



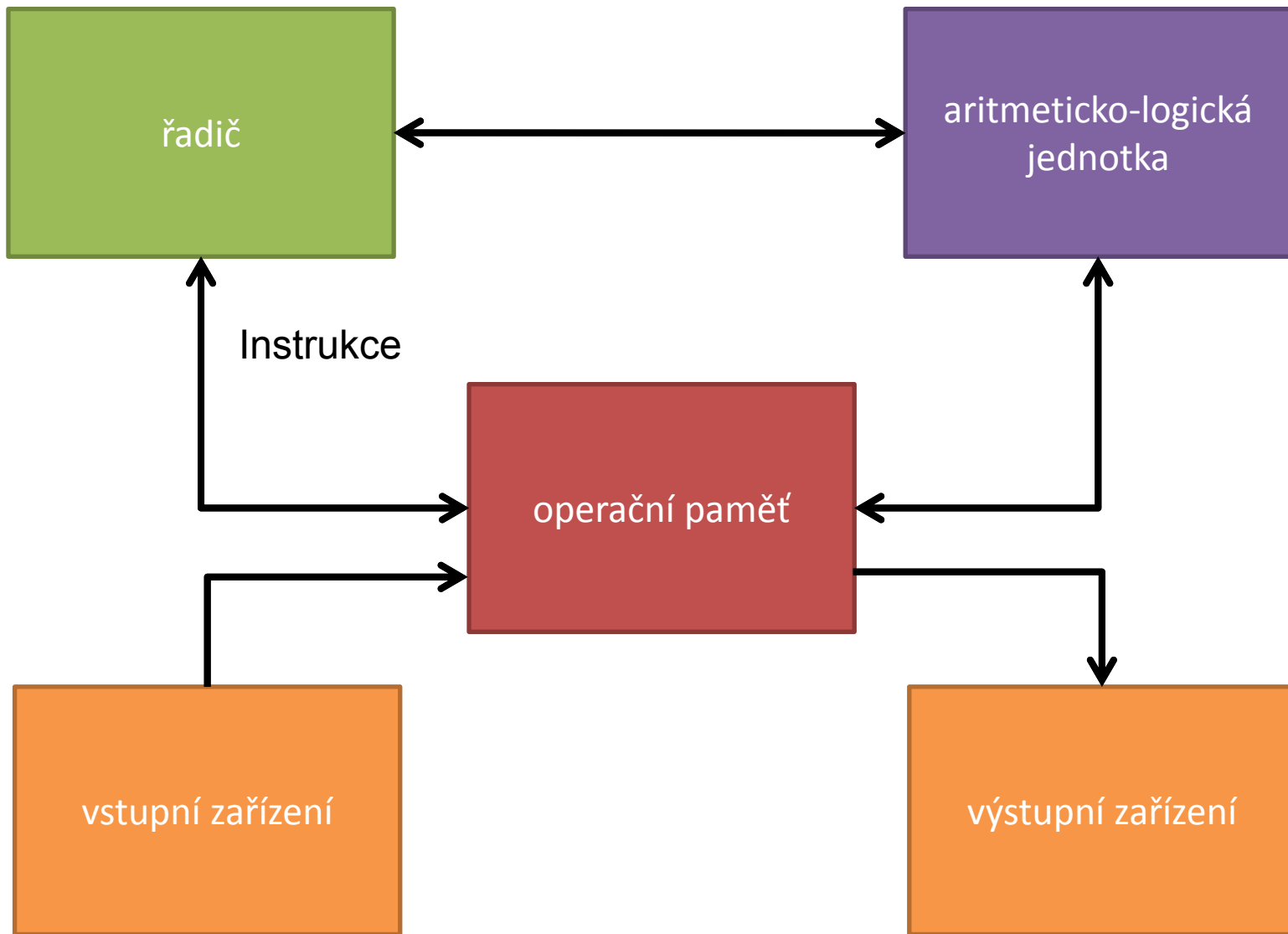
Univerzita Hradec Králové
Fakulta informatiky a managementu

Pohled do nitra mikroprocesoru

Josef Horálek



- = Vycházíme z Von Neumannovy architektury
- = Celý počítač se tak skládá z pěti koncepčních bloků:
 - = Operační paměť
 - = Programový řadič
 - = Aritmeticko-logická jednotka (ALU)
 - = Vstupní a výstupní zařízení

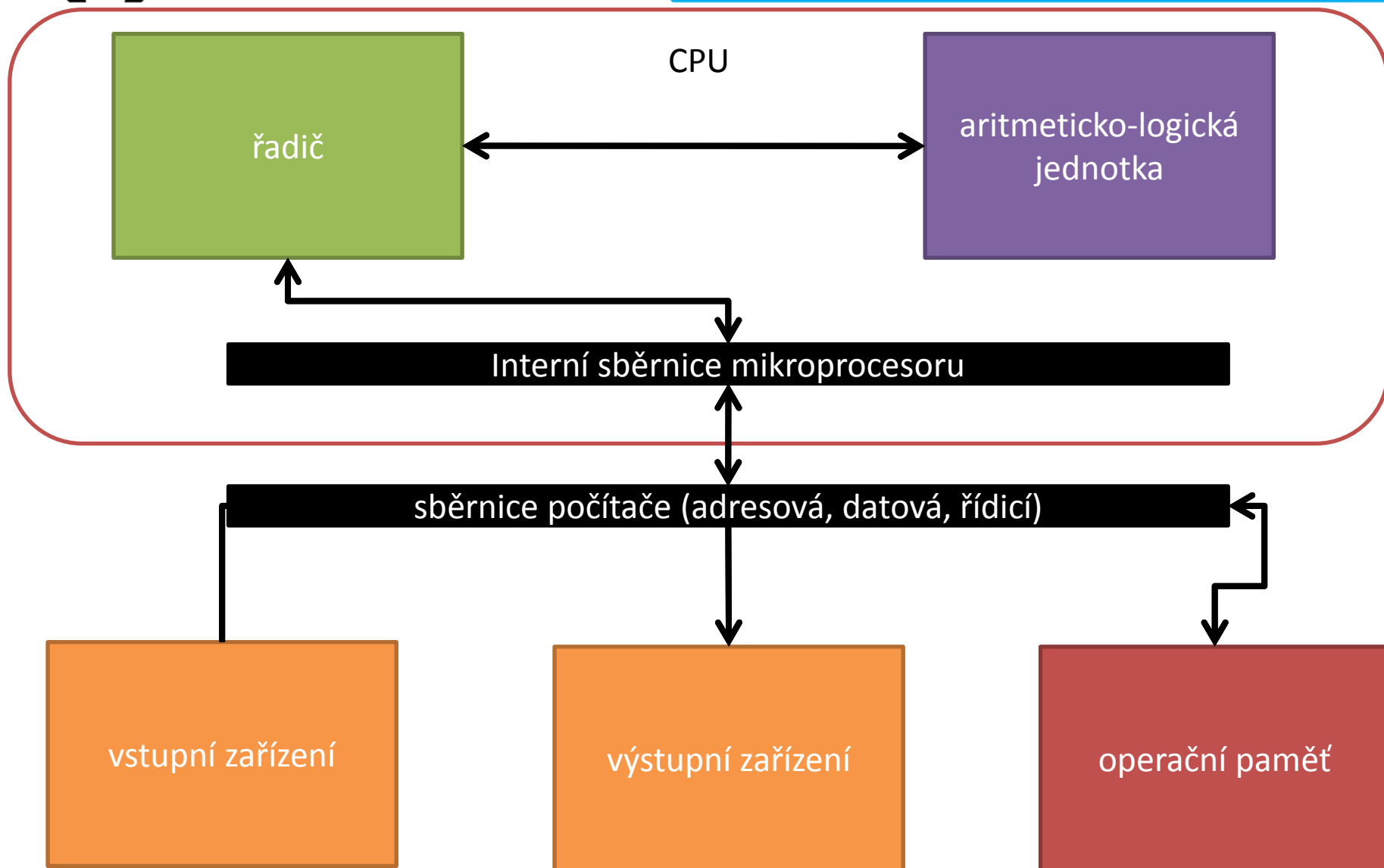


- = Postupná integrace \Rightarrow modifikace von Neumannovy architektury:
 - = Řadič a ALU spojeny do jednoho čipu = mikroprocesor zjednodušení přístupu k operační paměti



FIM UHK

Modifikovaná von Neumannova architektura



- = Architektura mikroprocesoru = uspořádání vnitřních částí ovlivňuje:
 - = Vlastnosti
 - = Způsob programování
 - = Rychlost zpracování přerušení
 - = Princip připojení mikroprocesoru k operační paměti

- =CISC – complex instruction set computer
- =RISC – reduced instruction set computer
- =VLIW – very long instruction word
- =MISC - minimum instruction set computer

- = Procesory s touto architekturou se vyznačují velmi obsáhlou instrukční sadou
- = Instrukce mají proměnlivou délku kódu i dobu výpočtu
- = To ovšem vede k nutnosti:
 - = Použít složitý řadič \Rightarrow instrukce trvají i několik desítek taktů
 - = Roste celková složitost mikroprocesoru

- = Poměrně rozsáhlá a složitá sada instrukcí (ISA) obsahovala:
 - = Binární aritmetiku
 - = Instrukce pro práci s textem
 - = Různé numerické formáty
 - = Podporu BCD aritmetiky (dnes využívána při výpočtech s měnou)

- = Díky složitosti instrukční sady se využívaly mikroprogramy (tj. jednodušší procesory kompatibilní s architekturou CISC, které instrukce emulovaly na základě mikrokódu tedy mikroinstrukcí uložených v řadiči)

- = Programátoři a překladače nevyužívali všechny dostupné instrukce
- = CISC procesory jsou hardwarově velmi složité
- = 1980 IBM a University of Berkeley vytvářejí procesor s jednoduchými instrukcemi, menším množstvím adresních režimů nebo víceúčelových registrů atd.

= Nové významné vlastnosti:

- = velké množství pracovních registrů, které mohly být ještě více zvětšené pomocí tzv. registrového okna (více sad registrů, mezi kterými se dá přepínat)
- = pracovní registry slouží jako cache paměť nulté úrovně
- = všechny aritmetické a logické instrukce se provádí právě s těmito registry

- = V dnešní využívá CISC architekturu především firma Intel pro procesory řady x86
- = Ostatní typy a řady dnešních procesorů využívají částečně obě architektury a tak se uvádí zda se spíše blíží architektuře CISC nebo RISC
- = RISC architektura je využívána například v procesorech typu ARM nebo integrovaných mikroprocesorech

- = Snaha použít co nejjednodušší (a tím i dostatečně rychlé) řadiče mikroprocesoru, vedla výrobce k použití speciálního formátu operačního kódu, který byl sestaven tak, že v jedné instrukci jsou uloženy operační kódy pro všechny výkonné jednotky. Výsledkem je architektura nazvaná VLIW

- = Způsob kódování jednotlivých instrukcí v instrukčním slovu je různý.
 - = pro operace ALU se například může třemi bity specifikovat, která operace se má použít (ADD, SUB, AND, OR, XOR, NOT, ROR, ROL), dalšími čtyřmi bity první registr vstupující do operace a následujícími čtyřmi bity registr druhý.
- = Konstanta v instrukčním slově je použita pro naplnění vybraného pracovního registru
- = Horizontální formát instrukcí umožňuje řadiči zůstat velmi jednoduchý
- = Paralelní práce všech jednotek
- = Instrukce mají pevnou délku, obvykle podstatně větší než u RISC (instrukční slovo rozděleno do polí)

= Předností VLIW

- = velká jednoduchost řadiče
- = Možnost zpracování více instrukcí paralelně – „osloveny“ různé prvky mikroprocesoru zároveň

= Nevýhody

- = veškeré optimalizace se musí provádět v závislosti na konkrétní konfiguraci daného mikroprocesoru
- = není vhodné v případech používání interpretovaných kódů
 - = protože interprety nemají (na rozdíl od překladačů) tolik času na provádění zde zcela nutných optimalizací
- = Nutné řešit konflikty jednotlivých operací nad registry

- = Alternativou k architekturám CISC i RISC
- = Typická především použitím instrukcí bez operandů
 - = operandy jsou totiž známy implicitně, jelikož se většina operací provádí s hodnotami uloženými na interním či externím zásobníku (stack)
- = V porovnání s RISC výhoda:
 - = v menších nárocích na rychlost operačních pamětí
 - = (kratší instrukce, mnohdy odpadá nutnost použití cache pamětí)
 - = rychlejší reakce na přerušení
 - = (nemusí se nikam ukládat stav procesoru atd.)
 - = procesory založené na této architektuře se používají například v oblasti řízení či real-time systémech

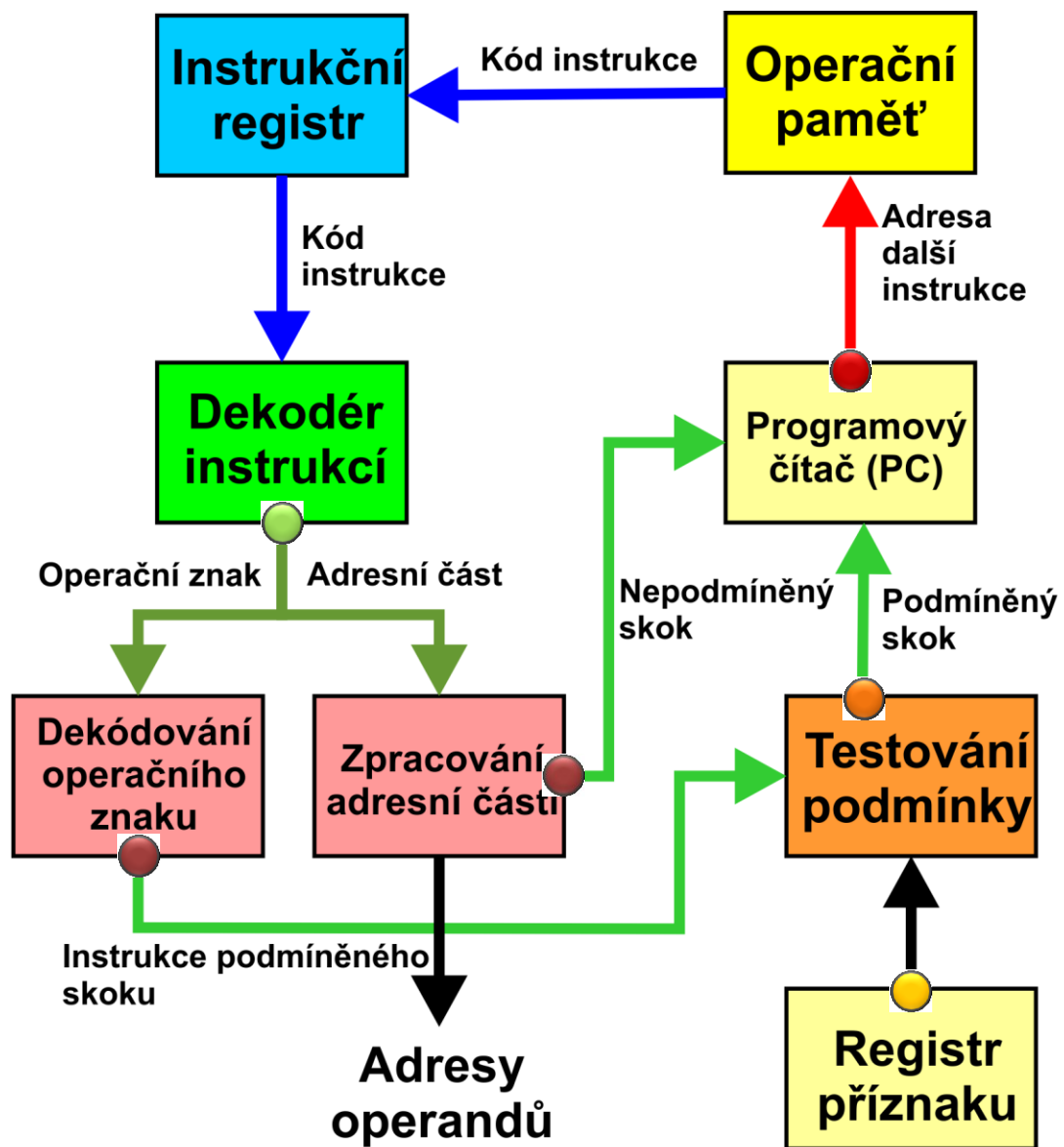
- = Důležitou součástí mikroprocesoru jsou takzvané registry.
- = jde o paměti schopné uschovat vždy jedno slovo.
 - = Typická šířka slov, tj. počet současně zpracovávaných bitů, se pohybuje od 4 bitů do 128 bitů, dnes se nejčastěji jedná o 8, 16, 32 či 64 bitů
- = kapacita registrů je velmi malá
- = jedná o paměť využívanou prakticky všemi instrukcemi
 - = Vytvořeny nejrychlejší dostupnou technologií – jde o statickou paměť (často založená na klopných obvodech typu D či JK)
 - = Vzhledem ke konstrukci ztrácejí uložené hodnoty po odpojení napájení mikroprocesoru – pro trvalé uložení hodnot je nutné využít jiný druh paměti

- = Aritmeticko-logická jednotka (zkráceně ALU), která provádí, výpočet základních aritmetických a logických funkcí je poměrně složitý kombinační logický obvod
- = Princip ALU je poměrně jednoduchý:
 - = na její vstup jsou v typické konfiguraci přivedena dvě n-bitová čísla i vodičů, pomocí kterých se zvolí příslušná operace
 - = na výstup ALU je po určitém zpoždění posláno m-bitové číslo, které odpovídá výsledku zvolené operace
 - = na výstupu ALU mohou být dalších signály (flags) nastavované v závislosti na výsledku či průběhu výpočtu
 - = Jedním z příznaků může být příznak nulovosti nebo příznak přetečení.

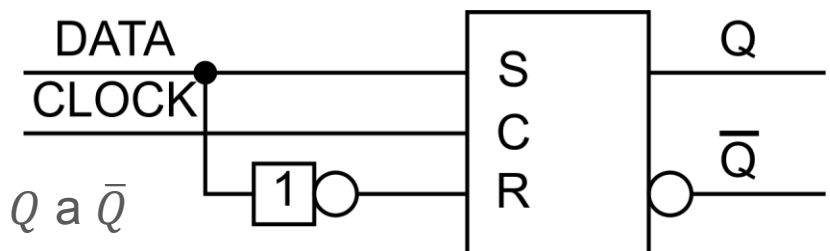
- = Jednodušší ALU:
 - = Součet dvou čísel
 - = Rozdíl dvou čísel
 - = Výpočet dvojkového doplňku
 - = Porovnání dvou operandů
 - = Negace všech bitů prvního operandu
 - = Bitový logický součet
 - = Bitový logický součin
- = Současné ALU jsou výrazně složitější umí:
 - = Součin dvou čísel
 - = Součet dvou čísel
 - = Za ALU se obvykle nepovažuje jednotka provádějící operace v pohyblivé řádové čárce



Příklad zapojení ALU v MCU



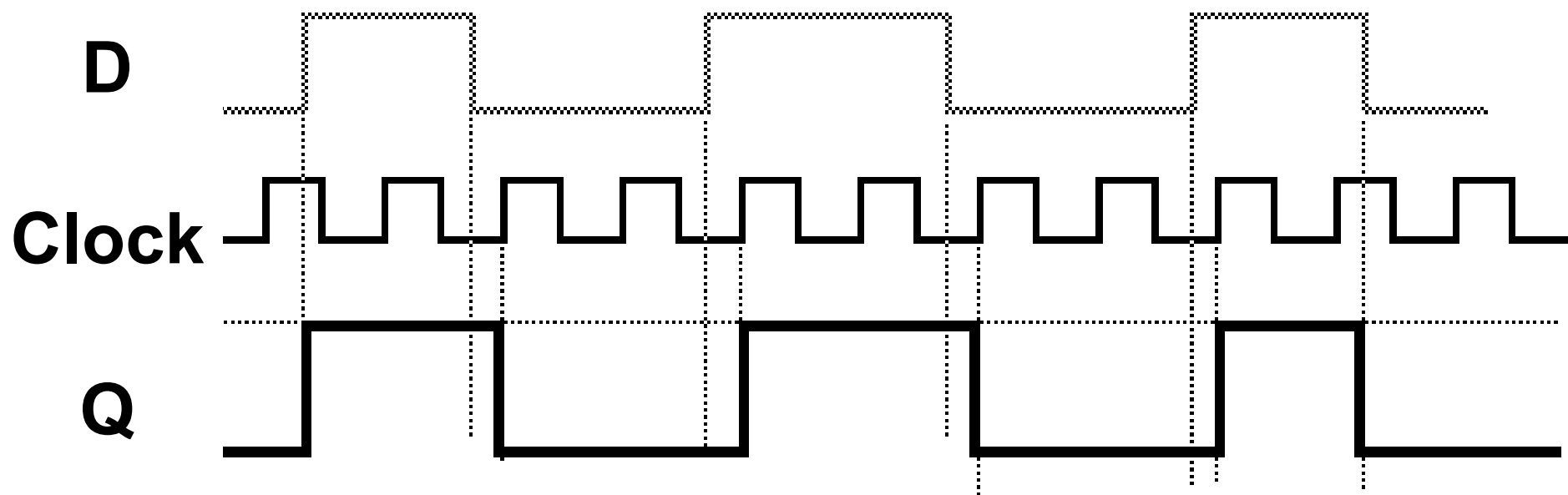
- = Kromě ALU se v mikroprocesoru musí nacházet i řadič a sada registrů.
- = Tyto bloky mikroprocesoru se z velké části skládají ze sekvenčních logických obvodů
 - = obvodů, jejichž výstup závisí nejenom na stavu vstupů, ale také na předchozích stavech obvodu
- = obsahuje nějakou formu paměti
- = Mezi nejjednodušší patří klopné obvody (paměťové členy)
 - = klopný obvod je možné považovat za jednobitovou paměťovou buňku
 - = Základním klopným obvode je RS
 - = má dva vstupy označené symboly R (reset) a S (set) a dva výstupy označené symbolem Q a \bar{Q}





FIM UHK

Registry



Časový diagram klopného obvodu D

- = Paralelním spojením několika klopných obvodů typu D (nebo i RS) vznikne registr
- = Umožňuje uschovat n-bitovou hodnotu
 - = V mikroprocesorech je obecně umístěno větší množství registrů, typicky bývají minimálně dva registry na vstupech ALU a jeden registr pracuje ve funkci ukazatele na zpracovávanou instrukci



Univerzita Hradec Králové
Fakulta informatiky a managementu

Děkuji za pozornost...

