



**Základní škola sv. Voršily v Olomouci**  
Aksamitova 6, 779 00 Olomouc

# Procesory

Absolventská práce

Autor: Jan Trajlinek, Lukáš Kaleta

Třída: IX.

Vedoucí práce: Mgr. Vilém Lukáš

**Olomouc 2014**

# **OBSAH**

<b>ÚVOD</b>	<b>3</b>
<b>KAPITOLA I – výroba a princip procesorů</b>	<b>4</b>
1 princip fungování tranzistoru	4
2 princip fungování procesoru	5
3 výroba procesorů	6
3.1 výroba mikročipu	6
<b>KAPITOLA II – procesory dnes</b>	<b>9</b>
1 využití procesorů	9
2 největší distributoři procesorů	10
<b>ZÁVĚR</b>	<b>12</b>
<b>POUŽITÉ ZDROJE</b>	<b>13</b>
<b>RESUMÉ</b>	<b>14</b>

## ÚVOD

Processor (zkratka CPU) je základní součást počítače, která zpracovává úkoly a instrukce. Bývá nejčastěji používán ve formě malého mikročipu, usazeného v keramické schránce, která mikročip propojuje pomocí tisíců konektorů s ostatním hardwarem počítače. Samotný mikročip je velice malý, integrovaný, několikavrstvý obvod, jenž je tvořen miniaturními tranzistory, které si řetězově předávají informace pomocí vzruchů, a tím zpracovávají informace uložené v dočasné paměti RAM.

Co se historie procesorů týče, první mikročip použitý do procesoru vznikl 15. listopadu 1971. Sestavila jej firma INTEL a mikročip dostal označení: INTEL 4004. Procesor z těchto mikročipů byl však moc veliký.

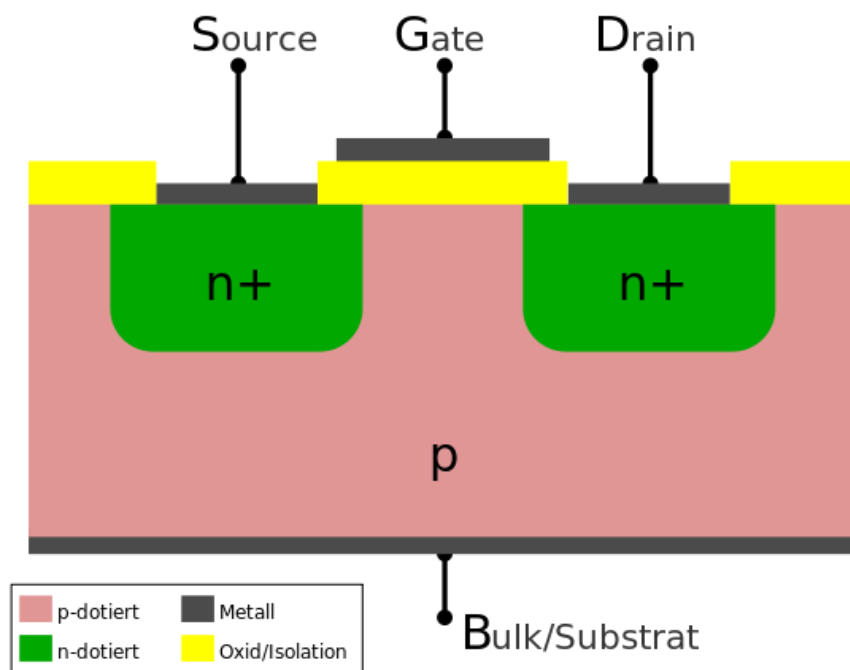
Postupem času se však zmenšují a jejich výkonnost je čím dál větší. I jejich využití se s časem rozšiřuje. Například dříve se procesory využívaly jen v počítačích, dnes však využívá procesory většina elektrospotřebičů, nebo mobilů. Díky procesorům resp. počítačům se automatizuje spousta strojů využívaných v továrnách. Procesory a mikročipy se dnes také používají v jiných částech hardwaru, jako třeba grafických kartách, či samotných základových deskách počítače.

# KAPITOLA I – výroba a princip procesorů

## 1 princip fungování tranzistoru

Samotný mikročip se skládá z unipolárních tranzistorů. Unipolární tranzistor je polovodičový prvek, skládající se z polovodičů tzv. N (negativní) a P (pozitivní). Samotné označení „unipolární“ znamená, že přenos náboje v tomto tranzistoru je uskutečňován pouze majoritními (většinovými) nosiči náboje. To znamená, že v unipolárním tranzistoru dvojnásobně převládá jeden z typů polovodiče P nebo N. Druhý typ tranzistoru se nazývá bipolární tranzistor, ve kterém je přenos náboje uskutečňován pouze minoritními (menšinovými) nosiči náboje.

Unipolární tranzistor obsahuje 3 části: kladně nabitý polovodič (P), záporně nabitý polovodič (N), který obsahuje vstupní část nazývanou kolektor (drain) a výstupní část nazývanou emitor (source). Obsahuje také tzv. hradlo (gate). Tyto části tranzistoru fungují tak, že proud probíhá pouze polovodičem typu N, a to směrem od kolektoru k hradlu. Hradlo v unipolárním tranzistoru slouží k otevírání, zavírání nebo regulaci průchodu proudu. Hradlo má samostatný obvodový vstup, který reaguje pouze na nízké napětí, pokud by hradlo unipolárního tranzistoru přišlo do styku s proudem, tranzistor by se zničil.



Obrázek 1: Skladba unipolárního tranzistoru

Kvůli velkému vstupnímu odporu se těmto tranzistorům také říká tranzistory řízené elektrickým polem (FET, Field-Effect, Transistors). Velký vstupní odpor je, oproti bipolárním tranzistorům, velkou výhodou unipolárních tranzistorů. Vstupním obvodem unipolárního tranzistoru tak neteče proud a je, podobně jako elektronka, řízen pouze napětím. Řídící elektrodou teče buď jen malý proud odpovídající proudu diody v závěrném směru, nebo jí neteče prakticky žádný proud.

Na rozdíl od unipolárního tranzistoru, bipolární tranzistor neobsahuje hradlo, tudíž reaguje na proud, nejde regulovat průchod proudu (od kolektoru k emitoru). Jelikož bipolární tranzistor reaguje na proud má poměrně pomalejší reakce a vyšší odběr proudu, který je doprovázen zvyšováním teploty. Toto jsou faktory, kvůli kterým se bipolární tranzistor nedá použít jako součást mikročipu.

## **2 princip fungování procesoru**

Procesor je velice zmenšený obvod, sestavený z tranzistorů. Celý počítač pracuje ve dvojkové soustavě čísel, což znamená, že pracuje s dvěma údaji (1;0) s jejichž pomocí dokáže vytvořit cokoli (například obrázek, nebo počítačovou hru). Procesor tedy má za úkol zpracovávat údaje z operační paměti RAM a vracet je.

Celý tento proces se dělí na 6 kroků, které procesor postupně vykonává. První krok je výběr instrukce, tento krok má za úkol vybrat z operační paměti náležitou instrukci. Další krok je dekódování, přičemž je instrukce převedena z dvojkové soustavy na souhrn impulzů. Třetí krok je výpočet adresy budoucího zpracovávaného subjektu. Čtvrtým krokem je výběr samotného subjektu a „přesun“ do procesoru. Pátým a hlavním krokem je provedení instrukce, při kterém je se subjektem proveden instrukcí předepsaný proces. Posledním krokem je pak uložení subjektu zpět do paměti RAM.

Tento cyklus se neustále opakuje a procesor zpracovává další subjekty. Jeden procesor však může zpracovávat jen jeden proces, a to postupně po jednom kroku. Proto je třeba, aby byly procesory co nejvýkonnější, a tím i co nejrychlejší, protože procesory v dnešní době pracují v řádech nanosekund. Toho se dosahuje různými způsoby, jako třeba změna architektury mikročipu, nebo samotných

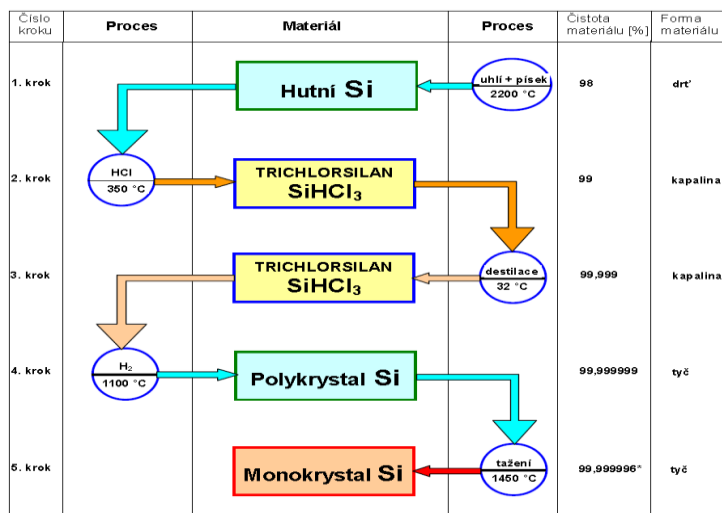
tranzistorů. V dnešní době se už často vyrábí procesory, které obsahují více tzv. jader, což znamená, že procesor má více center pro zpracovávání procesů. Každé jádro dokáže zpracovávat jeden proces, a tak jich celý procesor může provádět zároveň, více než jeden.

### 3 Výroba procesoru

Hotový čip se vsadí mezi základnu a heatspreader neboli rozptylovač tepla. Základna slouží k vsazení do různých zařízení a heatspreader na převod tepla do chladiče. Celý tento proces probíhá v tzv. cleanroom, vysoce čistém prostředí, které je pojištěno ventilací, filtrací vzduchu, oblečením s názvem bunny suit ve kterém chodí zaměstnanci a spoustou dalších faktorů.

#### 3.1 výroba mikročipu

Základem procesoru je písek, ze kterého se vyrábí křemík. Křemík se v průmyslu vyrábí redukcí taveniny čistého oxidu křemičitého (křemen, písek). Tento proces vzniká v obloukové peci na grafitové elektrodě. A vzniká reakce:  $\text{SiO}_2 + \text{C} \rightarrow \text{Si} + \text{CO}_2$ . Touto metodou výroby dostaneme křemík o koncentraci 97-99%. Z takto získaného křemíku se vyrábí sklo, porcelán, a další produkty. Pokud bychom dali tento křemík tranzistoru v procesoru, dosáhli bychom pomalého procesoru o minimálním výkonu. Na výrobu tranzistorů do procesoru je potřeba křemík o koncentraci 99,99999%.



Obrázek 2: Postup výroby monokrystalického křemíku

Pro dosažení takto čistého polykrystalického křemíku bylo vymyšleno mnoho postupů, avšak žádný z těchto postupů není příliš účinný a všechny tyto metody mají velké množství záporů a tak se těchto metod téměř zanechalo. Na výrobu tranzistoru je potřeba křemík monokrystalický. Ten se vyrábí z vysoce čistého polykrystalického křemíku metodou řízené krystalizace z taveniny, která se nazývá Czochralského proces, přičemž se do křemíkové taveniny přidá krystal super čistého křemíku, kterému se říká zárodečný. Křemík se vyrábí v nádobách z křemene a atmosféře argonu. Teplota, pohyby a pulzy této hmoty jsou hlídány a prováděny podle speciálních předpisů.

Od zárodečného krystalu se odloučí další vrstvy extra čistého křemíku. Vznikne křemíkový ingot, jenž má jeden cizí atom na 1 000 000 000 atomů křemíku, který se následně zchladí a nařeže na pláty, kterým se říká waffery. Z těchto wafferů se následně nařežou jednotlivé čipy, nejprve ovšem se musí upravit tak aby byl naprosto lesklý a to broušením a leštěním. Waffery mají v současnosti průměr 300mm. V minulosti se vyráběly waffery o průměru 50mm což ovšem bylo zbytečně nákladné a méně efektivní, takže se přešlo na průměr větší. Následně se takto vyleštěný waffer roztočí a pomalu se na něj nanáší fotorezistentní kapalina, což je kapalina, která má světlo citlivé vlastnosti. Tato kapalina je díky točícímu wafferu rozmístěna co nejrovnoměrněji. Poté je waffer osvícen ultrafialovým zářením přes šablonu, která je vzorem pro obvody, jenž mají na wafferu vzniknout. Protože je šablona moc velká, jsou UV paprsky puštěné ještě přes čočku, která výsledný obraz zmenší až 4x.

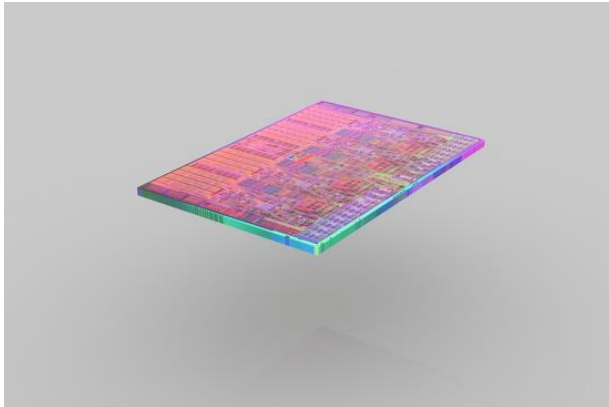
Místa kde se pomocí záření foto rezistentní vrstva naruší, jsou umyty chemickým roztokem. Nyní se fotorezistentní vrstva nachází pouze tam, kde UV paprsek přes šablonu neposvítí, takže jsou na wafferu vyznačeny integrované obvody. V dalším kroku se na waffer nanese žíravina, která naleptáním prohloubí místa bez foto rezistenční vrstvy. Když žíravina dokončí leptání je následně smyta i foto rezistenční vrstva, která zbyla na wafferu. Nyní je waffer od všeho umyt a skládá se zase jenom z křemíku, ovšem je v něm vyhlouben vzorek rýh, který jsme na něj „nakreslili“ pomocí UV paprsku. Nyní se na waffer opět nanese foto rezistenční vrstva. Znovu se osvítí UV paprsky, ale přes jinou šablonu. Šablona, která je nyní použita označuje místa, kam bude nanesena vrstva iontů. Po ozáření

se paprsky ozářená vrstva foto rezistentního materiálu znovu smyje. Na místa, kde se foto rezistenční vrstva osvítila a smyla, se nyní nanese vrstva iontů, a to procesem zvaným ion implantation neboli nastřelení iontů. Při tomto procesu jsou části, kde se nenachází foto rezistentní vrstva vystaveny bombardování iontů, které překračují rychlost 83 300 m/s. Díky tomuto procesu se wafer křemíku upraví tak, aby tranzistory, které vznikly na waferu byly schopny vést elektrický proud.

Následně se smyje zbytek foto rezistentní vrstvy. Části waferu, kde byla foto rezistentní vrstva smyta už dříve, a byly vystaveny vysokorychlostnímu proudu atomů, mají nyní nové (implantované) atomy. Nyní se na wafer umístí izolační vrstva. Na každém tranzistoru na waferu jsou 3 otvory v izolační vrstvě. V dalším kroku se wafer pomocí elektrolýzy pokovuje mědí. (Plát křemíku se ponoří do síranu měďnatého a za připojení do el. obvodu stane se z něj katoda, na anodu se připojí měď). Následně se povrch waferu obrousí tak, aby měď zbyla pouze v otvorech v izolační vrstvě. Přes tyto otvory zalité mědí (které můžeme nazývat konektory) se propojí tranzistory mezi sebou. Přes konektory se tranzistory propojí pomocí měděných můstků neboli drátků. Každý typ čipu má svojí architekturu, pomocí které se tranzistory propojují. Tyto můstky jsou propleteny až v dvaceti patrech, které lze zahlédnout pouze pod mikroskopem. Lidským okem lze rozeznat jen velice tenký, hladký povrch. Nyní jsou čipy procesorů hotovy a stačí je jenom oddělit od sebe. Ještě před rozřezáním se ovšem procesory otestují. Ty, které projdou testem, se nařezou pomocí vodního paprsku na jednotlivé čipy. Zbytek je vyřazen. Testují se speciálními přístroji, které do obvodů vysílají sekvence a čekají na reakci. Následně jsou čipy odděleny a připraveny na připojení do procesoru. Tímto je čip hotov.

Nyní se dělají waffery o průměru 300-400mm, s tím že na plochu o velikosti špendlíkové hlavičky se vleze 30 000 000 tranzistorů. Čím je wafer větší tím účinnější je výroba a proto se výrobci snaží průměr křemíkového ingotu neustále zvětšovat.





*Obrázek 3: Konečná podoba mikročipu*

## **KAPITOLA II – procesory dnes**

### **1 využití procesorů**

V současné době se procesory využívají v širokém odvětví všech možných přístrojů. Postupem času se procesory ze stolních počítačů přistěhovaly do: notebooků, tabletů a v neposlední řadě do mobilních telefonů (dnes už spíše mobilních zařízení). Procesory se také nachází v různých elektrických obvodech, grafických kartách a slabších zařízeních (kalkulačka). My se ale budeme zabývat spíše procesory v PC a mobilních zařízeních. V době prvních telefonů se na procesor nekladal nijak velký důraz a ani v mobilech nebyl potřeba. Ale po té, co se z mobilů začaly stávat herní konzoly, fotoaparáty, facebook klienty, přehrávače videí a další přístroje, bylo zapotřebí zvednout výkon. A to radikálně. Výkon se začal zvedat pomocí zvětšení RAM paměti, namontování výkonnější grafické karty, ale především pomocí procesorů. Procesory se začali vyrábět výkonnější a taktovat na vyšší frekvence. S nástupem tabletu na trh a zvětšování výkonu mobilů se na výrobu procesorů do těchto zařízení začali specializovat různé firmy. Nejvíce výrobců mobilních zařízení (tablety, mobily) používá procesory od firmy Qualcomm, ARM, Texas Instruments a Haswell, ale největší firmy a navzájem největší konkurenti Samsung a Apple si do svých zařízení dávají i své procesory. nVidia a v poslední době také Intel nezůstávají pozadu na rozdíl od AMD. Zatímco AMD své procesory do mobilů a tabletu nedává, nVidia své místo v mobilních zařízeních místo našla sice ne jako procesor ale jako grafický čip, se svou novou řadou grafik Tegra se proslavila jako výrobce grafických čipů do

mobilních zařízení a Intel nedávno představil svůj nový mobilní procesor s 64bitovou architekturou s názvem Atom. Se svou novou řadou grafik Tegra se proslavila jako výrobce grafických čipů do mobilních zařízení. Dnešní různá mobilní zařízení dokáží skoro vše a to z velké části díky svému výkonnému procesoru.

Průměrný dnešní telefon má taktování procesoru přibližně 800 MHz a více. Ovšem výška taktování se liší mobil od mobilu. U tabletu se frekvence pohybuje okolo 1 300 MHz. Tento výkon je ovšem velmi omezený spotřebou, jelikož mobilní zařízení potřebují také velkou životnost baterie.

## **2 největší distributoři procesorů**

Na celém světě se výrobě procesorů věnuje spousta firem, a společností. Některé z nich se zaměřují pouze na procesory, jiné se soustředí na výrobu veškerých komponentů počítače. Na světě však existují i firmy, které se zaměřují na veškerou elektrotechniku, nebo vyrábí procesory na jednom z posledních míst. Jelikož se tyto firmy zaměřují všeobecně, nevyrábí tak kvalitní procesory, snaží se na nich šetřit a neinvestují do modernizace a zlepšování procesorů. Nejlepší firmy budou ty, které vyrábí pouze procesory, nebo se na ně dostatečně zaměřují.

Nejkvalitnější výrobci procesorů jsou Intel a AMD. Intel je korporace působící od roku 1968. která se zabývá zejména výrobou procesorů a polovodičových součástek. Vývojáři firmy Intel jsou autory mnoha průkopnických architektur mikročipů a unipolárních tranzistorů. AMD je firma založená roku 1982. Zaměřuje se na veškerý hardware, jako: grafické karty (GPU), operační paměti (RAM) a další. AMD je největším konkurentem Intelu, což je velkým přínosem. Firmy se snaží předbíhat ve výkonnosti, kvalitě, spotřebě a vynalézají nové architektury.

Co se rozdílů těchto výrobců týče. Intel má procesory s mnohem nižší spotřebou a lehce vyšším výkonem, je však poměrně dražší. Procesory od AMD mívají o dost vyšší spotřebu, jsou méně výkonné, ale zato mají mnohem vyšší podporu taktování (zvýšení frekvence opakování jednotlivých cyklů). Výhoda AMD je také vysoký výkon u integrovaných grafických karet na procesoru. Integrovaná jednotka GPU znamená, že procesor zpracovává úkoly grafické karty.

Tyto vlastnosti jsou poměrně vyrovnané (každá z těchto firem je v něčem lepší). Každý si tak vybere firmu (resp. procesor) podle funkcí a vlastností, které se mu více zamlouvají.

## ZÁVĚR

V dnešní době bychom se bez procesorů jen těžko obešli, jelikož díky nim funguje velké množství zařízení, na kterých je většina z nás v podstatě závislých. Jako hlavní stavební prvek procesorů je zatím nejlepší unipolární tranzistor, díky nízké spotřebě a vysoké rychlosti. Samozřejmě se může objevit lepší tranzistor do procesorů, nebo se budou unipolární tranzistory zdokonalovat změnou architektury. Křemík, jakožto materiál na výrobu procesorů je zatím nejlepší v poměru vlastností a dostupnosti. Dříve se uvažovalo o použití germania, ale to nabylo tolik dostupné.

Co se konkurence firem AMD a Intel týče, AMD nemá tak vysoké zisky, jelikož Intel je starší a je „jistota“ pořídit od něj procesor. Intel má novější postupy výroby čipu a AMD vyrábí čipy takovou technologií, jakou čipy vyráběl Intel před rokem. AMD by potřebovalo podpořit, aby bylo rovnocennějším konkurentem. Intel má novější technologie a má procesory celkově lepší. Ovšem nemůžeme AMD podcenit. Procesory od AMD mají také mnoho předností.

Obecně si myslíme, že v technologiích procesorů je budoucnost. Vývoj elektroniky se stále zdokonaluje a lidem ve všech ohledech ulehčuje život.

## ZDROJE

### Kapitola 1 část 1.

1. Článek na serveru wikipedia. Zveřejněno 26. 1. 2013- adresa: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Unipolární\\_tranzistor](http://cs.wikipedia.org/wiki/Unipolární_tranzistor)
2. Ing. Olivka Petr. Studijní materiály. Zveřejněno 2010- adresa: <http://poli.cs.vsb.cz/edu/arp/down/procrisc.pdf>
3. Diviš, Jozef. Studijní materiály. Zveřejněno 26. 5. 2014- adresa: <http://www.spsemoh.cz/vyuka/zel/index.htm>

### Kapitola 1 část 3.

4. Vlček Václav. Naučná stránka. Zveřejněno 20.10.2009- adresa: [http://pctuning.tyden.cz/component/content/article/1-aktualni\\_zpravy/15269-jak-se-vyrabi-procesory-intel](http://pctuning.tyden.cz/component/content/article/1-aktualni_zpravy/15269-jak-se-vyrabi-procesory-intel)
5. Článek na serveru Wikipedia. Zveřejněno 17.2.2014- adresa: <http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=K%C5%99em%C3%ADk&action=history>
6. Macko Ondřej. Naučné video. Zveřejněno 16.8.2009- adresa: <https://www.youtube.com/watch?v=A0X9IkKBkTM>
7. Intel- <http://newsroom.intel.com/docs/DOC-2476#>
8. Drápala Jaromír. Studijní materiál. Zveřejněno 1.1.2013- adresa: <http://www.person.vsb.cz/archivcd/FMMI/ETMAT/Elektrotechnicke%20materialy.pdf>

### Kapitola 2 část 1.:

1. Kováč Adam. Recenze. Zveřejněno 25.9.2012- adresa: <http://www.svetandroida.cz/prehled-procesoru-a-jejich-vyrobcu-%E2%80%93-cast-prvni-ti-velci-2-201209>
2. Měchura Milan. Recenze. Zveřejněno 3.3.2014- adresa: <http://www.zive.cz/clanky/nove-mobilni-procesory-qualcomm-intel-i-mediatek/sc-3-a-172665/default.aspx>

### kapitola 2 část 2.:

3. AMD. Informace o firmě- adresa: <http://www.amd.com/en-gb>
4. Intel. Informace o firmě- adresa: <http://www.intel.eu/content/www/eu/en/homepage.html>
5. Obermaier Z. Recenze. Zveřejněno 17.10.2013- adresa: [http://pctuning.tyden.cz/hardware/procesory-pameti/28156-narust\\_vykonu-cpu-za-posledni-roky-intel-vs-amd](http://pctuning.tyden.cz/hardware/procesory-pameti/28156-narust_vykonu-cpu-za-posledni-roky-intel-vs-amd)

### obrázek 1: skladba unipolárního tranzistoru

- Hána Jozef. Zveřejněno 19.2.2014- adresa: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Unipol%C3%A1rn%C3%AD\\_tranzistor#mediaviewer/Soubor:Scheme\\_of\\_metal\\_oxide\\_semiconductor\\_field-effect\\_transistor.svg](http://cs.wikipedia.org/wiki/Unipol%C3%A1rn%C3%AD_tranzistor#mediaviewer/Soubor:Scheme_of_metal_oxide_semiconductor_field-effect_transistor.svg)

### obrázek 2: výroba monokrystalického křemíku

- Drápala Jaromír. Zveřejněno 1.1.2013- adresa: <http://www.person.vsb.cz/archivcd/FMMI/ETMAT/Elektrotechnicke%20materialy.pdf>

### obrázek 3: Konečná podoba mikročipu.

- Vlček Václav. Zveřejněno 20.10.2009- adresa: <http://pctuning.tyden.cz/component/content/article/1-aktualni-zpravy/15269-jak-se-vyrabi-procesory-intel>

## **RESUMÉ**

This is a work about procesors, how is it made, how they work and about producers of procesors. Procesor (CPU) is main part of each computer. Procesor has to take files from RAM memory, proces them, and give them back. Procesor is a complex circuit formed from unipolar tranzistors, that's made from silicon. The main producers of procesors are Intel and AMD. These companies are a big competitors. Today procesors are using in engineering, in mobile telephones, and within computers they mading a lot of work on the world.