

Mikrokontroléry

Doplňující text pro POS

K. D. 2001

Úvod

Mikrokontroléry, jinak též označované jako jednočipové mikropočítače, obsahují v jediném pouzdře všechny podstatné části mikropočítače:

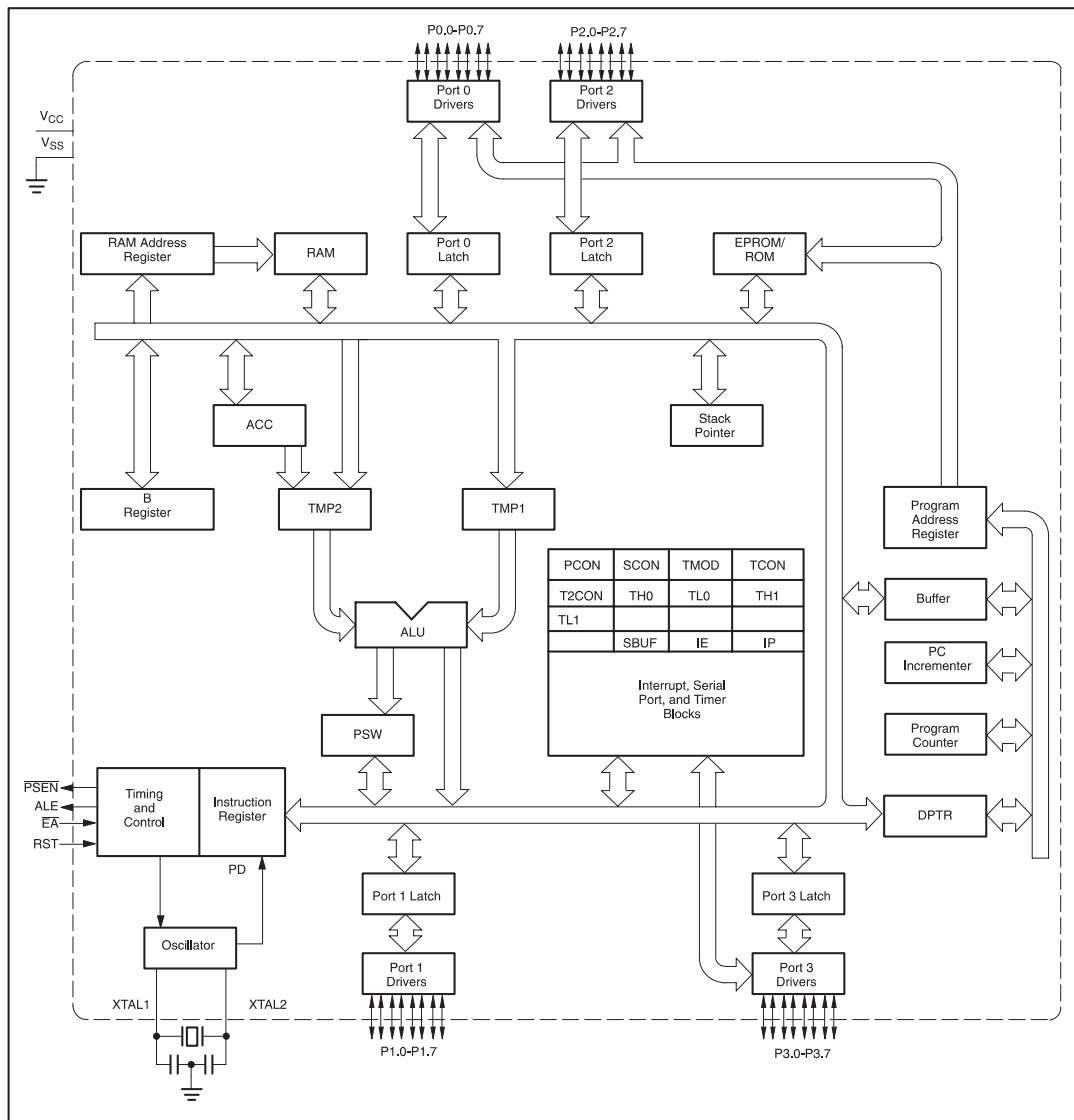
- Řadič a aritmetickou jednotku. Podle typu mikrokontroléru se používá délka slova 4, 8, 16 nebo 32 bitů.
- Paměť programu (kódovou paměť). Paměť programu je buď typu EPROM nebo Flash, u mikrokontrolérů vyráběných pro určitou konkrétní aplikaci s pevně daným programem pak typu ROM.
- Paměť dat typu R/W, někdy doplněnou i nevolatilní* pamětí EEPROM.
- Periferní obvody pro vstup a výstup dat.

Dále obvykle mikrokontroléry obsahují generátor hodinového signálu a další technické prostředky, jako jsou obvody pro kontrolu správné činnosti mikrokontroléru, obvody pro programování kódové paměti přímo v aplikaci, A/D a D/A převodníky, řadiče přerušování, DMA řadiče apod.

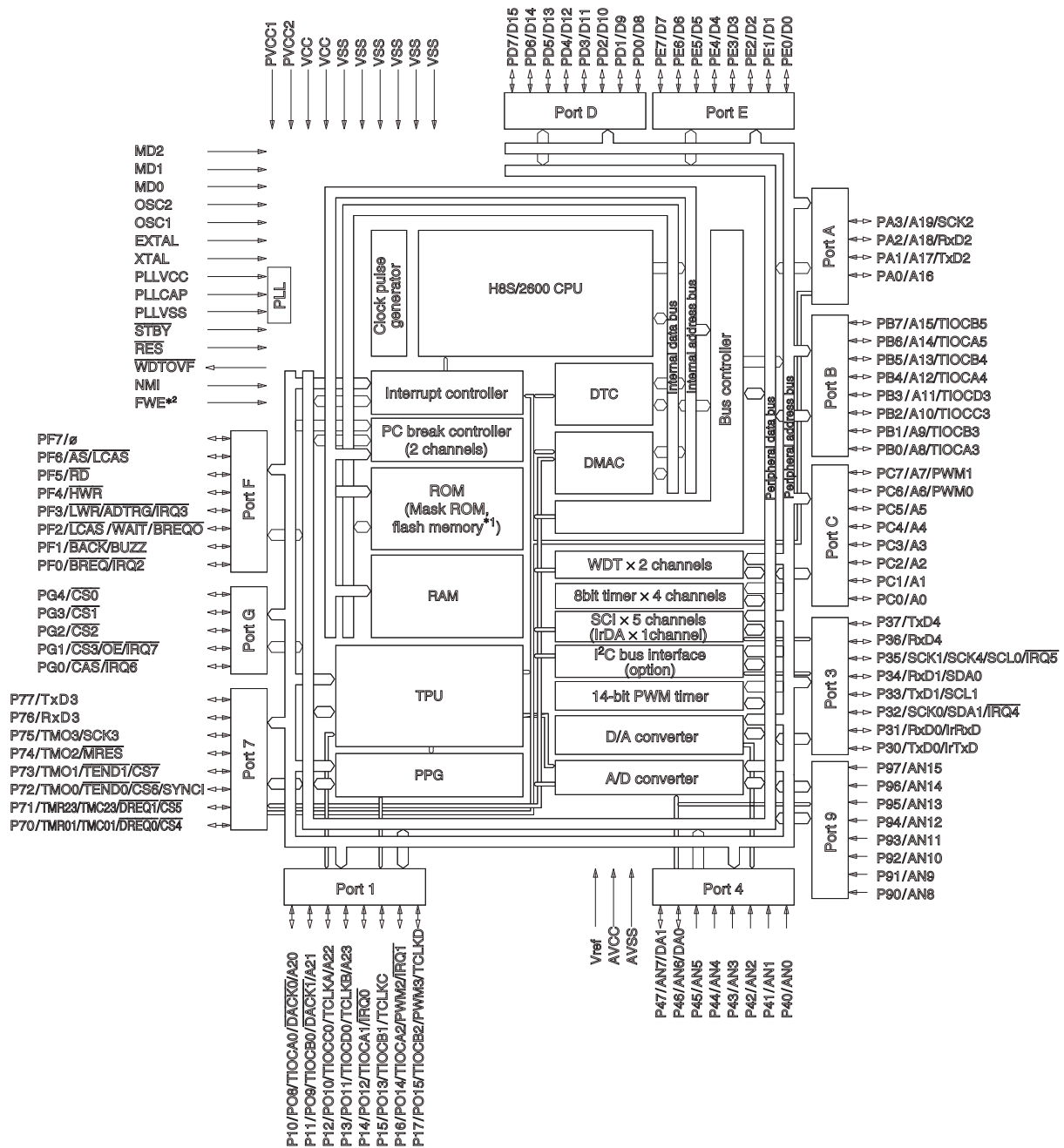
Mikrokontroléry se vyrábí v širokém sortimentu výkonů a velikostí. Nejmenší typy mají jen 8 vývodů včetně napájení a rozměry pouzdra přibližně 3×3 mm, nejvýkonnější typy mají pouzdra se 100 – 200 vývody.

Na **Obr. 1** je blokové schéma velmi rozšířeného mikrokontroléru řady 8052, na **Obr. 2** pak podobné schéma velmi výkonného mikrokontroléru Hitachi H8S.

* Nevolatilní („nepřechavá“) paměť uchovává svůj obsah i po odpojení napájecího napětí.



Obr. 1 *Architektura mikrokontroléru 8052. PCON, SCON atd. je označení speciálních funkčních registrů pro ovládání periferních obvodů.*



Obr. 2 Blokové schéma mikrokontroléru Hitachi H8S 2633F. Význam zkratk v označení vnitřních bloků: TPU - Timer Pulse Unit (čítací a časovací jednotka), PPG - Programmable Pulse Generator (programovatelný pulsní generátor), DTC - Data Transfer Controller (přenosová jednotka, obdoba DMA), DMAC - DMA Controller (DMA řadič), WDT - Watchdog Timer (ochrana proti „zamrznutí“ programu), SCI - Serial Communication Interface (sériové rozhraní), PWM - Pulse Width Modulator (generátor šířkově modulovaných pulsů).

Organizace paměti

Z hlediska organizace paměťových adresních prostorů lze mikrokontroléry rozdělit na dvě skupiny:

- a) Mikrokontroléry s lineárním uspořádáním adresního prostoru. Někdy je tento způsob organizace paměti označován jako Von Neumannova architektura.

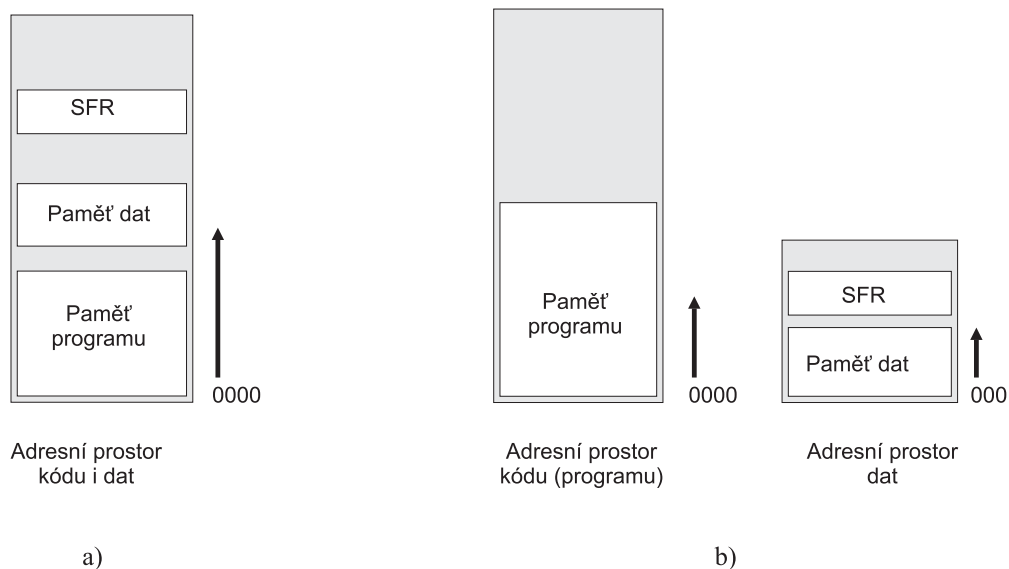
Pro počítače s touto architekturou je charakteristické použití jediného adresního prostoru (viz **Obr. 3 a**). V něm je mapována paměť programu, paměť dat i registry pro řízení IO obvodů, u mikrokontrolérů označované jako SFR (Special Function Registers).

Tuto architekturu používají například mikrokontroléry Motorola 68HC11, 68HC12, mikrokontroléry Intel 80196, Hitachi a řada dalších.

- b) Mikrokontroléry s odděleným adresním prostorem pro paměť programu a paměť dat. Tato koncepce je označována jako Harvardská koncepce (viz **Obr. 3 b**).

Harwardskou architekturu používají Mikrokontroléry Intel 8051, 8052 a typy z nich odvozené vyráběné celou řadou výrobců, různé řady mikrokontrolérů PIC firmy Microchip, mikrokontroléry AVR firmy Atmel a další.

Kapacita paměti různých typů mikrokontrolérů se pohybuje přibližně od 1 kB do 256 kB pro paměť programu a od 32 bytů do 16 kB pro paměť dat.



Obr. 3 Lineární (a) a Harwardské (b) uspořádání adresního prostoru.

Periferní obvody

Vybavení mikrokontrolérů periferními obvody je velmi různorodé. Často se vyrábí jeden typ mikrokontroléru v mnoha variantách, které se liší právě periferními obvody. Svými charakteristikami jsou potom jednotlivé varianty určené pro jistou konkrétní třídu aplikací, například řízení elektrických pohonů, ovládání komunikačního zařízení, sběr dat z technologického procesu apod.

Za standardní lze považovat vybavení mikrokontroléru následujícími periferními obvody:

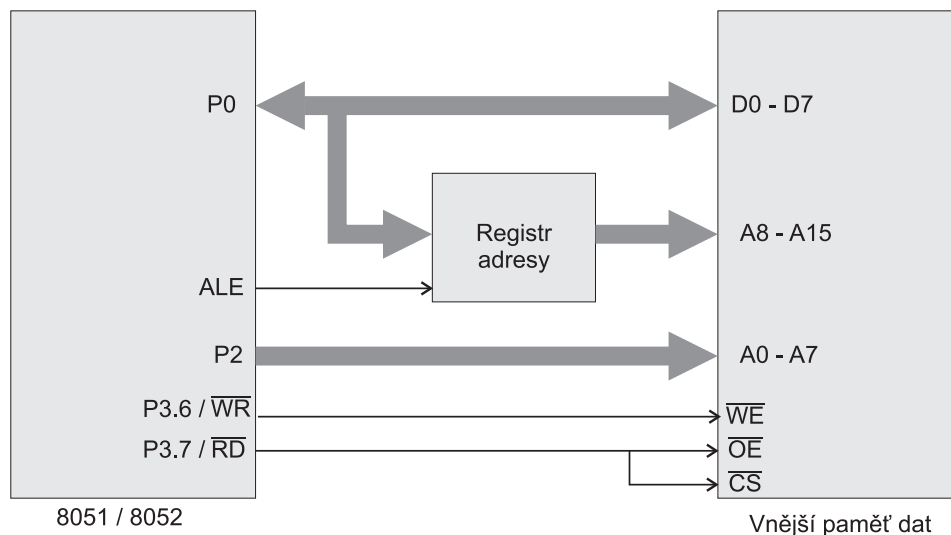
1. **Paralelní IO porty.** Většina mikrokontrolérů bývá vybavena jedním nebo více paralelními porty, které lze použít pro vstup a výstup binárních dat. Obvykle lze pracovat s celým portem najednou nebo samostatně ovládat jednotlivé bity portu.
2. **Sériové rozhraní.** Pro komunikaci s okolím jako jsou další mikrokontroléry, ovládací panely nebo nadřazené počítače bývají mikrokontroléry vybaveny nejméně jednou, někdy ale až pěti sériovými komunikačními linkami. Kromě standardního asynchronního přenosu dat (používaného též u rozhraní s protokolem RS232) často tyto linky podporují i jiné protokoly, například I2C, SPI, CAN a podobně. Sériová rozhraní s těmito protokoly jsou používána pro připojování vnějších pamětí se sériovým rozhraním, vnějších A/D převodníků, obvodů RTC (ReaT Time Clock) pro měření času, digitálních potenciometrů v různých elektroakustických přístrojích atd.
3. **Obvody čítačů a časovačů.** Také tyto obvody představují standardní vybavení mikrokontrolérů. Základní konfigurace s jedním až dvěma 8 nebo 16 bitovými čítači/časovači může být u specializovaných mikrokontrolérů rozšířena na 6 – 8 čítačů. Tyto čítače jsou potom často vybaveny speciálními funkcemi. Umožňují zachycení okamžiků změny logické úrovně řady (např. až 16) signálů na vybraných vstupech, generování obdélníkových průběhů dané frekvence a střídý, dekódování dvoufázového signálu polohových čidel a podobně.

Většina mikrokontrolérů nemá dostatek vývodů pouzdra (pinů) potřebných k připojení všech vstupních a výstupních signálů paralelních a sériových portů, čítačů, A/D převodníků atd. Většina pinů má proto více funkcí (např. určitý pin může sloužit jako jeden bit paralelního portu, vstup pulsů do čítače nebo vstup vnějšího přerušení). V dané aplikaci se pak může použít jen jedna z nich. Vícenásobné využití pinů mikrokontroléru je velmi dobře vidět na **Obr. 2**. Některé vývody Portu 3 a Portu 7 mikrokontroléru Hitachi H8S mají až 5 různých funkcí.

Rozšíření paměti mikrokontroléru

Velikost logického adresního prostoru řady mikrokontrolérů dovoluje pracovat s větší pamětí, než jaká je realizována přímo na čipu mikrokontroléru. U mnoha typů mikrokontrolérů lze proto vnitřní paměť rozšířit připojením vnějších paměťových obvodů. Aby se omezil počet pinů mikrokontroléru a zmenšila velikost pouzdra, nemají mikrokontroléry obvykle vyvedenou samostatnou adresní a datovou sběrnici. Pro připojení rozšiřujících pamětí se proto používají některé paralelní porty, které potom ovšem nelze použít v jejich původní funkci.

Na **Obr. 4** je znázorněno připojení vnější datové paměti k mikrokontroléru řady I8052. Pro vytvoření datové a adresní sběrnice se použijí porty P0 a P2*. Port P0 slouží v prvních taktech čtecího resp. zápisového cyklu k vysílání vyšších 8 bitů adresy do záchytného registru. V dalších taktech potom P0 funguje jako datová sběrnice pro vstup resp. výstup dat. Na portu P2 vysíláno nižších 8 bitů adresy. Jako signály RD a WR jsou použity dva bity (vývody) portu P3. Signál ALE je specializovaný vývod procesoru, tj. nemá žádnou další funkci.



Obr. 4 Připojení vnější datové paměti k mikrokontroléru typu 8051 a 8052.

Mikrokontroléry řady 8051

Původní architektura mikrokontrolérů Intel 8051 a 8052 byla převzata řadou firem. Ty vyrábí mikrokontroléry buď funkčně zcela shodné nebo různým způsobem vylepšené a rozšířené.

Základní charakteristiky mikrokontroléru 8052 jsou následující:

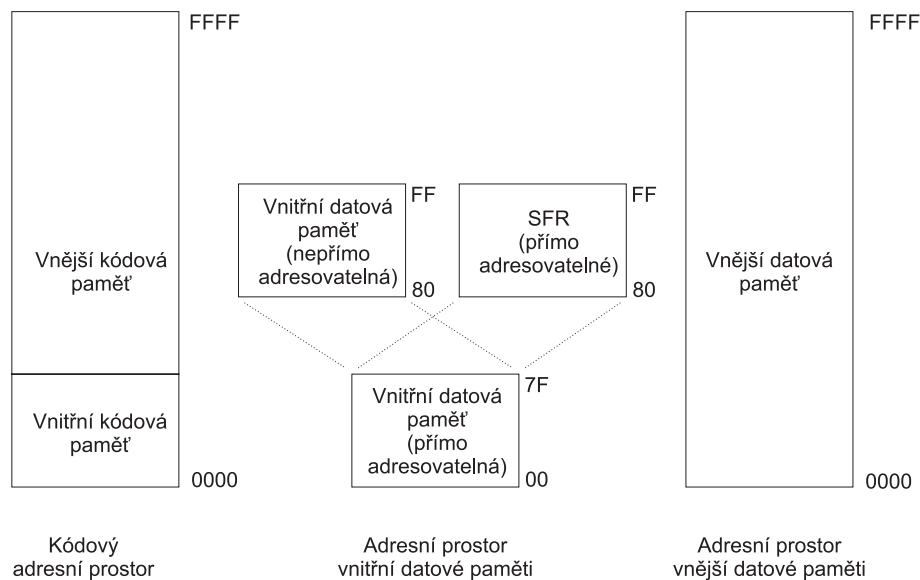
- Paměť má Harwardskou architekturu, tj. oddělený adresní prostor pro kód a pro data** (viz **Obr. 5**).
- Adresní prostor kódové (programové) paměti je 64 kB. Vnitřní kódová paměť může být rozšířena vnější kódovou pamětí do celkové kapacity 64 kB.

* K přepnutí funkce portů dojde automaticky v okamžiku kdy procesor vykonává čtecí nebo zápisový cyklus jehož adresa směřuje do vnější paměti kódu nebo dat.

** Určení adresního prostoru je dáno přímo typem instrukce: Čtení **kódu** instrukce se vždy provádí z kódového adresního prostoru. Rozlišení na vnitřní a vnější paměť je dáno konkrétní adresou a velikostí vnitřní paměti programu. Například při velikosti vnitřní paměti 4 kB jsou adresy 0000 – 0FFF čteny z vnitřní paměti, adresy 1000 – FFFF jsou čteny z vnější paměti.

Čtení **dat** z vnitřního datového adresního prostoru se provádí instrukcí MOV, čtení dat (např. konstant) z kódového adresního prostoru se provádí instrukcí MOVC. Čtení dat z vnějšího adresního prostoru se provádí instrukcí MOVX. Vnitřní datový prostor je dále rozdělen na přímo a nepřímo adresovatelnou část – pro přístup do nepřímo adresovatelné části musí být adresa nejprve uložena do některého z univerzálních registrů.

- Adresní prostor vnitřní datové paměti je 256 byte. Tento adresní prostor je dále rozdělen na přímo přístupnou paměť (adresa 00h – 7Fh) a nepřímou přístupnou paměť (adresa 80h – FFh). Při přímém přístupu na adresy 80h – FFh se adresují registry SFR pro ovládání periferních obvodů.
- Adresní prostor vnější datové paměti je oddělen od adresního prostoru vnitřní datové paměti a má velikost 64 kB. Adresování vnější datové paměti je možné jen pomocí speciálního 16 bitového registru DPTR (Data Pointer).
- Mikrokontrolér je vybaven 3 čítači/časovači. Použije-li se sériové rozhraní, slouží jeden z časovačů jako zdroj hodinového signálu pro sériovou linku.
- V základní variantě má mikrokontrolér 8052 jeden asynchronní/synchronní sériový port.
- 8052 má celkem 4 osmibitové porty (P0, P1, P2, P3). P0 a P2 slouží též pro připojení vnějších pamětí kódu a dat. Port P3 se používá i pro vstup a výstup sériových dat, výstup signálů RD a WR pro vnější paměti apod.



Obr. 5 Adresní prostory mikrokontroléru 8052. Mikrokontrolér 8051 nemá vnitřní nepřímou adresovatelnou paměť dat.