

Historie kybernetiky a umělé inteligence
3. přednáška
Kybernetika ve Velké Británii

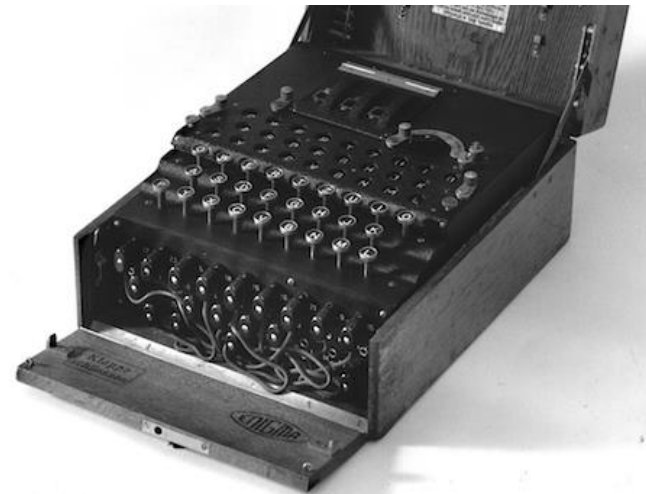
Miloš Železný

zelezny@fav.zcu.cz

KKY/HKUI

Vliv 2. světové války

- za války byla poměrně velká skupina biologů přiřazena do „hlavního proudu“ válečného výzkumu, který se pochopitelně (podobně jako v USA) věnoval radarům a řízení střelby
- biologové tak přišli do kontaktu s „inženýrským“ (matematickým, mechanistickým a elektrotechnickým) pohledem na svět, což mnoho z nich inspirovalo (opět) k hledání analogií mezi živým a neživým, zvířaty/člověkem a stroji
- další důležitou větví výzkumu byla samozřejmě kryptoanalýza (prolamování šifer) – úsilí v této oblasti vedlo k dalšímu rozvoji budoucí výpočetní techniky



Bletchley Park

- Původně zámek, vystavěný koncem 19. století na původně zemědělsky využívaných pozemcích. V roce 1938 ho odkoupil admirál Hugh Sinclair, ředitel Secret Intelligence Service (SIS, také MI6) v předtuše blízké války.
- Zde za války sídlilo MI6 a hlavně zde byla vytvořena škola šifrování Government Code and Cypher School (GC&CS)
- V roce 1944 zde pracovalo až 10 tisíc lidí (75% žen), kteří se podíleli na extrémně tajných úkolech prolamování především německých šifer



Alan Turing (1912 – 1954)

- 1931-34: studia matematiky v Cambridge
- 1935-37: fellow v Cambridge
- 1935-37: doktorát v Princetonu (pod vedením A. Churcha, autora lambda kalkulu)
- 1936: článek On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem (v Proceedings of the London Mathematical Society)
- jedním z kryptoanalytiků byl v Bletchley Park i Alan Turing, který zde významně přispěl k prolomení šifry německého kryptovacího stroje Enigma



Alan Turing (1912 – 1954)

- Kryptoanalytik
- Od roku 1939 v Bletchey Park, centrále "Government Code and Cypher School"
- zápas s německých šifrovacím systémem Enigma



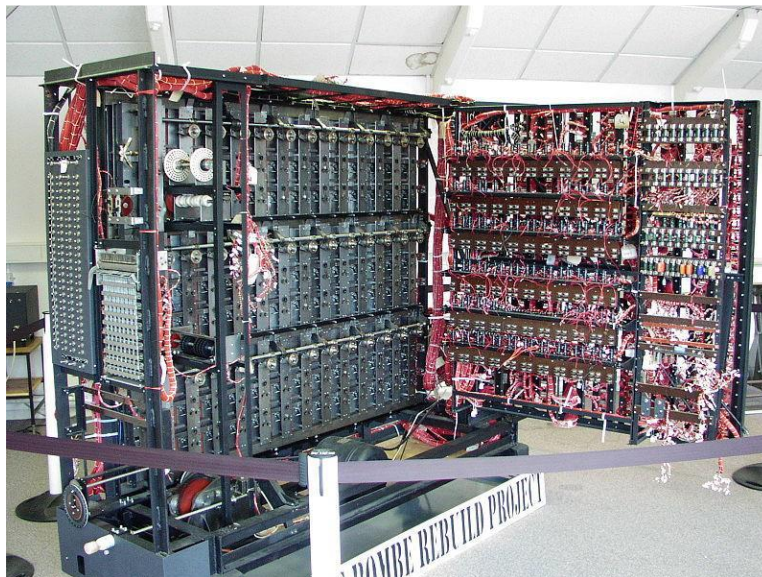
Alan Turing (1912 – 1954)

- prolomení německé námořní Enigmy
- šéf kryptoanalytiků o Turingovi: "Není pochyb o tom, že Turingova práce byla nejdůležitějším faktorem úspěchu našeho pracoviště. ... Na průkopnickou práci se často zapomíná, když později díky zkušenosti a rutině všechno začíná vypadat jednoduše, a mnoho z nás mělo pocit, že důležitost Turingova přínosu nebyla nikdy vnějším světem doceněna."



Alan Turing (1912 – 1954)

- 1945-47: pracuje v National Physical Laboratory na "Automatic Computing Engine"
- od 1948: na University of Manchester, práce na počítači "Manchester Mark 1"
- spolu s J. von Neumanem vyvinuli pionýrskou koncepci univerzálního (programovatelného) počítače



Alan Turing (1912 – 1954)

- Počítačový vizionář
 - článek *Computing machinery and intelligence*, vyšel v roce 1952 v časopise Mind
- základní otázka: budeme moci někdy o nějakém stroji rozumně říci, že myslí?
- Turing: nahradíme otázku Mohou stroje myslet? otázkou mohou stroje projít určitým testem? "Turingův test"

Alan Turing (1912 – 1954)

- Turingův test
- Turingův test probíhá tak, že do oddělených místností umístíme jednak testujícího, jednak předmět zkoumání (např. počítač s příslušným programem) a nějakého dalšího člověka. Testující poté klade otázky v přirozené řeči a předává je do druhé místnosti, kde je zodpoví buď počítač, nebo druhý člověk (což se rozhodne náhodně). Odpovědi jsou předávány zpět testujícímu (samozřejmě v nějaké neutrální podobě, např. vytištěné na papíře). Pokud testující nedokáže rozpoznat, jestli komunikuje se strojem, nebo s člověkem, pak tato umělá inteligence splňuje Turingův test.

Alan Turing (1912 – 1954)

- **Argument čínského pokoje**
myšlenkový experiment, cílem je ukázat, že samotná schopnost smysluplně odpovídat na položené otázky není dostatečná pro prokázání schopnosti porozumění
- Představme uzavřenou místnost naplněnou velkým množstvím čínských textů, ve kterých se hypoteticky nalézají každá smysluplná věta tohoto jazyka. Do takového pokoje umístíme člověka, který čínštinu neovládá, ale má znalost, kde případně najít na základě předaného textu odpověď. Tomuto člověku budeme písemně předávat otázky (jako v Turingově testu), tento člověk je teoreticky schopen v této knihovně najít dostatek materiálu na to, aby našel výskyt dodané otázky a prostým opsáním části kontextu vytvořil smysluplnou odpověď, kterou předá ven. Vnější tazatel by se mohl domnívat, že člověk uvnitř pokoje čínštině bez problému rozumí, přestože ve skutečnosti tomu tak není
- Jeho práci by tedy mohl zastat i zcela nemyslicí stroj (Ve skutečnosti by byla knihovna textů obrovská, takže by člověk takovouto činnost provádět nemohl).

Tommy Flowers (1905-1998)

- Během učení navštěvoval večerní kurzy University of London a získal titul elektroinženýra
- Nastoupil do výzkumné sekce General Post Office
- Setkal se s Turingem již v roce 1939, ale Gordonem Welchmanem byl přijat až s opovržením, protože navrhoval systém založený na elektronkách a nikoli relé
- Poté, co se úspěšně podílel na vývoji stroje Heath Robinson, použitého k prolomení šifrovacího stroje Lorenz (vyššího stupně než Enigma), začal pracovat na elektronkovém stroji Mark 1 Colossus, který se pak k tomuto účelu s úspěchem používal.
- Mark 2 byl uveden do provozu několik dní před vyloděním spojeneckých vojsk v Normandii
- Po válce si podal žádost o půjčku, aby mohl vyrábět stejné počítače, ale nedostal ji, protože banka nevěřila, že by něco takového bylo možné a on kvůli utajení nemohl říci, že už jich několik takových vyrobil.
- Ze stejných důvodů nebyl veřejně uznán jeho přínos až do 70. let a odtajnění informací ohledně Bletchley Park



Telecommunications Research Establishment

- Hlavní britská výzkumná organizace pro radiovou navigaci, radary a infračervenou detekci střel.
- Několikrát se stěhovala a tento název získala v roce 1940.
- Přejmenována na Royal Radar Establishment v roce 1957
- Za války zaměstnávala řadu biologů – ti, díky setkání s technickými disciplínami, byli hlavním zdrojem rozvoje kybernetiky po druhé světové válce.



The Ratio Club

- „stolní společnost“ britských vědců, převážně s medicínským či jiným biologickým vzděláním (psychologů a fyziologů) – později bylo záměrně přizváno několik matematiků, aby případnou vágnost diskuze „udrželi na uzdě“
- klub se scházel v letech 1949 – 1955, nejdříve každý měsíc, později se frekvence postupně snižovala kvůli rostoucímu zaneprázdnění jednotlivých členů

Psychologists/ psychiatrists	Physicists	Mathematicians	Engineers	Physiologists/medics/ zoologists
Ashby	Gold	Good	Shipton	Barlow
McLardy	Little	Turing	Westcott	Bates
Hick	Mackay	Woodward		Dawson
Slater				Merton
Uttley				Pringle
				Rushton
				Sholl
				Walter

The Ratio Club

- Zakladatelé: William Ross Ashby, Horace Barlow, **John Bates**, George Dawson, Thomas Gold, W. E. Hick, Victor Little, Donald MacKay, Turner McLardy, P. A. Merton, John Pringle, Harold Shipton, Donald Sholl, Eliot Slater, Albert Uttley, W. Grey Walter a John Hugh Westcott
- Později: Alan Turing od 2. setkání, později I.J. Good, Philip Woodward and William Rushton, krátce i Giles Brindley



The Ratio Club

- podle zakladatele , neurologa Johna Batese, se členy klubu měli stát „...ti, kdož měli Wienerovy myšlenky ještě předtím, než Wiener publikoval svoji knihu...“
- dalším pravidlem bylo, že členem klubu nemůže být žádný profesor, aby nebyla narušena žádaná neformální atmosféra setkání
- v centru pozornosti byl především lidský mozek, jeho fungování, zobrazování jeho aktivity (EEG) a možnosti jeho modelování technickými prostředky
- na první schůzku byl pozván jako přednášející Warren McCulloch, později některé schůzky klubu navštívili i Pitts, Shannon a (pravděpodobně) i Weaver

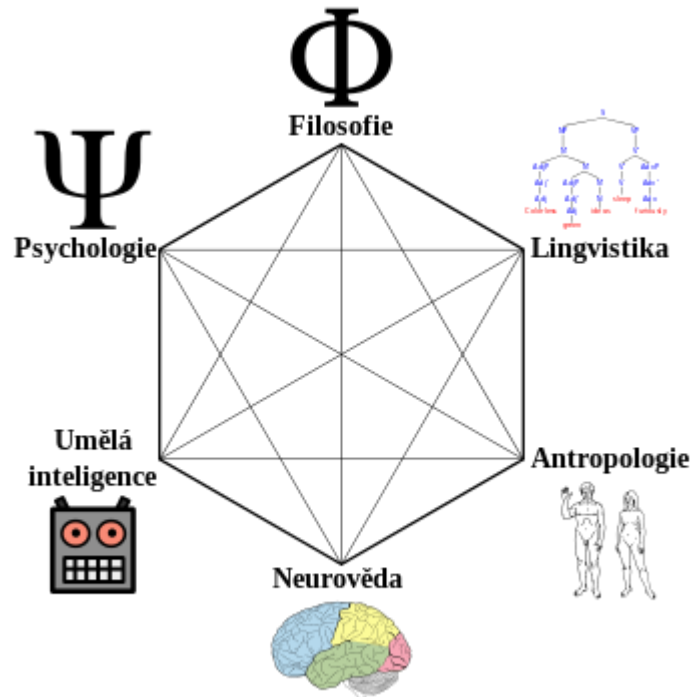
Kenneth Craik (1914-1945)

- psycholog a filozof, který se založení Ratio Clubu nedožil, ale svými myšlenkami by do něj jednoznačně patřil
- 1943 – kniha *The Nature of Explanation*
 - „Jednou z nejzákladnějších vlastností myšlení je schopnost předvídat události ... Takováto schopnost predikce však není vyhrazena pouze (lidské) mysli ... protože jakkoliv je flexibilita a všestrannost lidského myšlení nebývalá, nevidím žádný důvod k tomu, proč by základní vlastnosti mysli jako rozpoznávání či paměť nemohly být **simulovány** (člověkem vyrobeným) strojem“
- myšlenku dále rozvíjí v tom smyslu, že lidská mysl je v zásadě také stroj, který si průběžně vytváří „dílčí modely reality a používá je k predikci podobných budoucích událostí“



Kenneth Craik a jeho odkaz

- Craikovy myšlenky ovlivnily nejen Wienera a McCullocha (kteří jeho práci znali a pochvalně se o ní zmiňovali), ale také Johna McCarthyho a Marvinu Minskyho – zakladatele umělé inteligence
- Craik byl v zásadě jedním z prvních vědců, který se věnoval moderní kognitivní vědě (obor zabývající se výzkumem mysli a jejích procesů)



W. Ross Ashby (1903 – 1972)

- psychiatr
- je autorem dvou pro obor klíčových knih:
- 1956 – *Introduction to Cybernetics*
- 1960 - *Design for a Brain (The origin of adaptive behaviour)*
- v obou používá nám již dobře známé kybernetické koncepty
 - zpětná vazba
 - černá skříňka (systém s obecně známými vstupy a výstupy, ale s neznámou vnitřní strukturou)
- ústředním tématem byla **stabilita**:
 - „stabilní stav“ pro něj nebyl neměnný, spíš jej chápal jako „dynamickou rovnováhu“, kterou je třeba neustále pomocí zpětné vazby udržovat
 - princip tzv. *homeostáze* – schopnosti udržovat „základní proměnné“ systému ve správných mezích i v měnícím se vnějším prostředí

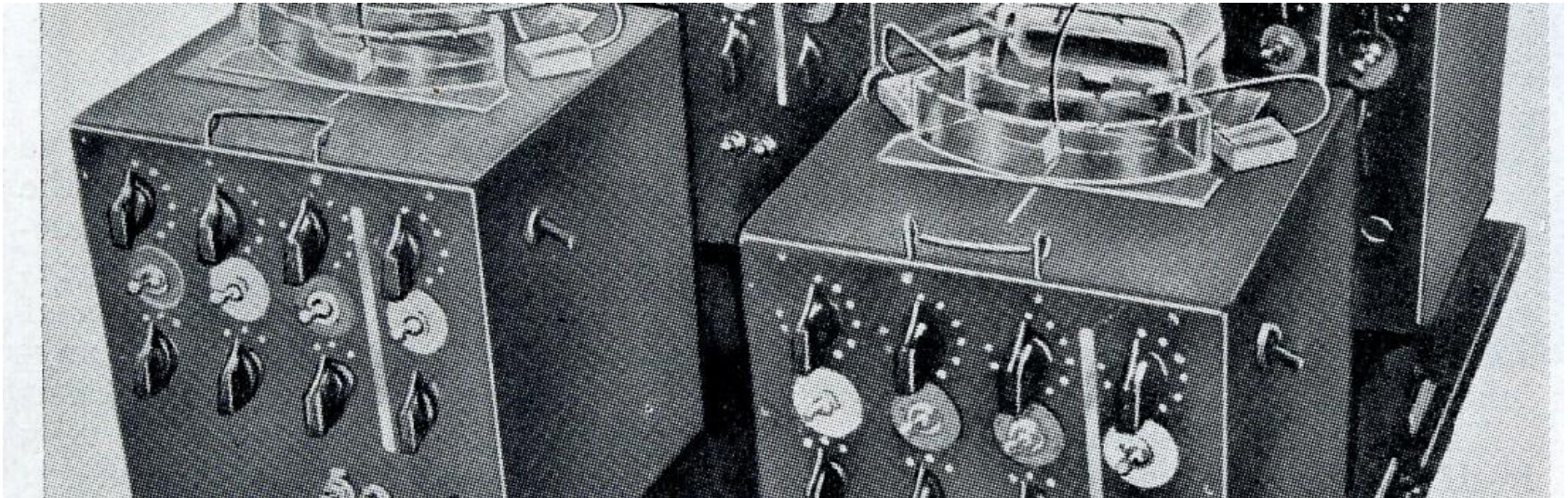


Homeostáze a ultrastabilní systémy

- homeostáze je původně biologický (přesněji fyziologický) koncept a tak jako „základní proměnné“ si lze představit takové věci jako tělesná teplota či krevní tlak
- Ashby představil koncept *ultrastabilního systému* - takový systém má 2 zpětné vazby:
 - první je očekávaná zpětná vazba mezi prostředím a organismem zprostředkovávaná na straně *percepce* zrakem, sluchem a ostatními smysly a na straně *artikulace* pomocí svalů (motorického aparátu) – tato „větev“ pracuje kontinuálně (spojitě)
 - druhá zpětná vazba zahrnuje základní proměnné – jakmile se jejich hodnoty dostanou mimo vymezený rozsah, dojde k „sepnutí“ dalšího regulačního mechanismu (např. se spustí produkce nějakého hormonu) – tento mechanismus se vypne, jakmile je opět dosáhne stabilního stavu (i jiného než původního) – činnost tohoto mechanismu je tedy skoková
- Podle Ashbyho je „chování (*živého či neživého systému*) adaptivní, jestliže přispívá k tomu, aby základní proměnné byly udržovány v přijatelných mezích“

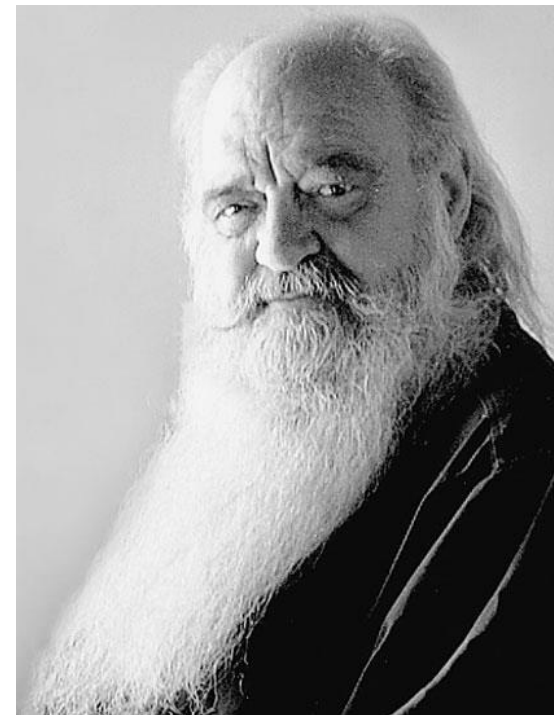
Homeostat

- Ashby byl svými koncepty ultrastability a homeostáze doslova pohlcen a často svoje myšlenky konzultoval s kolegy, včetně svého plánu postavit experimentální „ultrastabilní“ stroj
- Když se A. Turing v roce 1946 dozvěděl, co má Ashby v plánu, doporučil mu nestavět speciální zařízení, ale využít „jeho“ Automatic Computing Engine (ACE) – Ashby přesto v roce 1948 představuje svůj *homeostat*



Stafford Beer (1926 - 2002)

- věnoval se především *operační analýze*
- aplikaci matematických postupů v ekonomii, logistice a v zásadě v oblasti řízení chodu lidské společnosti
- jeho kybernetický přístup byl inspirován Ashbym
- Beer definoval kybernetiku jako „vědu zabývající se efektivní organizací“
- Byl předsedou
World Organization of Systems and Cybernetics
- zabýval se především managementovou kybernetikou
- v roce 1971 byl osloven nově vzniklou chilskou vládou, která plánovala využít kybernetické principy při řízení celého státu – projekt *Cybersyn* (CYBERnetics SYNergy)



Projekt Cybersyn (1971-1973)

- všechna (převážně ekonomická) data byla zpracovávána statistickým softwarem a pokud se hodnoty nějaké „základních proměnných“ (v tomto případě třeba dostupných zásob nebo míry absence v práci) ocitly mimo „přijatelné meze“, byly o tom informovány příslušné instituce (např. ředitelé továren, odbory, v extrémních případech i vláda).
- data byla také zpracovávána simulačním softwarem CHECO (CHilean ECONomic simulator), který se snažil modelovat budoucí vývoj ekonomiky
- řídicí středisko (*opsroom*)

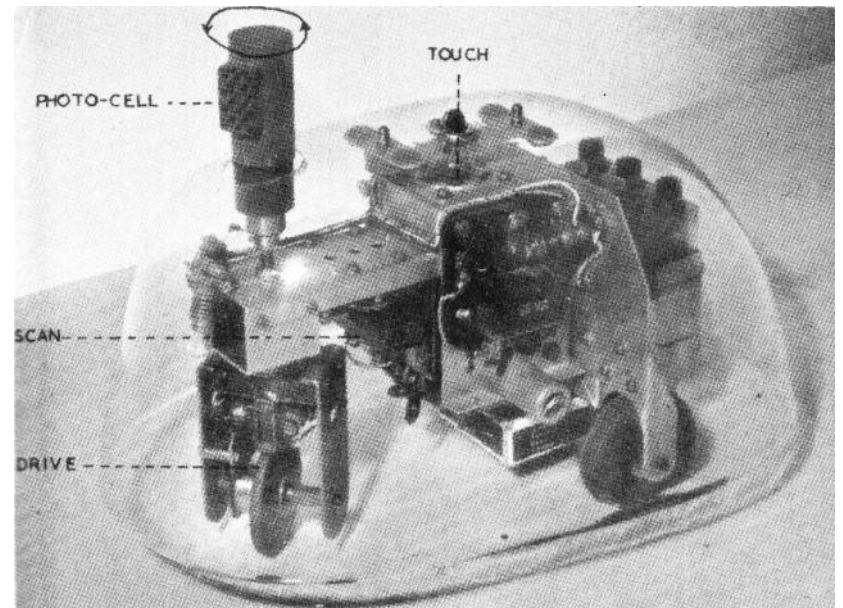


William Grey Walter (1910 – 1977)

- neurofyziolog a robotik
- věnoval se především elektroencefalografii (EEG) – navštívil Hanse Bergera, vynálezce EEG, vylepšil elektroencefalograf a s pomocí tohoto přístroje dosáhl mnoha objevů
- zajímal se také intenzivně také o problematiku podmíněných reflexů, inspirován Pavlovem
- slavnou (a pro obor kybernetiky asi nejvýznamnější) jeho prací jsou však „robotické želvy“ (1948-1949)
 - autonomní roboti, kteří byli vybaveni čidly doteku a světla
 - měli také jednoduchý „mozek“ (asi 2 „neurony“) a Walter se snažil dokázat, že i takto jednoduchou strukturu lze něco naučit
 - „želvy“ ovlivnily celou řadu dalších robotiků (Hans Moravec, Rodney Brooks, atd.) a jejich v podstatě přímým „potomkem“ jsou dnešní robotické vysavače



Robotické želvy



I. J. (Jack) Good (1916 - 2009)

- statistik, blízký spolupracovník A. Turinga
- mimo jiné autor konceptu *inteligentní exploze*
 - „Definujme ultrainteligentní stroj jako takový stroj, který je schopen vykonávat intelektuální aktivity lépe než sebechytřejší člověk. Jelikož navrhování strojů je jednou z těchto intelektuálních aktivit, ultrainteligentní stroj dokáže navrhnout ještě lepší stroje. Nepochybně tedy dojde k „inteligentní explozi“ a intelligence člověka zůstane daleko pozadu. První ultrainteligentní stroj tedy bude poslední vynález, který člověk bude muset udělat ...“
- okamžik vyvinutí ultrainteligentního stroje se později začal nazývat *technologická singularita*

