

2008/2009

Doc. Ing. Jiří Chod, CSc.
chod@fel.cvut.cz

MOBILNÍ KOMUNIKACE – X32MKO
MOBILNÍ KOMUNIKAČNÍ SYSTÉMY – X32MKS



Cíle předmětu

- Přehled telekomunikačních systémů
- Pevné a mobilní komunikace
- Pozemní komunikační systémy
- Družicové komunikační systémy



Vymezení problému

Nové i stávající technologie v oblasti mobilních komunikací:

- **GSM (HSCSD)**
- **GSM/GPRS**
- **EDGE**
- **UMTS**
- **Bluetooth**
- **DECT**
- **802.11xx (WiFi)**
- **802.16xx (WiMax)**
- **družicové komunikace (Iridium, Inmarsat, ...)**
- **GNSS systémy - GPS a Galileo**

Trendy v oblasti mobilních komunikací

- o Konvergence sítí
- o Konvergence sítí
- o Konvergence sítí
- o Konvergence sítí

Spolupráce v rámci předmětu:

- o Mobilní operátoři (Vodafone, T-Mobile, O2)
- o RDC (Vodafone)
- o SITRONICS centrum - výzkumné a vývojové centrum při ČVUT-FEL (SITRONICS Telecom Solutions Czech Republic a.s.)
- o TTC

Osnova přednášek

- **1. Úvodní přednáška. Telekomunikační systémy a číslicová technika. Počítač a mikropočítač. Mikroprocesor. Pevné a mobilní komunikace.**
- **2. Základní poznatky o šíření elektromagnetických vln. Frekvenční pásma a jejich vymezení. Struktura sítí.**
- **3. Cellulární (buňkové) sítě jako základ současné mobilní komunikace. Modulační techniky. Bloková schémata.**
- **4. Bezšňůrové telefonní přístroje. Generace a standardy. Bloková schémata. Struktura, modulace, plánování frekvencí.**
- **5. Mobilní buňkové telefonní sítě - analogové systémy. Generace a standardy. Začlenění do budoucích sítí.**
- **6. Mobilní buňkové telefonní sítě - digitální systémy. Přehled systémů a standardů. Odlišnosti a regionální aplikace.**
- **7. Mobilní buňkové telefonní sítě - digitální systémy. Slučitelnost a začlenění. Systém GSM.**

Osnova přednášek

- **8.** GSM – architektura systémů a podsystemů. Praktická realizace. Programové vybavení. Služby a jejich začlenění.
- **9.** GSM - služby a jejich začlenění. Přenos dat v systémech GSM - HSCSD, GPRS ..
- **10.** Technické vybavení systémů GSM a jejich generace. Struktura jednotlivých úrovní sítě a bloková schémata.
- **11.** Družicové komunikace. Telekomunikační družice GEO, MEO, LEO. Jednotlivé systémy a jejich aplikace.
- **12.** Veřejné pagingové systémy. Komunikační cesty a programové vybavení. Možnosti technické realizace.
- **13.** Veřejné a neveřejné (spec.) rádiové sítě. Základní rozdělení. Možnosti aplikace.
- **14.** Mobilní buňkové systémy třetí generace (UMTS). Struktura, standardy. Budoucí rozvoj. Konvergence sítí.

Osnova cvičení – standardní plán

- o 1. **Úvodní cvičení. Bezpečnostní předpisy a provoz v laboratoři.**
- o 2. **Mobilní komunikační systémy - základní funkční bloky.**
- o 3. **Laboratoř R&D a její struktura. Bloková schémata přístrojů CT O - CT2, DECT.**
- o 4. **DECT - praktické aplikace malé sítě.**
- o 5. **DECT a přenos dat. Začlenění do sítí.**
- o 6. **Technologie Bluetooth a její aplikace.**
- o 7. **Systém GSM - základní bloky a jejich praktická propojení.**
- o 8. **GSM - architektura systémů a podsystémů. Praktická realizace.**
- o 9. **GSM - přenos dat - HSCSD - kontrolní měření.**
- o 10. **GSM - přenos dat - GPRS - kontrolní měření.**
- o 11. **Družicové komunikace. Jednotlivé systémy a jejich aplikace. Propojení na GSM.**
- o 12. **Propojení sítí PSTN, ISDN, GSM.**
- o 13. **Příklady sítí UMTS.**
- o 14. **Zápočet. Náhradní cvičení.**

Osnova cvičení – projektová varianta

- o I 2. 10. Úvodní cvičení. Náplň cvičení. Bezpečnost a ochrana zdraví při práci v laboratoři. Požadavky pro udělení zápočtu.
- o II 9. 10. Software používaný pro modelování a analýzy telekomunikačních sítí. Rozdělení do pracovních skupin.
- o III 16. 10. Modelování sítě s použitím prostředí NS2.
- o IV 23. 10. *Projekt č. 1*
Sítě DECT, přenos hlasu, přenos dat, výstavba sítě a její rozšíření.
- o V 30. 10. *Projekt č. 1*
Sítě DECT, přenos hlasu, přenos dat, výstavba sítě a její rozšíření.
- o VI 6. 11. *Projekt č. 1*
Vyhodnocení projektu č. 1.
- o VII 13. 11. *Projekt č. 2*
Sítě GSM, hlasové a datové přenosy, GPRS, HSCSD.

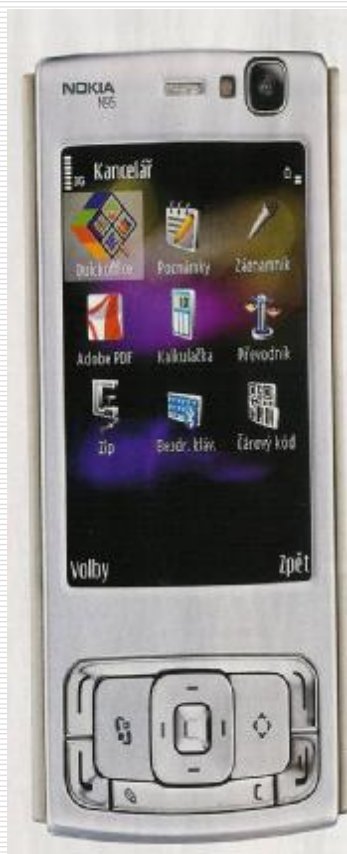
Osnova cvičení – projektová varianta

- o VIII 20. 11. *Projekt č. 2*
Sítě GSM, hlasové a datové přenosy, GPRS, HSCSD.
- o IX 27. 11. *Projekt č. 3*
Sítě WiFi (IEEE802.11b,g). Vyhodnocení projektu č. 2.
- o X 4. 12. *Projekt č. 4*
Lokalizace pomocí GPS.
- o XI 11. 12. *Projekt č. 4*
Lokalizace pomocí GPS.
- o XII 18. 12. *Projekt č. 4*
Lokalizace pomocí GPS. Vyhodnocení projektu č. 4.
- o XIII 1. 1. *Státní svátek*
- o XIV 8. 1. *Zápočet.*

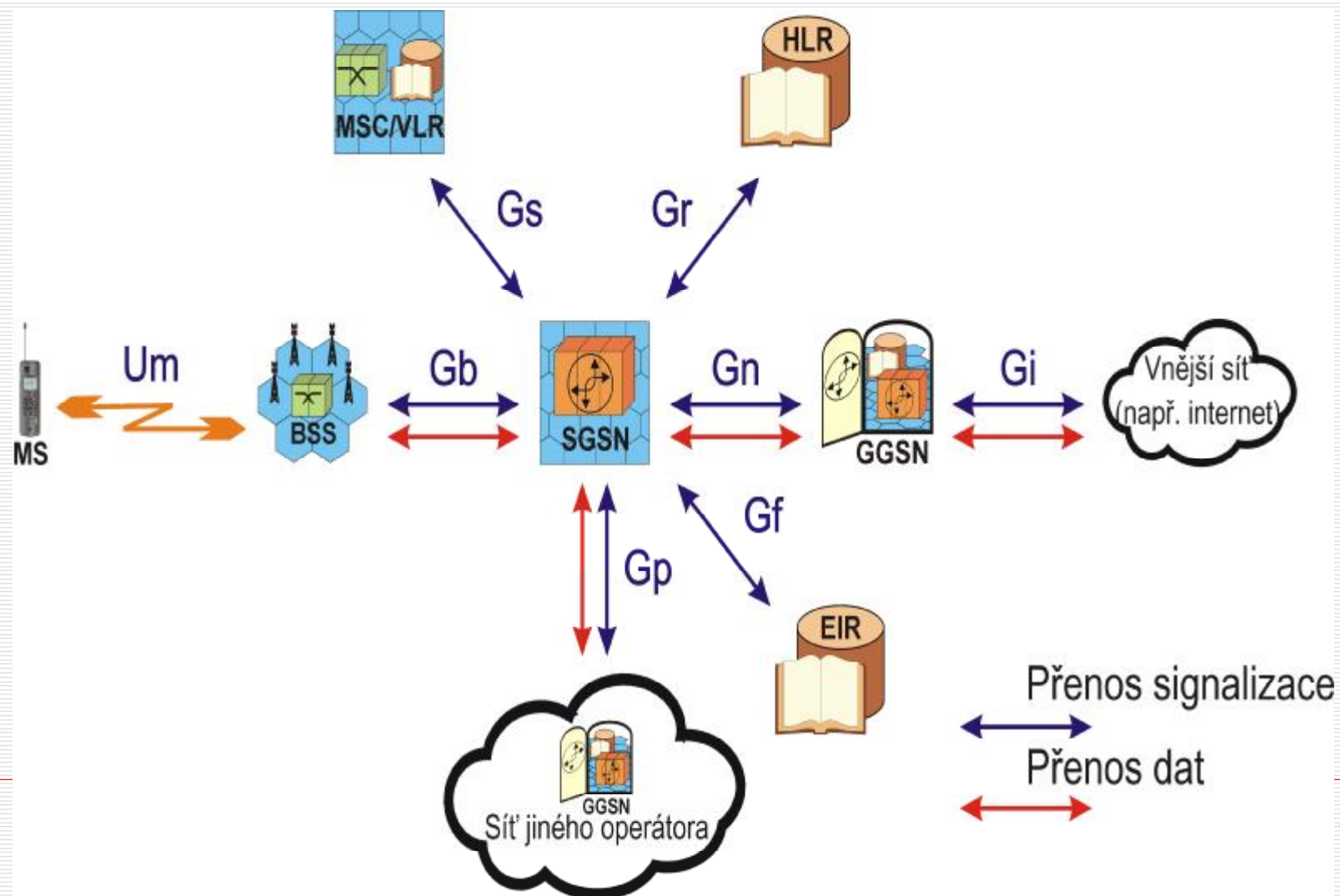
Literatura:

- o J. Vodrážka, I. Pravda: *Principy telekomunikačních systémů*, Vydavatelství ČVUT, Praha, 2006.
- o J. Svoboda a kol.: *Telekomunikační technika (III.díl) – Telekomunikační sítě a služby*, Odborné nakladatelství Hüthig&Beneš, Praha, 2002.
- o H. Holma, A. Toskala: *WCDMA for UMTS, third edition*, John Wiley&Sons, England, 2004.
- o T. Halonen, J. Romero, J. Melero: *GSM, GPRS and EDGE performance - second edition*, John Wiley & Sons, England, 2003.
- o GSM System Survey – Ericsson 2000, Literatura Centra RDC
- o GSM RBS 2000 Basics - Ericsson 2000, Literatura Centra RDC
- o Gunnar Heine: *GSM Networks*. Artech House Publishers, London 1998
- o Jerry Gibson: *The Mobile Communications Handbook. Second Edition*. IEEE Press 1999
- o Zoran Zvonar, Peter Jung, Karl Kammerlander: *GSM Evolution towards 3rd Generation System*. Kluwer Academic Publishers. England, 1999. ISBN 0-7923-8351-6.
- o Alex Brand, Hamid Aghvami: *Multiple Access Protocols for Mobile Communications, GPRS, UMTS and Beyond*. John Wiley & Sons, Ltd. England, 2002. ISBN: 0-471-49877-7.
- o Gunnar Heine, Holger Sagkob: *GPRS: Gateway to Third Generation Mobile Networks*. Artech House, England, 2003. ISBN: 1-58053-159-8.

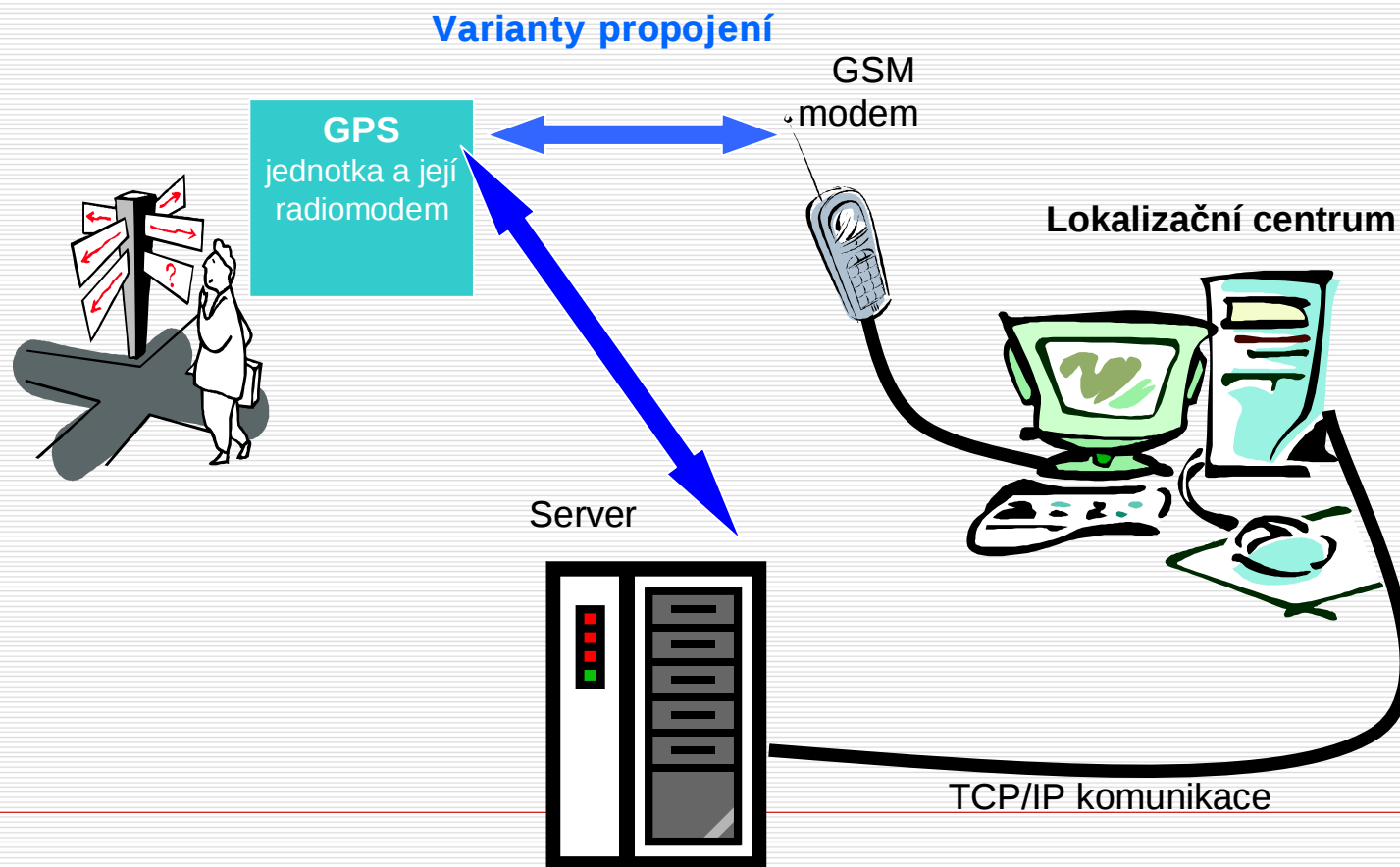
Typické příklady nových znalostí které budou požadovány ...



Struktura sítě s podporou GPRS



Příklad - schéma demonstrační sestavy pro přenos dat a systémy GNSS



Budoucnost...

Klíčové otázky:

- 1. Konvergence sítí**
- 2. Protokoly**
- 3. Nástup nových technologií**

Minulost ...

Klíčové otázky:

- 1. Potřebujeme znát minulost ?**
- 2. Může minulost ovlivnit budoucnost ??**
- 3. Lze poznatky přímo využít ?**

Starověk ...

- o **Abakus** přežívá jako počítadlo

4000 let př.n.l Sumerové používají tabulky

3000 let př.n.l. v Babylonu abakus

- o **Mechanické hračky**

- o **Navigační přístroje, astroláby**

- o **Hudební automaty**

Středověk

o Rozvoj matematiky

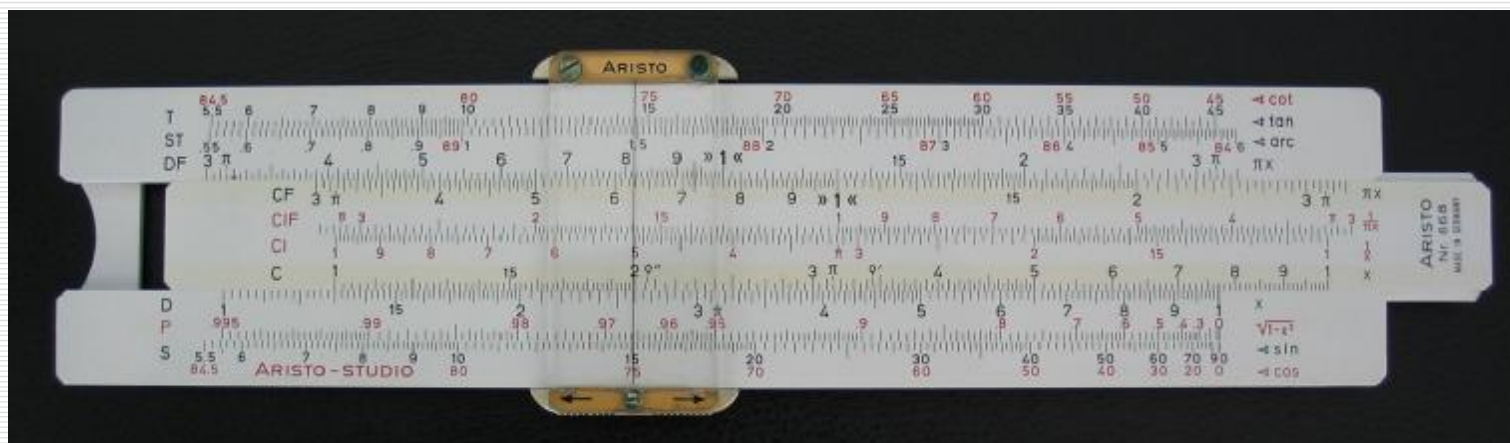
Napierovy tabulky rok 1617

John Napier (1550-1617) – Skotsko Objev logaritmu,
posuvné tabulky (Napierovy „kosti“)

Rok 1621

Logaritmické pravítko

William Oughred (1575-1660) - Anglie



Rok 1623

- o První mechanický kalkulátor

Prof. Wilhelm Schickard (1592-1635) - Německo

Rok 1645

- o **Automatický mechanický kalkulátor**

Blaise Pascal (1623-1662) - Francie

Mechanické přesné převody. Násobení a dělení převodem na sečítání a odečítání.

Rok 1666

- o **Mechanická násobička**

Sir Samuel Morland (1625-1695) - Anglie

Přímé mechanické násobení – bez převodu na sečítání a odečítání. Nižší spolehlivost než Pascalův stroj.

Rok 1673

- o **Univerzální počítací stroj**

Gottfried Wilhelm von Leibniz (1646-1716)

Válec se stupňovým ozubením – Leibnizovo kolo

Roky 1786 - 1820

- o **Koncepce diferenciálního stroje – rok 1786**

J.H.Mueller – Německo

Myšlenka počítačového stroje pro výpočet polynomu na základě difference.

- o **První telegraf – rok 1792**

Claude Chappe (1763-1805) – Francie

Objev elektrolýzy – rok 1800

Nicholson + Carlisle

- o **Použití galvanického článku v telegrafii – rok 1804**

- o **Tkacovský stav řízený děrnými štítky – 1804**

Joseph-Marie Jacquard

- o **První linka telegrafu v Čechách – rok 1809**

Praha – Litomyšl (19 stanic) - vlajková signalizace

- o **Základy elektromagnetizmu – rok 1819**

Hans Christian Oersted (1777-1851) - Dánsko

Rok 1820

- o **Sériová výroba mechanického počítacího stroje**

Charles Xavier Thomas de Colmar (1785-1870)

Zdokonalené L. kolo. Celkem cca 1500 ks!!

Rok 1833

- o **Analytical Engine**

Charles Babbage (1792-1871) – Anglie

Pokusné vzorky nedokončeny, parní stroj pro pohon, Dodnes platné základy programového řízení

Rok 1854

- o **Booleova algebra**

George S. Boole (1815-1864) – Anglie

Základy matem.log.obvodů

Rok 1890

o Děroštitkový stroj

Herman Hollerith (1860-1929) – USA

Původně pro sčítání lidu. Založena firma Tabulating Machine Company
později přejmenovaná na **IBM**.

Rok 1897

- o Přenos pomocí radiových vln – rok 1897

Heinrich Hertz (1857-1894) – první pokusy

Alexandr Stepanovič Popov (1859-1906)– přenos na 640 m.

Guglielmo Marconi (1874-1937)– přenos na 12 km

Roky 1904-1906 – základy elektroniky

- o Vynález elektronky – dioda – rok 1904

Sir John Ambrose Fleming (1849-1945) – Anglie

Roky 1904-1906 – základy elektroniky

Trioda – rok 1906

Lee de Forest - USA

Roky 1919 – 1940

o Klopný obvod "[flip-flop](#)" – rok 1919

[William Henry Eccles](#) (1875-1966) - Anglie

[F.W.Jordan](#) – USA

Společný patent na klopný obvod

(Source: Radio Review Dez. 1919, pages 143 following)

Roky 1919 – 1940 – základy elektroniky

- o Základy moderní stavby počítačů – rok 1936

Alan Touring (1912-1954) anglický matematik - (Anglie) ... USA

V roce 1936 vydává zásadní článek

"On computable Numbers ...",
ve kterém definuje abstraktní
model číslicového počítače

- tzv. Turingův stroj.

Roky 1919 – 1940 – základy elektroniky

- o Aplikace Booleovy algebry – rok 1937

Claude Shannon (1916-2001)- USA

Ve své DP (!! 1937 !!) ukazuje na souvislost Booleovy algebry s kombinačními logickými obvody. Dokázal, že funkci libovolného kombinačního obvodu lze popsat Booleovou algebrou, a že naopak libovolnou formuli Booleovy algebry lze implementovat ve formě kombinačního obvodu.

Roky 1919 – 1940 – základy počítačů

- o První počítače – typ Z1-(v dnešním pojetí) rok 1938

Konrád Zuse (1910-1995)– Německo

Z1 (1938) mechanický

Z2 (1939) reléový/mechanický

Z3 (1941) reléový

Z4 (1944) reléový/mechanický

Roky 1938 – 1945 – počítače

- o Binární sčítačka – rok 1941
- o Počítač ABC (**A**tanasoff-**B**erry **C**omputer) – rok 1943
John V. Atanasoff (1903-1995) a **Clifford Berry** (1918-1963)- USA

Roky 1938 – 1945 – počítače

- o ASSC Mark I – rok 1943

Howard H. Aiken (1900-1973) – USA

Elektromechanický počítač, program na děrné pásce,
váha 5 tun, délka 15 m.

Roky 1938 – 1945 – počítače

- o Colossus – rok 1943

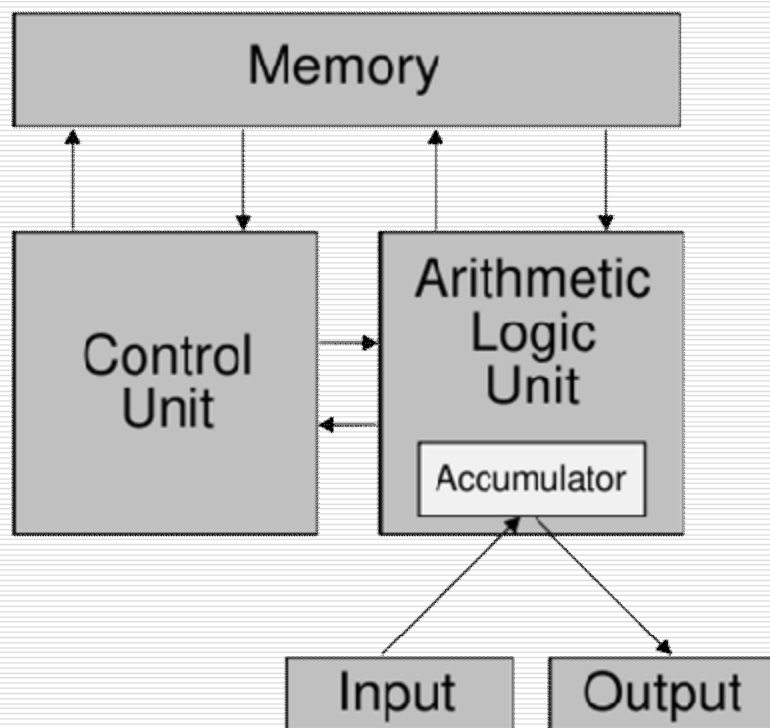
Alan Turing (1912-1954) anglický matematik - (Anglie) ... USA

Viz též rok 1936. Colossus sloužil k luštění německých šifer (! Enigma !).

Roky 1938 – 1945 – počítače

- o Koncepce počítače rok 1945

John von Neumann (1903-1957) - USA



Roky 1945 – 1964 - sálové počítače

- o **ENIAC** (**E**lectronic **N**umerator, **I**ntegrator, **A**nylyzer and **C**omputer) – rok 1945

John W. Mauchly a J. Presper Eckert – USA

Celkem 17648 elektronek, váha 30 tun, 30m délka, 30 m šířka, chlazení 2 letecké motory, příkon 140 kW. Paměť 20 slov o šířce 10 desítkových číslic, takt 100 kHz.

Roky 1945 – 1964 - sálové počítače

- o EDVAC (**E**lectronic **D**iscrete **V**ariable **A**utomatic **C**omputer) – dokončen 1952 –USA

Pokračování na ENIAC po příchodu von Neumanna znamenalo novou koncepci.

Rok 1947 – vynález tranzistoru

- o Tranzistor – rok 1947 – USA

William Shockley (1910-1989), **John Bardeen** (1908-1991) a **Walter Brattain** (1902-1987)

Nobel Prize in Physics 1956

Roky 1945 – 1964 - sálové počítače

- o SSEC (**S**elective **S**equen**S** Electronic **C**alculator)– rok 1948

Wallace Eckert (1902-1971) – firma IBM USA

Elektronkový počítač, 8 registrů
z elektronek, 150 registru z relé,
program (částečně) z paměti,
zbytek programovací deskou
(plugboard). Oficiální první
počítač IBM.

Roky 1945 – 1964 - sálové počítače

- o **Manchester Mark I** - na Manchester Univerzity v Anglii – rok 1948
[Newman](#) a [F.C. Williams](#) (1911-1977)

První počítač dle koncepce von Neumanna - s programem v paměti (von Neumannův EDVAC až v roce 1952). Zvláštnost

- paměťové obrazovky – 6 ks po 2048 bitech.
- po příchodu [Turinga](#) assembler

Roky 1945 – 1964 - sálové počítače

- o **BINAC**

Eckert a **Mouchly** – rok 1948 – USA

700 elektronek, 512 slov 31 bitů

Roky 1945 – 1964 - sálové počítače

- o Mikroprogram – rok 1951

Prof. Maurice V. Wilkes (nar. 1913)

Roky 1945 – 1964 - sálové počítače

- o Přerušení, kanály DMA - rok 1956**
- o Kompilátor FORTRAN (IBM) – rok 1957**
- o Virtuální paměť – rok 1958**
- o Operační systém – IBM – rok 1960**
- o 1964 – IBM 360**

Rok 1964 – IBM 360

Pokračování vývoje – typ křivky ??

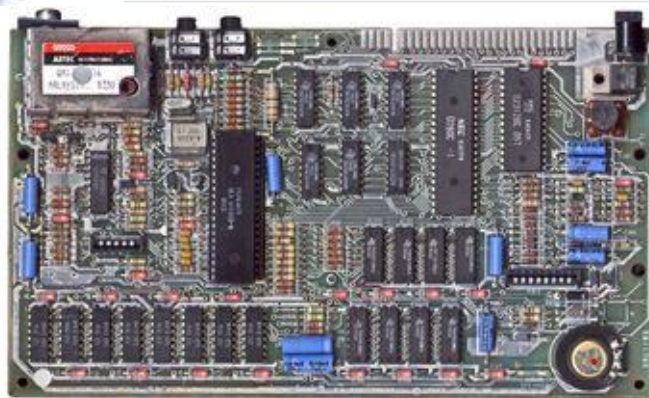
- o PDP 8 firma DEC minipočítač rok 1965**
- o IBM 360/85**
- o Mikroprocesor INTEL 4004 - rok 1971**
- o Mikroprocesor INTEL 8080 – rok 1972**
- o IBM 370 – rok 1973**
- o Zilog Z80 – rok 1976**
- o Mikroprocesor INTEL 8086, 8088**
- o První počítač IBM – PC s I 8086**
- o IBM PC/AT**
- o Domácí počítače ZX Spectrum, Commodore**

Domácí počítače

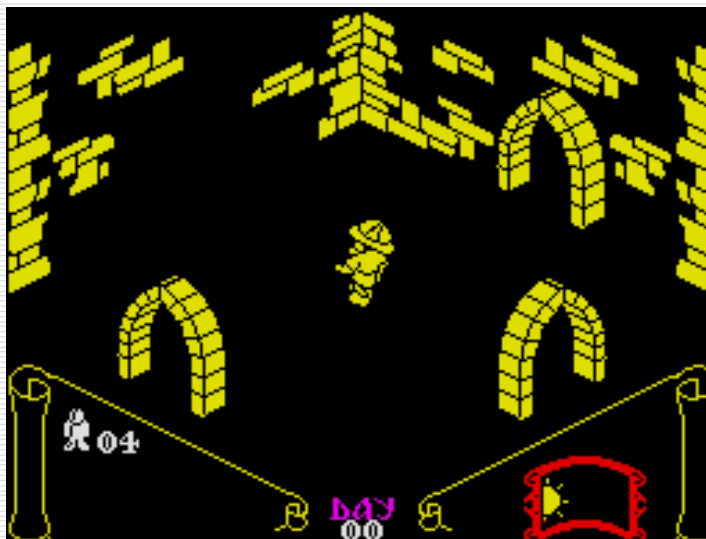
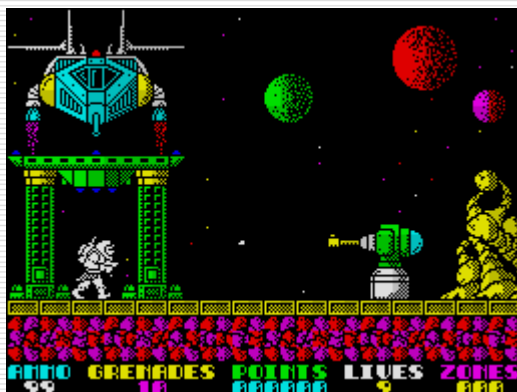
ZX Spectrum



Commodore 64



Příklady her ZX Spectrum



TELEKOMUNIKACE

- o **Telef.ústředny**
 - * **spolehlivost**
 - * **cena**
 - * **služby**

**Nástup elektroniky – tranzistor,
integrovaný obvod, spec.obvody,
mikroprocesory**

- o **Mobilní sítě**
- o **Současnost**
- o **Budoucnost**

WWW

o Odkazy:

http://sen.felk.cvut.cz/sen/index_cz.html?historie/index_cz.html

http://cygnus.speccy.cz/ostatni_historie.php

<http://vedci.wz.cz/>

<http://www.earchiv.cz/>

<http://www.zive.cz/default.aspx?article=129188>

<http://www.columbia.edu/acis/history/ssec.html>

http://sen.felk.cvut.cz/sen/index_cz.html?historie/gen1.html

WWW

o Odkazy:

<http://www.fi.muni.cz/usr/jkucera/pv109/sl2.htm>

http://en.wikipedia.org/wiki/ZX_Spectrum

Otázky?

Děkuji Vám za pozornost.