4	ASIX .....	254
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>255</b>
	<b>KONTAKT NA AUTORA .....</b>	<b>255</b>
	<b>PŘEHLED PŘÍPRAVKŮ .....</b>	<b>256</b>
	<b>PLOŠNÉ SPOJE .....</b>	<b>256</b>
	<b>LITERATURA .....</b>	<b>257</b>

# CO NAJDETE NA DOPROVODNÉM CD-ROM

Doprovodné CD-ROM obsahuje všechny informace potřebné pro snadnou práci s knihou. Tyto informace lze rozdělit do logických celků, které se nacházejí v oddělených adresářích:

- adresář **\_DELPHI7** obsahuje ,
- adresář **BEN** obsahuje off-line verzi www stránek nakladatelství BEN – technická literatura (aktualizováno k počátku října 2003), jejichž součástí je počítačová verze tištěného katalogu – Edičního plánu „podzim 2003“ a samostatného přehledu naší produkce „BEN 2003“,
- adresář **DATASHEET** obsahuje dokumentaci vybraných integrovaných obvodů, které jsou v knize používány, ve formátu PDF. Najdete zde též samorozbalitelný archiv programu Adobe Acrobat Reader v několika verzích, který slouží k prohlížení PDF souborů,
- adresář **EFSPROG**, je programátor konfiguračních E<sup>2</sup>PROM (viz kap. 11). Tento ovládací program je mnohem komfortnější než originální od firmy FTDI Chip,
- adresář **FOTO** obsahuje, jak sám název napovídá, fotografie hotových přípravků. Každý byl nafocen z několika pohledů, aby byla lépe dokumentována jejich možná stavba,

Do shodného adresáře jsme umístili trial verzi prohlížeče ACDSee staženou z Internetu (<http://www.acdsystems.com>): **ACDSee Classic** (velikost instalačního souboru cca 1,6 MB, minimální požadavky Windows 95/98/Me/NT4/2000, PC 486DX s 32 MB RAM, režim grafického adaptéru s 256barvami, 4 MB volného místa na pevném disku, vhodný Internet Explorer 4.0 nebo pozdější).

**Tip:** pokud se vám fotografie zdají příliš tmavé, aktivujte ve vašem prohlížeči Gamma korekci na hodnotu např. 1.50 (optimální hodnota závisí na nastavení vašeho grafického subsystému).

- adresář **OVLADACE** obsahuje strukturu několika podadresářů: **D2XX** zde najdete ovladače pro rozhraní D2XX (viz kap. 3) – v podadresáři **EFS** jsou ovladače publikovaných konstrukcí a v podadresáři **FTDI** jsou originální ovladače od výrobce. V podadresáři **VCP** najdete ovladače virtuálního sériového portu (viz kap. 12).
- adresář **PROGRAMY** obsahuje zdrojové i přeložené formy všech programů realizovaných v knize,
- adresář **SPOJE** obsahuje klišé plošných spojů všech přípravků popsaných v knize ve formátu TIF a navíc ve zdrojovém formátu BRD programu EAGLE je verze 2.6, aby si čtenáři případně mohli plošné spoje upravit podle vlastních představ. Některé spoje jsme ještě v redakci dodatečně upravovali (zvětšování úchytných plošek pro součástky, ...), takže finální verze je uložena pouze ve formátu TIF (je shodná s klišé otištěnými v knize),

## O KNIZE

Kniha uvádí konstrukce několika zařízení, která lze používat v amatérské praxi ale i mnohem obecněji. Ovládací programy jsou vytvořeny ve vývojovém prostředí **Borland Delphi 7.0** a fungují na operačních systémech **Windows 98/2000/XP**.

První kapitola uvádí pokročilejší programovací techniky **Delphi** (ukazatele, řetězcové typy, volací konvence, vlastnosti a události, RTTI, volání funkcí z dynamických knihoven), které jsou důležité pro efektivní programování.

Druhá kapitola stručně popisuje ovladač **ZLPortIO**, který poskytuje plný přístup k portům počítače. Dále je implementována třída **TPort**, která použitím ovladače velmi zjednodušuje.

Třetí kapitola je zaměřena na popis **paralelního portu** dle standardu SPP. Jsou také připojeny dvě zajímavé aplikace paralelního portu (ovládání **LCD** displeje přes paralelní port a použití čidla **SMT160-30** pro měření teploty).

Čtvrtá kapitola se věnuje popisu **sériového portu** a přináší dvě zajímavé aplikace řízené pomocí linek modemu (8bitový vstupní port a levný 8bitový D/A převodník). Obě konstrukce jsou napájeny přímo ze sériového portu, takže odpadá nutnost použití vnějšího napájecího zdroje.

Pátá kapitola ukazuje používání sériového asynchronního přenosu na sériovém portu. Také je připomenut přípravek **AT8VV**, na kterém si lze teoretické informace snadno ověřit.

Šestá kapitola přináší stručný popis obvodu **FT232BM** (konvertoru USB<=>RS232) včetně vybraných ovládacích funkcí, který je zakončen vytvořením jednoduchého testovacího přípravku pro **USB**.

Poslední tři kapitoly jsou věnovány tvorbě složitějších zařízení:

- **LPTUNI** – univerzální deska pro paralelní port (triaky nebo relé pro ovládání síťových spotřebičů, tranzistory pro spínání stejnosměrných obvodů, jeden digitální vstup),
- **COMOSC** – dvoukanálový digitální osciloskop s rozlišením 8 bitů a maximální vzorkovací rychlostí 100 kSPS (= 100 000 vzorků za sekundu, tj. **samples per second**),
- **USBMC** – univerzální měřicí karta pro USB (D/A převodníky, A/D převodníky, digitální vstupy a výstupy, čítač a časovač).

Pro všechny konstrukce jsou vytvořeny speciální třídy, které zajišťují jejich ovládání. Tak mohou čtenáři velmi snadno začleňovat publikovaný kód do svých konstrukcí a vytvářet vlastní obslužné programy s minimálním úsilím.



# DŮVOD VZNIKU TÉTO KNIHY

Úvodem stručně vysvětlím, proč jsem se rozhodl napsat knihu zaměřenou na ovládání hardwarových zařízení pomocí vývojového prostředí Delphi.

Po vydání prvního a druhého dílu knihy **Udělejte si z PC** mě reakce čtenářů vedly k poznatku, že mnoho začínajících programátorů je odrazeno zdánlivou složitostí programování v jazyce C++. Tato složitost je opravdu jen zdánlivá a vlastně je způsobena nesmírnou bohatostí programátorských nástrojů (zde mám hlavně na mysli velké množství klíčových slov) oproti přehlednějšímu Pascalu.

Nicméně vývojové prostředí **C++ Builder**, které jsem do této doby ve všech knihách používal, je velmi podobné Delphi (víte, že C++ Builder má část kódu zapsanou v Pascalu?). Takže informace podané v [15] až [17] jsou dobře použitelné i pro vývoj aplikací v **Delphi**.

Vzhledem k tomu, že však mnoho začátečníků nerozumí rozdílům syntaxe nebo není schopno si programové kódy jednoduše přepsat do Pascalu, rozhodl jsem se spolu s panem **Liborem Kubicou** z nakladatelství **BEN – technická literatura** vydat tuto knihu, která by rámcově zahrnula možnosti ovládání zařízení připojených na **paralelní** nebo **sériový port** počítače či na stále více se prosazující sběrnici **USB**.

Nejde však o obalení starých aplikací do „nového kabátu“. Rozhodl jsem se přinést řadu nových zapojení, která mají praktické použití například ve vaší elektrodílně, pro podporu výuky elektropředmětů, v řízení domácích spotřebičů a snad i mnohem obecněji.

