Architektúra moderných procesoroch

- Základné usporiadanie funkčných častí CPU

Prúdové spracovanie

- Naraz sa v procesore spracováva viac inštrukcií
- Každý úkon sa vykonáva v samostatnom funkčnom bloku (skupina log. obvodov, ktoré vykonávajú spoločnú prácu)
- Funkčné bloky sú zoradené za sebou – tvoria kanál

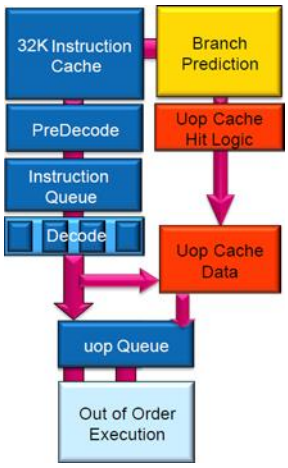
Úkony spracovania inštrukcie

- Prenos inštrukcie z pamäte do procesora (IF)
- Dekódovanie (ID) – konvertovanie do jednoduchých povelov (mikro-operácií)
- Výber operanda z pamäte (DA)
- Vykonanie (EX)
- Zápis výsledku do pamäte (WB)

Narušenie plynulosti toku

1. Dátová závislosť – zdrojový operand jednej inštrukcie je cieľovým operandom predchádzajúcej inštrukcie
2. Konflikty riadenia – pri inštrukciách vetvenia, preruší sa sekvenčné vykonávanie inštrukcií a riadenie sa prenesie na vzdialené miesto
3. Štrukturálne konflikty – viac inštrukcií súčasne požaduje rovnaký prostriedok procesora

Intel Haswell



1. Cache pamäť niekoľkých úrovní (L2 Cache, L1 Data Cache, L1 Instruction Cache, L0 Instruction Cache)
2. Jednotka na predpovedanie skokov (Branch Prediction)
3. Jednotka na výber inštrukcie (Instruction Fetch Unit) – prináša inštrukcie z L2 cache do pamäti prvej úrovne
4. Dekodéry
5. Jednotka spracovania inštrukcií mimo poradia (Out-of-Order Unit) – usporiada inštrukcie tak, aby sa odstránila dátová závislosť
6. Výkonný podsystém (Execution Units) – ALU, FPU...

Dynamické spracovanie inštrukcií

- Súbor metód, ktorých cieľom je zvýšiť efektívnosť práce procesora
- Nepodmienené skoky – procesor vie, na ktorej inštrukcii bude vykonávanie programu pokračovať (môže načítavať ďalšie inštrukcie z pamäte)
- Podmienené skoky – procesor až v okamihu vyhodnotenia podmienky vie, ktorá inštrukcia sa má vykonať – môže však predvídať

Dynamická predikcia

- Ak sa podmienený skok opakuje, je viac pravdepodobné, že sa jeho podmienka vyhodnotí rovnako ako v predchádzajúcom kroku
- V tabuľke skokov (Branch History Table - BHT) sú uložené stovky posledných skokových inštrukcií (či sa skok vykonal alebo nie)
- Dvojúrovňová predikcia - každá položka BHT má 2 úrovne
  - 1. úroveň – 4-bitový posuvný register, ktorý si pamätá 4 posledné udalosti (ak sa skok vykonal, zapíše sa do najnižšieho bitu 1, ak sa nevykonal, zapíše sa 0. Pred každou aktualizáciou sa register posunie doľava)
  - 2. úroveň – 16 2-bitových čítačov. Obsah registra z prvej úrovne sa vyhodnotí ako poradové číslo čítača z druhej úrovne. Číslo v čítači sa zvýši o 1, ak sa podmienka skoku vyhodnotila ako pravdivá, inak sa zníži o 1.
  - ak sa čítači na 2. úrovni nachádza 0,1 – predpovedá sa, že skok sa nevykoná. Ak tam je 2,3 skok sa vykoná.
- Ak sa podmienený skok doteraz nevyskytol (nemá položky v BHT) – použije sa statická predikcia (štatistické odhady chovania vetviacich inštrukcií)

Cache pamäť

- Rýchla, slúži ako vyrovnávacia medzi rýchlym procesorom a pomalou hlavnou pamäťou
- Z hľadiska programátora je neprístupná – nemožno ju adresovať
- Stratégia presúvania údajov medzi cache a hlavnou pamäťou je založená na overených vlastnostiach časovej a miestnej lokality
  - **Časová lokalita**
    - Zakladá sa na pravdepodobnosti, že adresa, ktorá bola práve teraz požadovaná, bude čoskoro požadovaná znova
    - Každý údaj, ktorý sa číta z hlavnej pamäti sa automaticky ukladá do cache
  - **Miestna lokalita**

    - Program v krátkom časovom úseku pristupuje k susedným pamäťovým miestam
    - Pri čítaní s hlavnej pamäti sa do cache presúva blok susediacich údajov
- Pri zápise do pamäti musí byť zachovaná konzistencia údajov – zmeny v cache pamäti sa musia premietnuť aj do hlavnej pamäte
  - Priamy zápis (write-through) – údaje sa zapisujú súčasne do cache aj do hlavnej pamäti
  - Oneskorený zápis (write-back) – riadiaca jednotka cache pamäte len eviduje, či bol údaj v cache pamäti zmenený, ak áno, vykoná zápis do hlavnej pamäti v okamihu vylúčenia údaja z cache pamäte
- Rozlišujú sa rôzne úrovne cache pamäti
  - Cache pamäť prvej úrovne – L1 dátová cache, zapisuje v režime write-through do L2
  - Cache pamäť druhej úrovne – L2 cache – dáta sa zapisujú do hlavnej pamäte v režime write-back

Technológia SIMD

- Vykonanie jednej operácie s viacerými dátovými položkami
- Technológie: MMX, SSE, SSE2, SSE3, SSE4, AVX

Pracovný režim procesora

- V procesoroch sa používa segmentová organizácia pamäti
- Segment – časť pamäte, ktorá obsahuje inštrukcie alebo dáta. Polohu segmentu v pamäti určí operačný systém pri spustení programu

Adresa v pamäti

- Logická adresa ľubovoľného miesta v pamäti pozostáva z 2 zložiek:
  - Bázová adresa segmentu – poloha segmentu v pamäti
  - Offset – relatívna adresa vzhľadom na začiatok segmentu
- Zapisuje sa v tvare <báza>:<offset>
- Kombináciou bázovej adresy segmentu a offsetu dostaneme lineárnu adresu (nemusí byť totožná s fyzickou adresou)
- Výhodou segmentovej organizácie je skrátenie adresovej časti inštrukcie
- Typy segmentov
  - Kódový – obsahuje strojový kód inštrukcií
  - Dátový – obsahuje dáta
  - Zásobníkový – návratové hodnoty procedúr, parametre, lokálne premenné, medzivýsledky

Reálny režim

- Program má neobmedzený prístup ku všetkým pamäťovým miestam a periférnym zariadeniam
- Neposkytuje nástroje na ochranu pamäti ani multitasking
- Procesor 8086 mal 20-bitovú zbernicu (dovoľovala adresovanie 2^{20} bitov pamäti – 1MB). Bázová adresa segmentu aj offset sú 16-bitové čísla.
- Lineárnu adresu dostaneme tak, že bázovú adresu vynásobíme 16-timi (posunieme o 4 bity doľava) a pripočítame offset (v 16-tkovej sústave posunieme len o 1 bit doľava)
- Fyzická adresa je totožná s lineárnou

Chránený režim

- Procesor 80386 má 32 bitovú adresovú zbernicu – umožňuje adresovať 4 GB pamäti
- Bázová adresa segmentu má 32 bitov. Dĺžka offsetu sa určuje pri deklarácií segmentu v programe (16/32 bitov)
- Lineárnu adresu dostaneme sčítaním bázovej adresy a offsetu
- Lineárna adresa sa prepočíta na fyzickú pomocou stránkovania
- Ak je veľkosť offsetu nastavená na 16 bitov, hovoríme o 16-bitovom režime bez ohľadu na to, či procesor pracuje v reálnom alebo v chránenom režime.
- Ak je veľkosť offsetu 32 bitov, hovoríme o 32-bitovom režime.

Virtuálny režim

- Predstiera sa reálny režim procesora 8086
- Lineárna 20-bitová adresa sa pomocou stránkovania prepočíta na 32/36 bitovú adresu
- Do virtuálne režimu sa procesor prepne keď spracováva DOS aplikáciu na Windows

Legacy režim

- V 64-bitovom procesore, kvôli spätnej kompatibilite
- Pre 32-bitový operačný systém – umožňuje spúšťať aplikácie vyvinuté pre reálny/chránený/virtuálny režim

Long režim

- Umožňuje spúšťať 32-bitové programy napísané pre chránený režim

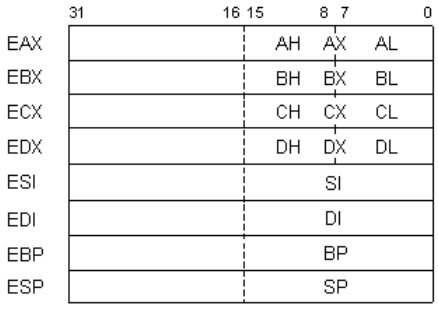
Registre

- Pamäťové miesta na čipe procesora
- Umožňujú rýchlejší prístup k operandom

- Používajú sa na výpočet adresy operandu
- Dve skupiny:
  - Užívateľské – univerzálne, segmentové, čítač inštrukcií, register príznakov
  - Systémové – programovanie na úrovni OS

Univerzálne registre

- Môžu byť naplnené z pamäte, ich obsah môže byť zapísaný do pamäti
- Slúžia na uloženie zdrojových a cieľových operandov
- Môžu obsahovať adresu pamäťového miesta alebo sa podieľať na jej výpočte



EAX

- akumulátor, najčastejšie používaný register pri presunoch dát do/z pamäte
- Vždy sa používa pri násobení/delení

BX, BP, SI, DI

- využívajú sa pri relatívnom adresovaní v 16-bit. režime
- BX, BP – bázové registre (ukladá sa do nich prvá adresa (báza) poľa dát)
- ESI, EDI – obsahujú index poľa (source/destination index)

ECX

- Počítadlo v inštrukciách cyklu (counter)

EDX

- Pri násobení a delení
- Jediný register, ktorý môže obsahovať adresu portu vstupného alebo výstupného zariadenia v inštrukciách *in* a *out*

ESP

- Ukazovateľ zásobníka (stack pointer)
- Obsahuje offset vrcholu zásobníka
- Neodporúča sa používať pri aritmetických operáciách

Segmentové registre

- Obsahujú v reálnom režime bázovú adresu segmentu
- Sú 16 bitové
- CS – bázová adresa kódového segmentu
- SS – bázová adresa zásobníkového segmentu
- DS, ES, FS, GS – bázové adresy dátových segmentov
  - ES – používa sa pri spracovaní polí dát
- V chránenom režime segmentové registre obsahujú selektor – index do tabuľky, kde nájdeme bázovú adresu

Číta inštrukcií

- EIP (instruction pointer)
- Obsahuje 32-bitový offset inštrukcie, ktorá sa má vykonať ako nasledujúca
- Nasledujúca inštrukcia leží na adrese CS:EIP
- Pri spustení programu na nastavuje na offset prvej inštrukcie, aktualizuje sa po vykonaní inštrukcie

Register príznakov

- 32-bitový register, obsahuje informácie o výsledku poslednej aritmetickej alebo logickej operácie, o stave procesora a o stave práve spracovávanej úlohy

Príznak CF (carry flag)

- Nastaví sa na 1, ak výsledok aritmetickej operácie s číslom bez znamienka sa nezmestí do určeného registra, v opačnom prípade sa nastaví na 0
- Nastaví sa na 1 ak došlo k prenosu z najvýznamnejšieho rádu výsledku, aj keď odčítame väčšie číslo od menšieho
- Indikuje výsledok porovnávania dvoch čísel bez znamienka

Príznak OF (overflow flag)

- Informuje, či výsledok aritmetickej operácie s číslami so znamienkom je v stanovenom rozsahu
- Rovnaká funkcia ako CF s bez-znamienkovými operandami
- Nastaví sa na 1
  - keď pri aritmetickej operácii došlo k pretečeniu do najvyššieho (znamienkového) bitu, ale nedošlo k pretečeniu zo znamienkového bitu
  - Alebo keď došlo k pretečeniu len zo znamienkového bitu

Príznak SF (sign flag)

- Používa sa, keď spracovávane údaje budeme považovať za čísla so znamienkom

- Indikuje, či výsledok operácie so znamienkovými číslami je kladný (nastaví sa na 0), alebo záporný (nastaví sa na 1)
- Má rovnakú hodnotu ako najvýznamnejší (znamienkový) bit výsledku. napr. po vykonaní inštrukcií

Príznak AF (auxiliary flag)
- Používa sa pri operáciách s číslami v desiatkovej sústave, ktoré sú uložené vo formáte BCD
- Nastaví sa na 1, ak pri sčítaní/odčítaní došlo k prenosu z 3. do 4. bitu

Príznak ZF (zero flag)
- Nastaví sa na 1, keď je výsledok operácie 0

Príznak PF (parity flag)
- Nastaví sa na 1, keď v najnižšom bajte výsledku predchádzajúcej operácie má párny počet bitov hodnotu 1

Príznak DF (direction flag)
- Jeho hodnotu nastavujeme inštrukciami pred spracovaním polí dát
- AK je nastavený na 0, po spracovaní jedného prvku poľa sa obsah indexového registra zvýši o počet bajtov, ktoré zaberá jeden prvok poľa
- Ak je nastavený na 1, hodnota indexu sa zmenšuje o dĺžku prvku poľa (pole sa spracováva od konca)

Príznak IF (interrupt enable flag)
- Tiež nastavujeme inštrukciami v programe
- Keď je nastavený na 1, môže byť spracovanie programu procesorom prerušené signálom od periférneho zariadenia
- Keď je nastavené na 0, zakážeme výskyt externého prerušenia

Príznak TF (trap flag)
- Keď nastavíme tento príznak na 1, prejde procesor do tzv. krokovacieho režimu, v ktorom sa vyvoláva interné prerušenie po každej inštrukcii

Príznak RF (resume flag)
- Používa sa pri ladení programu
- Nastavenie tohto bitu na 1 spôsobí, že prípadný breakpoint pri spracovaní nasledujúcej inštrukcie bude ignorovaný

Príznak NT (nested task)
- Spolu s IOPL podporujú multi-programovanie
- Ak je príznak NT nastavený na 1, indikuje, že spracovávaná úloha je vnorená v inej úlohe

Príznak IOPL (I/O privilege level)
- Dvojbitový, súvisí s prioritou úloh pri viac-úlohovom programovaní

Príznak VM (Virtual 8086 mode)
- Ak je nastavený na 1, znamená to, že procesor je vo virtuálnom režime
- Príznak sa mení prepnutím úloh

Príznak AC (Alignment check)
- Ak je nastavený na 1 a zároveň bit AM v riadiacom registri CR0 má hodnotu 1, je povolená kontrola pamäťových odkazov na zarovnanie

Príznak VIF (virtual interrupt flag)
- Virtuálny príznak povolenia prerušenia
- Aktivuje sa príznakom VIP
- Ak je aktivovaný, má rovnaký význam ako príznak IF

Príznak VIP (virtual interrupt pending flag)
- Nastavením na 1 sa povoľuje činnosť príznaku VIF

Príznak ID (identification flag)
- Určuje, či je procesor schopný vykonávať inštrukciu *cpuid*, ktorá identifikuje typ procesora

Spôsoby adresovania
- Rôzne spôsoby, ako sa v inštrukciách odvolávame na operandy v registroch alebo v pamäti

Implicitné adresovanie
- Operand v zápise inštrukcie nevidíme
- Napr. *mul BL* – vynásobí AL*BL a výsledok uloží do AX

Explicitné adresovanie

Priamy operand (adresa 0. rádu)
- Hodnota operandu je zapísaná priamo v inštrukcií
- Napr. *mov AL, 3*

Priama adresa (adresa 1. rádu)
- Používa sa najčastejšie
- V inštrukcií je zapísané označenie alebo číslo pamäťového registra
- Napr. *add DX, [Alfa]* – pričíta k DX obsah premennej Alfa. Obidva operandy sú priamou adresou
- Meno premennej interpretuje prekladač ako offset v dátovom segmente
- Hranaté nie sú povinné – zdôrazňujú že pracujeme s hodnotou premennej a nie s jej adresou

Nepriama adresa (adresa 2. rádu)

- V inštrukcii je zapísaná adresa pamäťového miesta, na ktorom nájdeme adresu operandu (na tomto mieste nájdeme priamu adresu)
- Napr. *mov AL, [EBX]* – do registra AL skopíruje obsah bajtu na adrese (offset), ktorá je uložená v EBX

Premenné a návestia

- Symbolické adresy, prekladač ich chápe ako offset dátového objektu v príslušnom segmente

Premenné

- Definujeme pomocou direktív, ktoré vyhradzujú premenným miesto v pamäti a zároveň im prideľujú hodnotu
- Deklarácia: *[meno_premennej] Dx výraz*
- Direktívy prideľujú pamäť v jednotkách, ktoré sú určené druhým písmenom direktívy (viď tabuľka)
- Jedna direktíva môže prideliť jednu alebo viac jednotiek (ak za Dx nasleduje viac výrazov)
- Výrazom môže byť:
  - Číselný výraz obsahujúci konštanty
  - Adresový výraz
  - Znakový výraz
  - Znak *?* – direktíva len pridelí jednotku pamäti, neinicializuje ju
  - Konštrukcia *n dup (...)* – n-násobná inicializácia hodnotou uvedenou v zátvorke

Direktívy definujúce premenné

Direktíva	Počet bajtoch	Typ premennej	Môžeme uložiť
DB	1	byte	<-128;127> <0;255>
DW	2	word	<-32768;32767> <0; 65535>
DD	4	dword	$<-2^{31}; 2^{31}-1>$ $<0; 2^{32}-1>$
DP DF	6	pword fword	$<-2^{47}; 2^{47}-1>$ $<0; 2^{48}-1>$
DQ	8	qword	$<-2^{63}; 2^{63}-1>$ $<0; 2^{64}-1>$
DT	10	tbyte	$<-2^{79}; 2^{79}-1>$ $<0; 2^{80}-1>$

Návestia

- Indikujú miesto v programe, na ktoré sa chceme odvolávať – symbolické adresy inštrukcií

Návestie typu near

- Ak sa naň budeme odvolávať z rovnakého segmentu, na ktorom je návestie definované
- Definuje sa pomocou direktívy „:“
  - Napr.
    - Cyklus:
    - mov AX, BX
- Alebo pomocou direktívy LABEL
  - Napríklad
    - Cyklus LABEL near
    - mov AX, BX
- Alebo pomocou direktívy PROC
  - Napríklad
    - Faktorial PROC near

Návestie typu far

- Ak sa odkaz na návestie nachádza v inom segmente
- Definujeme pomocou direktívy LABEL
  - Napríklad
    - Urob LABEL far
    - Mov AX, BX
- Alebo pomocou direktívy PROC
  - Napríklad
    - Faktorial PROC near

Atribúty premenných a návestí

- Premenné a návestia sú charakterizované atribútmi:
  - Segment – bázová adresa segmentu
  - Offset – offset v segmente
  - Typ
- Môžeme používať operátory, ktoré vracajú alebo prepisujú hodnoty týchto atribútov

Operátory premenných a návestí

Operátor	Význam
seg	Vráti hodnotu atribútu segment
offset	Vráti hodnotu atribútu offset
type	Vráti hodnotu typu premennej 1 – byte 2 – word 4 – dword 6 – fword/pword 8 – qword 10 – tbyte -1 – near -2 - far
length	Vráti počet jednotiek pamäti pridelených premennej (vráti viac ako 1 len ak použijeme *dup*)

size	Vráti length*type
ptr	Mení typ premennej

Symbolické konštanty

- Definujeme pomocou direktívy EQU alebo „=“ (konštantu definovanú pomocou „=“ možno predefinovať)
- Vyžívajú symbol $ - jeho hodnota sa prideľuje pri preklade a je ňou aktuálny offset v danom segmente
- Napr.: *PocetZnakov EQU $-Retazec*

Inštrukčný súbor

Inštrukcie pre presun údajov

- Nemenia príznakové bity

mov – move data

- mov cieľ, zdroj
- Uloží zdrojový operand (univerzálny, segmentový register, pamäť, konštanta) do cieľového (univerzálny, segmentový register, pamäť)
- Nie je dovolená operácia typu pamäť – pamäť

lea – load effective address

- lea registre, pamäť
- Uloží offset pamäťového operandu do univerzálneho registra

movzx – move with zero-extend

- movzx register, register/pamäť
- Prenesie pravý 8 alebo 16-bitový operand do ľavého 16 alebo 32-bitového, pričom ho doplní binárnymi nulami do požadovanej veľkosti

movsx – move with sign-extend

- movsx register, register/pamäť
- Vykoná znamienkové rozšírenie pravého 8 alebo 16-bitového operandu do ľavého 16 alebo 32-bitového operandu
- Nadbytočné bity sa naplnia hodnotou znamienkového bitu zdrojového operandu

xchg – exchange

- xchg register/pamäť, register/pamäť
- Vymení obsahy pravého a ľavého operandu

Aritmetické inštrukcie

add – add

- add register/pamäť, register/pamäť/číslo
- Sčíta obidva operandy a výsledok uloží do ľavého

sub – subtract

- sub register/pamäť, register/pamäť/číslo
- Odčíta pravý operand od ľavého a výsledok uloží do ľavého operandu

adc – add with carry

- adc register/pamäť, register/pamäť/číslo
- Sčíta obidva operandy a hodnotu príznakového bitu CF a výsledok uloží do ľavého operandu
- Používa sa pri sčítaní celých čísiel dlhších než veľkosť univerzálneho registra

sbb – subtract with borrow

- sbb register/pamäť, register/pamäť/číslo
- Odčíta pravý operand a príznak CF od ľavého operandu a výsledok uloží do ľavého operandu
- Používa sa pri odčítaní čísiel väčšieho rozsahu, ktoré sa nezmestia do univerzálnych registrov

inc – increment

- inc register/pamäť
- Zvýši hodnotu operandu p 1
- Nemení príznak CF

dec – decrement

- dec register/pamäť
- Zníži hodnotu operandu p 1
- Nemení príznak CF

cmp – compare

- cmp register/pamäť, register/pamäť/číslo
- Porovná operandy tak, že pravý odčíta od ľavého a nastaví príznakové bity podľa výsledku operácie

mul – unsigned multiply

- mul register/pamäť
- Vynásobí operand obsahom akumulátora (AL, AX, EAX)

imul – signed multiply

- imul register/pamäť
- imul register, register/pamäť/číslo
- imul register, register/pamäť, číslo
- Vykonáva násobenie hodnôt so znamienkom

div – unsigned divide

- div register/pamäť
- Vykonáva celočíselné delenie bez znamienka

idiv - signed divide

- idiv register/pamäť
- Vykonáva celočíselné delenie čísiel so znamienkom

Implicitné operandy celočíselného delenia

- Delenec/deliteľ
- Operand - deliteľ

Delenec	Deliteľ	Podiel	Zvyšok
AX	8-bit	AL	AH
DX:AX	16-bit	AX	DX
EDX:EAX	32-bit	EAX	EDX

cbw – convert byte to word

- Konvertuje 8-bitovú hodnotu so znamienkom v registri AL na 16-bitovú hodnotu so znamienkom
- Výsledok sa uloží do AX

cwd – convert word to doubleword

- Konvertuje 16-bitovú hodnotu so znamienkom v registri AX na 32-bitovú hodnotu so znamienkom
- Výsledok sa uloží do DX:AX

cwde – convert word to doubleword extended

- Konvertuje 16-bitovú hodnotu so znamienkom v registri AX na 32-bitovú hodnotu so znamienkom v registri EAX

cdq – convert doubleword to quadword

- Konvertuje 32-bitovú hodnotu so znamienkom v registri EAX na 64-bitovú hodnotu so znamienkom v dvojici registrov EDX:EAX

neg

- neg register/pamäť
- Zmení znamienko operandu (urobí jeho dvojkový komplement)
- Príznak CF nastaví na 0, ak má operand nulovú hodnotu, inak na 1

Logické inštrukcie

and – logical and

- and register/pamäť, register/pamäť/číslo
- Vykonáva logický súčin

or – logical inclusive or

- or register/pamäť, register/pamäť/číslo
- Vykonáva logický súčet

xor – logical exclusive or

- xor register/pamäť, register/pamäť/číslo
- Vykonáva antivalenciu (nezhoda)

test – logical compare

- test register/pamäť, register/pamäť/číslo
- Vykoná logický súčin operandov, podľa výsledku operácie nastaví príznakové bity, ale výsledok neuloží
- Používa sa vtedy, keď chceme zistiť, akú hodnotu má zvolený bit ľavého operandu

not – one's complement negation

- not register/pamäť
- Invertuje hodnoty všetkých bitov operandu

Inštrukcie pre posuv a rotáciu

- Majú dva operandy
  - Ľavý – register alebo pamäťové miesto (bajt, slovo, dvoj-slovo), ktorého bity sa posúvajú
  - Pravý – konštanta alebo register CL, o koľko miesta sa posunú bity

shl – shift logical left

- Posúva všetky bity ľavého operandu doľava
- Do najnižšieho bitu sa zapisuje 0
- Najvyšší byt sa posúva do CF
- Ak je počet posuvov 1 a pred posunom boli hodnoty dvoch najvyšších bitov operandu rovnaké, nastaví sa OF na 0, inak na 1
- Používa sa na rýchle násobenie bez znamienka 2/4/8/16

sal – shift arithmetic left

- Posúva všetky bity ľavého operandu doľava
- Do najnižšieho bitu sa zapisuje 0
- Najvyšší byt sa posúva do CF
- Ak je počet posuvov 1 a pred posunom boli hodnoty dvoch najvyšších bitov operandu rovnaké, nastaví sa OF na 0, inak na 1
- Používa sa na rýchle násobenie bez znamienka 2/4/8/16

shr – shift logical right

- Posúva bity ľavého operandu doprava
- Do najvyššieho bitu sa zapisuje 0
- Najnižší bit sa posúva do CF
- Ak je počet posuvov 1 a po posuve sú hodnoty dvoch najvyšších bitov operandu rovnaké, nastaví sa OF na 0, inak na 1
- Používa sa na rýchle delenie bez znamienka 2/4/8/16

sar – shift arithmetic right

- Posúva bity ľavého operandu doprava
- Hodnota najvyššieho bitu sa nemení
- Najnižší bit sa posúva do CF
- Ak je počet posuvov 1, OF sa vynuluje

- Používa sa na rýchle delenie so znamienkom 2/4/8/16

rol – rotate left
- Rotuje všetky bity doľava o určitý počet miest
- Hodnota najvyššieho bitu sa presúva do najnižšieho a zároveň do CF
- Ak sa vykonala rotácia o 1 bit a pred rotáciou boli hodnoty dvoch najvyšších bitov operandu rovnaké, nastaví sa OF na 0, inak na 1

ror – rotate right
- Rotuje všetky bity doprava o určitý počet miest
- Hodnota najnižšieho bitu sa presúva do najvyššieho a zároveň do CF
- Ak sa vykonala rotácia o 1 bit a pred rotáciou boli hodnoty dvoch najvyšších bitov operandu rovnaké, nastaví sa OF na 0, inak na 1

rcl – rotate left through carry
- Rotuje všetky bity doľava o určitý počet miest
- Hodnota z CF sa presúva do najnižšieho bitu
- Najvyšší bit sa presúva do CF
- Ak sa vykonala rotácia o 1 bit a pred rotáciou boli hodnoty dvoch najvyšších bitov operandu rovnaké, nastaví sa OF na 0, inak na 1

rcr – rotate right through carry
- Rotuje všetky bity doprava o určitý počet miest
- Hodnota z CF sa presúva do najvyššieho bitu
- Najnižší bit sa presúva do CF
- Ak sa vykonala rotácia o 1 bit a po rotácii sú hodnoty dvoch najvyšších bitov operandu rovnaké, nastaví sa OF na 0, inak na 1

Skokové inštrukcie
- Menia postupné poradie vykonávania inštrukcií
- 2 typy skokov
  - **Priamy skok** – operandom inštrukcie skoku je návestie
  - **Nepriamy skok** – operandom inštrukcie skoku je premenná/register ktorý obsahuje adresu novej inštrukcie

Podmienené skoky
- Inštrukcia *jmp návestie*

Podmienené skoky
- Umožňujú vetvenie programu v závislosti od príznakov ZF, CF, SF, PF a OF
- Môžu byť len priame
- Inštrukcia *jcxz návestie* (jump if CX is 0)
- Inštrukcia *jecxz návestie* (jump if ECX is 0)
- Inštrukcia *jcc návestie* (cc - kód)
- Podmienky ABOVE/BELOW – čísla bez znamienka
- Podmienky LESS/GREATER – čísla so znamienkom

Inštrukcia	**Význam**	**Podmienka**
jb jnae jc	jump if below jump if not above or equal jump if carry	CF=1
jae jnb jnc	jump if above or equal jump if not below jump if not carry	CF=0
jbe jna	jump if below or equal jump if not above	CF=1 or ZF=1
ja jnbe	jump if above jump if not below or equal	CF=0 and ZF=0
je jz	jump if equal jump if zero	ZF=1
jne jnz	jump if not equal jump if not zero	ZF=0
jl jnge	jump if less jump if not greater or equal	SF!=OF
jge jnl	jump if greater or equal jump if not less	SF=OF
jle jng	jump if less or equal jump if not greater	ZF=1 or SF!=OF
jg jnle	jump if greater jump if not less or equal	ZF=0 and SF=OF
jp jpe	jump if parity jump if parity even	PF=1
jnp jpo	jump if not parity jump if parity odd	PF=0
js	jump if sign	SF=1
jns	jump if not sign	SF=0
jo	jump if overflow	OF=1
jno	jump if not overflow	OF=0

Inštrukcie cyklu

loop
- loop návestie
- Dekrementuje ECX a porovná ho s nulou (nezmení príznakové bity). AK je ECX rôzny od nuly, skočí na návestie

loope, loopz
- loope návestie, loopz návestie
- Dekrementuje ECX a porovná ho s nulou, ak je ECX rôzny od nuly a ZF=1, skočí na návestie

loopne, loopnz
- loopne návestie, loopnz návestie

- Dekrementuje ECX a porovná ho s nulou, ak je ECX rôzny od nuly a ZF=0, skočí na návestie

Inštrukcie pre prácu so zásobníkom

push (push onto stack)
- push operand
- Uloží operand na vrchol zásobníka
- Operandom môže byť 16/32 bitový univerzálny register, segmentový register, premenná typu word/dword, a číslo (zaberie dve slová)
- Procesor pri ukladaní do zásobníka zmenší ukazovateľ zásobníka (ESP) o 2/ 4 (podľa typu operanda) a potom uloží operand do zásobníkového segmentu na offset daný registrom ESP

pop (pop from stack)
- pop operand
- Vyberá zo zásobníka jedno slovo alebo dvoj-slovo
- Operandom môže byť 16/32 bitový univerzálny register alebo pamäťové miesto typu word/dword
- Slovo/dvoj-slovo sa skopíruje z adresy ESP do operandu a potom sa ESP zvýši o 2/4

pushad (push all general registers)
- Uloží do zásobníka obsahy všetkých 32-bitových univerzálnych registrov v poradí EAX, ECX, EDX, EBX, ESP (pôvodný obsah), EBP, ESI, EDI
- Upraví ukazovateľ zásobníka ESP -= 32

popad (pop all general registers)
- Skopíruje 16 slov z vrcholu zásobníka do 32-bitových univerzálnych registrov v poradí EDI, ESI, EBP, ďalšie dve slová sa ignorujú, EBX, EDX, ECX, EAX
- Upraví ukazovateľ zásobníka: ESP += 32

pushf (push flags onto stack)
- Uloží do zásobníka dolnú polovicu registra príznakov EFLAGS

pushfd (push flags onto stack)
- Uloží do zásobníka 32-bitový register príznakov EFLAGS

popf (pop from stack into flags)
- Skopíruje slovo z vrcholu zásobníka do dolnej polovice registra príznakov EFLAGS a zvýši ukazovateľ zásobníka o 2 (vyberie EFLAGS zo zásobníka)

popfd (pop from stack into flags)
- Vyberie zo zásobníka register EFLAGS

Procedúry
- Deklarujeme: *meno_procedúry PROC [jazyk] [uses registre] [parameter1[,parameter2]…]*. Potom nasleduje telo procedúry a koniec *meno ENDP*
- Meno procedúry je symbolická adresa prvej inštrukcie v procedúre

call (call procedure)
- call meno-procedúry
- Uloží do zásobníka návratovú adresu a vykoná skok na prvú inštrukciu procedúry.
- Návratová adresa je aktuálna hodnota EIP (offset inštrukcie, ktorá nasleduje na inštrukciou call)
- Volanie procedúry môže byť priame alebo nepriame (call register/pamäťový operand)

ret (return from procedure)
- ret, ret číslo
- Vyberie zo zásobníka návratovú adresu a uloží ju do registra EIP
- Môže myť priamy operand, ktorý sa po výbere návratovej adresy pripočíta k ESP – po výbere návratovej hodnoty sa v zásobníku preskočí o toľko bajtov, koľko udáva operand inštrukcie
- Ret s parametrom sa používa, keď sa do procedúry odovzdávajú parameter cez zásobník

Odovzdávanie parametrov procedúre
- Dva druhy:
  1. V registroch – čisté assemblerovské programy
  2. V zásobníku
     - Parametre musíme do zásobníka uložiť predtým ako vyvoláme procedúru. V procedúre parameter sprístupnime pomocou nepriameho adresovania s EBP

Symbolické mená parametrov
- Z parametrov sa stavajú formálne parametre (môžeme predpísať typ – parameter:byte, implicitne je dword)
- Voláme: *INVOKE meno parametre*

Špecifikácia jazyka deklarácií procedúry
- Informuje prekladač o poradí ukladania parametrov do zásobníka pri volaní procedúry a o tom, kto ich zo zásobníka odstráni
  - Pascal, Basic, Fortan – zľava doprava
  - C, Prolog – sprava doľava

Špecifikácia USES v direktíve PROC
- Definuje registre (max 8 oddelené medzerami), ktorých obsahy budú automaticky na začiatku procedúry uložené do zásobníka a pred návratom

z procedúry opäť automaticky obnovené, aby sa zachovali ich pôvodné hodnoty

Lokálne premenné v procedúre

- Pamäťové miesta v zásobníku nad návratovou adresou a odloženým registrom EBP
- Pristupujeme k nim podobne ako k parametrom (nepriame adresovanie s EBP)
- Deklarácia: LOCAL premenná1 (implicitne word)

Inštrukcie pre nastavenie príznakových bitov

- Nemajú operand
- Nastavujú vždy 1 príznakový bit na 0 alebo 1. Ostatné príznaky nemenia

Inštrukcie

- clc - clear carry flag
- stc – set carry flag
- cmc – complement carry flag (neguje CF)
- cld – clear direction flag
- std – set direction flag
- cli – clear interrupt flag
- sti – set interrupt flag
- lahf – load flags into AH (skopíruje dolných 8 bitov FLAGS do AH). AH - SF,ZF,0,AF,0,PF,1,CF
- sahf – store AH to flags (skopíruje AH do dolného bajtu FLAGS)

Reťazcové inštrukcie

- Slúžia na spracovanie polí typu BYTE, WORD alebo DWORD
- Polia môžu obsahovať akékoľvek čísla, nie len znaky
- Do ESI musíme uložiť OFFSET zdrojového reťazca
- Do EDI musíme uložiť OFFSET cieľového reťazca
- Po vykonaní operácie s jedným prvkom reťazca sa ESI/EDI aktualizujú
  - Ak je DF 0 - ESI/EDI sa zvyšujú (reťazec sa spracováva dopredu)
  - A k je DF 1 - ESI/EDI sa znižujú (reťazec sa spracováva dozadu)
- Typ reťazca oznámime inštrukcii
  - Meno reťazca uvedieme ako operand
  - Alebo inštrukciu zapíšeme s príponou
    - B – BYTE
    - W – WORD
    - D – DWORD
- Prefix REPE (REPZ) opakuje reťazcovú inštrukciu, kým ECX!=0 a zároveň ZF=1
- Prefix REPNE (REPNZ) opakuje reťazcovú inštrukciu, kým ECX!=0 a zároveň ZF=0

movs (move data from string to string)

- movs cieľový reťazec, zdrojový reťazec
- movsb, movsw, movsd
- Kopíruje dáta z pamäti, na ktorú ukazuje ESI, do pamäti, na ktorú ukazuje EDI

lods (load data from string)

- lods zdrojový reťazec
- lodsb, lodsw, lodsd
- Skopíruje bajt reťazca do AL (resp. WORD do AX alebo DWORD do EAX)
- Nemení príznaky

stos (store data to string)

- stos cieľový reťazec
- stosb, stosw, stosd
- Skopíruje obsah AL (resp. AX alebo EAX) do reťazca
- Nemení príznaky

scas (scan string)

- scas cieľový reťazec
- scasb, scasw, scasd
- Porovná bajt (slovo alebo dvojslovo) reťazca s obsahom AL/AX/EAX tak, že odčíta prvok reťazca od AL/AX/EAX a nastaví príznaky

cmps (compare string operands)

- cmps cieľový reťazec, zdrojový reťazec
- cmpsb, cmpsw, cmpsd
- Porovná reťazce tak, že bajt (slovo alebo dvojslovo) cieľového reťazca odčíta od bajtu (slova alebo dvojslova) zdrojového reťazca a nastaví príznaky

Makro inštrukcie

- Makro je blok textu, ktorému priradíme meno
- Vždy, keď prekladač nájde v zdrojovom kóde meno makra, nahradí ho textom, ktorý makro reprezentuje (makro sa rozvinie)
- Makro sa vykoná rýchlejšie ako procedúra ale nešetrí pamäť
- Syntax:
  - NázovMakra MACRO parametre
  - Kód makra
  - ENDM

BCD aritmetika

- V BCD kóde je každá číslica desiatkového čísla zobrazená v 4 bitoch ako dvojkové číslo
- Nezhustený formát:
  - Každá číslica je uložená v jednom bajte (horné 4 bity sú nulové)
  - 01h pred prvou číslicou – číslo je kladné
  - 80h pred prvou číslicou – číslo je záporné

- Zhustený formát:
  - V jednom bajte sú uložené 2 číslice
  - 01h pred prvou číslicou – číslo je kladné
  - 8h pred prvou číslicou – číslo je záporné
- Pred číslom sa vyhradí 1 bajt – počet číslic
- Najmenej významná číslica (dvojica číslic) by mala byť na najnižšej adrese
- Operácie násobenia a delenia môžeme vykonávať len s BCD číslami v nezhustenom formáte

daa (decimal adjust for addition)
- Vykonáva korekciu výsledku sčítania dvoch čísel v zhustenom formáte BCD v registri AL
- Ak v dolných 4 bitoch registra AL je číslo > 9 alebo AF==1, pripočíta sa 6 k obsahu registra AL a AF=1, inak AF=0
- Ak v horných 4 bitoch registra AL je číslo > 9 alebo CF==1, pripočíta sa 60h k obsahu registra AL a CF=1, inak CF=0

aaa (ASCII adjust for addition)
- Vykonáva korekciu výsledku sčítania dvoch čísel v nezhustenom formáte BCD v registri AL
- Ak obsah registra AL > 9 alebo AF==1, pripočíta sa 0F6h k registru AX a príznaky AF a CF sa nastavia na 1. V opačnom prípade sa príznaky AF a CF vynulujú.

das (decimal adjust for subtraction)
- Vykonáva korekciu výsledku odčítania dvoch čísel v zhustenom formáte BCD v registri AL
- Ak v dolných 4 bitoch registra AL je číslo > 9 alebo AF==1, odčíta sa 6 od obsahu registra AL a AF=1, inak AF=0
- Ak v horných 4 bitoch registra AL je číslo > 9 alebo CF==1, odčíta sa 60h od obsahu registra AL a CF=1, inak CF=0

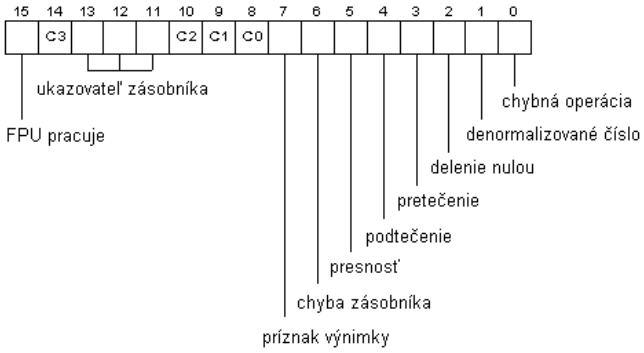
aas (ASCII adjust for subtraction)
- Vykonáva korekciu výsledku odčítania dvoch čísel v nezhustenom formáte BCD v registri AL
- Ak obsah registra AL > 9 alebo AF==1, odčíta sa 0F6h od registra AX a príznaky AF a CF sa nastavia na 1. V opačnom prípade sa príznaky AF a CF vynulujú.

aam (ASCII adjust for multiplication)
- Vykonáva korekciu výsledku násobenia dvoch BCD čísiel v nezhustenom formáte v registri AX
- Číslo v registri AX upraví tak, aby významnejšia číslica výsledku bola v registri AH a menej významná číslica v AL.

aad (ASCII adjust for division)
- Prevedie dve BCD číslice v nezhustenom formáte v registri AX na dvojkové číslo (vynásobí obsah AH desiatimi a pripočíta AL)
- Nasledujúca inštrukcia div potom nechá výsledok delenia v nezhustenom BCD formáte v registri AL a zvyšok po delení v nezhustenom BCD formáte v registri AH

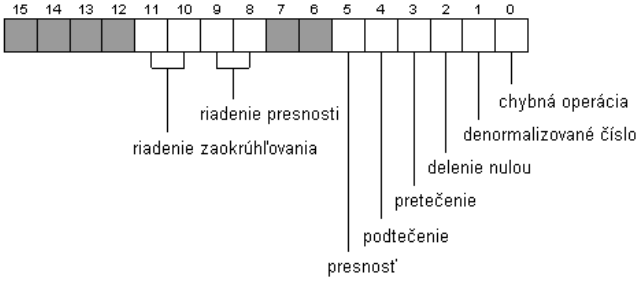
Reálna aritmetika
- Zabezpečuje FPU, časti:
  - Registre (80 bitov) – sú v nich operandy inštrukcií, st(0) - st(7)
  - Register známok
  - Stavový register
  - Riadiaci register

Register známok
- 16 bitový
- Obsahuje 8 známok (pre každý register st(i))
- Známka je dvojbitová hodnota, ktorá informuje o obsahu registra
  - 00 – register obsahuje platné číslo
  - 01 – register obsahuje nulu
  - 10 – obsah registra je špeciálny (denormalizované číslo, nenormalizované číslo, nekonečno alebo neplatné číslo)
  - 11 – register je prázdny

Stavový register


- Bity 0-5 – výnimky (informujú o výsledku predchádzajúcej operácie)
- Ukazovateľ zásobníka – číslo registra, ktorý je na vrchole zásobníka
- C0, C2, C3 – podmienkové bity, nastavujú sa pri porovnaní čísel
- Chybná operácia – napr. odmocnina zo záporného čísla
- Presnosť – ak výsledok nie je presne zobraziteľný (napr. 1/3)
- Chyba zásobníka – pretečenie alebo podtečenie zásobníka (podľa C1 zistíme, čo nastalo)

Riadiaci register



- Bity 0 až 5 maskujú výnimky 0 až 5 zaznamenané v stavovom registri
  - Ak maska obsahuje 0 - pri vzniku príslušnej výnimky FPU generuje prerušenie
  - Ak maska obsahuje 1 - FPU výnimku len zaznamená v stavovom registri
- Bity 8-9 – určujú presnosť priebehu výpočtu
  - 00 – 24 bitov
  - 01 – nepoužitá
  - 10 – 53 bitov
  - 11 – 61 bitov
- Bity 10-11 – spôsob zaokrúhľovania
  - 00 – k najbližšiemu alebo párnemu číslu
  - 01 – dole
  - 10 – hore
  - 11 – odrezanie (zaokrúhľovanie k 0)

Zaokrúhľovanie

- Na 3 desatinné miesta

Metóda	**1.0111**	**-1.0111**
K najbližšiemu	1.100	-1.100
Dole	1.011	-1.100
Hore	1.100	-1.011
Odrezanie	1.011	-1.011

fld

- fld premenná/st(i)
- Prenesie operand do st(0)
- Operand – reálna premenná, st(i)

fild

- fild premenná
- Prenesie operand do st(0)
- Operand – celočíselná premenná

fbld

- fbld premenná
- Prenesie operand do st(0)
- Operand – BCD premenná

fst

- Premenná/st(i)
- Prenesie st(0) do operandu

fist

- Premenná
- Prenesie st(0) do operandu

fstp, fistp, fbstp

- Prenesie st(0) do operandu a odstráni st(0) zo zásobníka

fxch

- fsch st(i)
- Vymení st(0) a st(i)
- Tvar bez operandu – st(i) je st(1)

Vloženie konštanty do st(0)

- fldz – 0
- fld1 – 1
- fldpi – PI
- fldl2t – log 2(10)
- fldl2e – log 2(e)
- fldlg2 – log 10(2)
- fldln2 – log e(2)

fadd, fiadd

- fadd premenná
- Pripočíta hodnotu operandu k st(0)

fadd

- fadd st(0), st(i)
- fadd st(i), st(0)
- Sčíta hodnoty dvoch operandov a výsledok uloží do ľavého operandu

faddp

- faddp st(i), s(0)
- Spočíta hodnoty registrov st(i) a st(0), výsledok uloží do st(i) a odstráni položku z vrcholu zásobníka

Funkčné operácie s st(0)

- fchs st(0) = -(st(0))
- fsqrt st(0) = sqrt(st(0))
- fabs st(0) = |st(0)|
- fsin1 st(0) = sin(st(0))
- fcos1 st(0) = cos(st(0))

fcom, ficom

- fcom operand
- Porovná operand s st(0) a nastaví príznaky C0, C2 a C3
- fcom bez operandu – porovná st(1) a st(0)

fcomp, ficomp

- Porovná operand s st(0) a nastaví príznaky C0, C2 a C3 a odstráni položku z vrcholu zásobníka

fcompp

- Porovná st(1) a st(0) a obidve položky odstráni zo zásobníka

ftst

- Porovná st(0) s nulou

Nastavovanie príznakov

C3	C2	C0	Výsledok operácie
0	0	0	st(0) > operand
0	0	1	st(0) < operand
1	0	0	st(0) == operand
1	1	1	Nemožno porovnať

Riadiace inštrukcie

- finit – inicializuje FPU, stavový register nastaví na 0, riadiaci na 37Fh, register známok na 0FFFFh
- fldcw pamäť – prenesie riadiace slovo z pamäti do riadiaceho registra
- fstcw pamäť – uloží obsah riadiaceho registra do slova v pamäti
- fstsw pamäť/AX – uloží obsah stavového registra do slova v pamäti alebo do AX

Služby OS Windows

MessageBoxA

- Parametre
  - hWnd– handle okna, ktorému okno patrí. NULL reprezentuje pracovnú plochu – okno sa zobrazí v strede obrazovky
  - lpText – smerník na text ukončený nulou, ktorý sa zobrazí v dialógovom okne
  - lpCation - smerník na text ukončený nulou, ktorý sa zobrazí v hornej lište okna
  - uType – konštanta, ktorá špecifikuje tvar a správanie dialógového okna
- Návratová hodnota
  - Ak funkcia prebehne úspešne, vráti nulu
  - Inak vráti celočíselnú hodnotu – čo užívateľ stlačil, keď zatvoril okno (IDYES, IDNO, IDOK...)
- Príklad
  - INVOKE MessageBoxA, NULL, OFFSET text, OFFSET text-hore, MB_ICONWARRING

CreateFile

- Vytvorí súbor a zároveň ho otvorí pre požadovaný spôsob prístupu, alebo otvorí už existujúci súbor
- Popisovač súboru vráti v EAX
- V prípade chyby vráti INVALID_HANDLE_VALUE(-1)
- Parametre
  - lpFileName – adresa premennej s menom súboru
  - dwDesiredAccess – požadovaný prístup
    - 0- aplikácia chce zistiť, či súbor existuje alebo aké ma atribúty
    - GENERIC_READ – na čítanie
    - GENERIC WRITE – na zapisovanie
  - dwSHareMode – režim zdieľania
    - 0 – aplikácia požaduje výhradný prístup
    - FILE_SHARE_READ – iné procesy môžu otvoriť súbor na čítanie
    - FILE_SHARE_WRITE - iné procesy môžu otvoriť súbor na zápis
  - lpSecurityAttributes
  - dwCreationDisposition – čo sa má robiť, ak súbor už existuje/neexistuje
    - CREATE_NEW – vytvorí nový súbor, ak už existuje – vyhlási chybu
    - CREATE_ALWAYS – vytvorí nový súbor, ak už existuje – prepíše ho
    - OPEN_EXISTING – otvorí existujúci súbor, ak neexistuje – vyhlási chybu
    - OPEN_ALWAYS – otvorí existujúci súbor, ak neexistuje – vytvorí ho
    - TRUNCATE_EXISTING – otvorí existujúci súbor a jeho dĺžku nastaví na 0 bajtov Ak neexistuje – vyhlási chybu (musí byť otvorený s GENERIC_WRITE)
  - dwFlagsAndAttributes
  - hTemplateFile
- Príklad
  - INVOKE CreateFileA, OFFSET fileName, GENERIC_WRITE, 0, NULL, OPEN_ALWAYS, FILE_ATTRIBUTE_NORMAL, NULL
  - mov fileHandle, EAX

ReadFile

- Číta zo súboru od pozície danej hodnotu ukazovateľa v súbore. AK čítanie prebehlo bez chyby, vráti TRUE, inak FALSE
- Parametre
  - hFile – popisovač súboru
  - lpBuffer – adresa premennej, do ktorej sa uložia prečítané dáta
  - nNumberOfBytesToRead – počet bajtov, ktoré sa majú prečítať
  - lpNumberOfBytesRead – adresa premennej, do ktorej sa uloží počet načítaných bajtov

- lpOverlapped – adresa štruktúry, ktorá sa požíva asynchrónnom prístupe. Pri synchrónnom prístupe – NULL
- Príklad
  - INVOKE ReadFile, fileHandle, OFFSET where, bytesToRead, OFFSET bytesDone, NULL

WriteFile
- Zapisuje do súboru od pozície danej hodnotou ukazovateľa
- Parametre ako ReadFile
- Príklad:
  - INVOKE WriteFile, fileHandle, OFFSET data, bytesToWrite, OFFSET bytesDone, NULL

CloseHandle
- Zatvorí súbor
- Parametre:
  - hObject – popisovač súboru
- Príklad:
  - INVOKE CloseHandle, fileHandle

Knižnica IRVINE
- INCLUDE Irvine32.inc

Procedúry na vstup a výstup

Clrscr
- Vymaže obrazovku

Crlf
- Vypíše nový riadok

ReadChar
- Vstup znaku z klávesnice bez echa
- Výstupné parametre:
  - AL – ASCII kód zadaného znaku

WriteChar
- Výpis znaku na obrazovku
- Vstupné parametre:
  - AL – ASCII kód znaku

ReadString
- Číta znaky zadávané z klávesnice, kým sa nestlačí enter
- Za posledný znak vloží nulu
- Výstupné parametre:
  - EDX – adresa poľa bajtov, kam sa budú ukladať zadané znaky
  - ECX – max. dĺžka reťazca + 1
- Výstupné parametre
  - EAX – počet zadaných znakov

WriteString
- Výpis reťazca na obrazovku
- Reťazec musí byť ukončený nulou
- Vstupné parametre:
  - EDX – adresa reťazca

ReadInt
- Načíta celé číslo so znamienkom
- Výstupné parametre:
  - EAX – načítané číslo

WriteInt
- Vypíše celé číslo s znamienkom
- Vstupné parametre
  - EAX – číslo

ReadFloat
- Načíta celé číslo so znamienkom z konzoly
- Výstupné parametre:
  - Načítané číslo pridá do zásobníka FPU

WriteFloat
- Vypíše celé číslo s znamienkom
- Vstupné parametre
  - st(0) – číslo

Procedúry na náhodné čísla

Randomize
- Nastaví generovanie náhodných čísel

RandomRange
- Generuje náhodné číslo <0; n-1>
- Vstupné parametre
  - EAX – n
- Výstupné parametre
  - EAX - vygenerované číslo

Makrá
- INCLUDE Macros.inc

mWrite „TEXT“
- Vypíše TEXT do konzoly

mWriteln „TEXT“
- Vypíše TEXT do konzoly + nový riadok

mWriteSpace COUNT
- Vypíše COUNT medzier do konzoly