



## Julian Himely Bigelow 1913-2003



*"Absence of a signal should never be used as a signal."*  
Julian Bigelow 1947

# 1 Životopis

## 1.1 Narození a dětství

Julian Himely Bigelow, čtvrtý z pěti sourozenců, se narodil 19. března 1913 42 mil od Princetonu v Nutley v New Jersey. Již ve svých třech letech našel u své tety šroubovák, odmontoval všechny kliky ze dveří a dal je na jednu velkou hromadu. Trvalo mu velmi dlouho dát vše zase na své místo.

Rodina žila v bývalém statku z 18. století, kde nebyla žádná elektřina až na jeden obvod ve sklepě, na který bylo napojeno vodní čerpadlo. Julian tajně instaloval další obvod, který zakončil ve svém pokoji elektrickým světlem.

## 1.2 Počátky kariéry

V 17 letech vstoupil do Institutu Technologií v Massachusetts (MIT). Na studium si vydělával rozvážením mléka. Zakončil ho však úspěšně magisterským titulem v oboru elektrický inženýr.

Julianova první práce byla sestavit navigační gyroskop a zařízení pro automatickou detekci vad na železničním zařízení. Pracoval ve spolupráci se Sperryho společností v Brooklynu v New Yorku.

Koncem roku 1938 Bigelow opustil Sperryho a přidal se k IBM v Endicottu v New Yorku jako jejich první pracovník s pozicí elektronický inženýr. Touto dobou bylo IBM hlavně mechanicky orientovanou firmou a představa o elektronickém počítání byla téměř odporná.

## 1.3 Klíčové setkání N. Wienera a J. Bigelowa

Ke konci první světové války si Wiener zajistil práci u Boston Herald (Americký deník). Jeho kariéra reportéra a spisovatele ale neměla dlouhého trvání. Problém byl v tom, že se nenačil psát s nadšením pro věc, ve kterou sám nevěřil. Po jeho nuceném odchodu byl najat jako učitel na MIT, jeho domovem po následujících 45 let.

Na počátku Druhé Světové války se Bigelow, pro své zkušenosti a zálibu v létání se zapsal do námořnictva jako letecký kadet. Když se však do námořnictva dostal, musel jít navštívit vedoucího oddělení MIT. Ten ho však nechtěl pustit, protože potřeboval, aby zjistil, o čem Norbert Wiener mluví. Ten tou dobou říkal, že ví jak vyhrát válku jednou rukou a nikdo jeho intelektuálním nápadům nerozuměl. Bigelow nakonec tedy zůstal, aby s ním spolupracoval

a zjistil o čem mluví. Bigelow tedy sloužil jako Wienerův asistent od roku 1940 do roku 1943.

„Wiener byl odvážný a nepozorný, instinktivní, logický a naprosto nevhodný pro pečlivé postupné analyticko-experimentální procedury” řekl Bigelow Johnu von Neumannovi v roce 1946. Wiener pracoval spíše jen s několika nadšenými příznivci, což byl nejspíše důsledek jeho špatných zkušeností spolupráce s velkými skupinami.

## 1.4 Rozdíly mezi Wienerem a Bigelowem

Wiener byl vyhraněný teoretik. Zatímco tichý, důkladný Bigelow byl inženýr obklopený stroji. Bigelow po mnoho let hýčkal řadu starých a zchátralých aut, která by většina motoristů již dávno poslala na smetiště.

Bylo nemyšlitelné, aby někdo v Princetonu bydlel v něčem jiném než v obyčejném domě. Avšak Bigelow si koupil bývalý kovářský obchod v centru Princetonu a v roce 1952 ho přestěhoval do volné lokality na Mercer street. Když jednání s úřady ohledně ceny přemístění nadzemních vodičů selhalo, rozdělil Bigelow dům jednoduše napůl a následně ho smontoval již na novém místě. Bigelow také udržoval řadu malých letadel včetně Cessny, kterou opravil a létal s ní. Dokonce jednou měl v obývacím pokoji demontovaný motor letadla, který v případě, že přišli hosté, ukryl pod ubrus.

Wiener, který nebyl schopný zůstat na koni vzpřímený, se bál létání, ale byl ochotný letět s Bigelowem. V letadle byly ocelové trubky, které podpíraly čelní sklo a na nich Wienerovy ruce zanechaly otisky prstů.

## 1.5 ”Debomber”, první spolupráce Wiener-Bigelow

Wiener se rozhodl vzít na sebe problematiku protiletadlového zaměřovače, nejneřešitelnější výzvy druhé světové války.

V roce 1940 Německé bombardéry shazovaly výbušniny na Velkou Británii. Americké cíle mohly být další na řadě. Nově založený Národní výzkumný výbor pro obranu (NDRC-National Defence Research Committee) úřadu pro vědecký výzkum a vývoj (OSRD-Office of Scientific Research and Development) předkládal širokou škálu návrhů pro vývoj.

Wienerův první návrh, který předložil v září roku 1940 Vannevaru Bushi, byl obejít přesnost vystřelením nádob naplněných extrémně hořlavými plyny (ethylen, propan, aceton), které by zaplnily značný prostor výbušnou směsí. Tento návrh se však nedočkal žádné odezvy.

Později se obrátil na Warrena Weavera, který navrhl zkoumat predikční zařízení, které předvídá, kde má být letoun po uplynutí stanovené doby. Weaver během svých dovolených z vojenské služby jako hlavní filantrop Rockefeller Foundation získal v prosinci 1940 požadovaných 2325 dolarů, a projekt 5980 pod záštitou NDRC (konkrétně D.I.C. – Detection, Instruments, Controls) byl zahájen.

V roce 1940 měl střelec čelící bombardérům ve vysokých nadmořských výškách zhruba 10 vteřin na pozorování blížícího se cíle před odhadnutím jeho dostřelu, nastavením časované spouště a střelbou 90mm patrony, která letěla vzduchem až 20 vteřin. Práci střelce bylo hádat, kde by letadlo mohlo být v určený okamžik, zatímco práce pilota bylo hádat, kde by střela v ten okamžik být neměla.

Wiener a Bigelow považovali pozorovatele, dělo a pilota, jako pravděpodobnostní systém. Pravděpodobnost zvýhodňovala pilota, protože v té době (1940) pouze jedna z 2500 protiletadlových střel zasáhla cíl. Analýzou chtěli určit do jaké míry lze pohyb cíle předvídat a do jaké míry je pohyb cíle nepředvídatelný. Toto rozlišení bylo v teorii komunikace ekvivalentní rozdílu mezi signálem a šumem. Ve zprávě Weaverovi v roce 1942 napsal Wiener, že přenos jedné informace nemá žádnou komunikační hodnotu. Proto se rozhodl nasbírat zásobu možných "signálů" a určit jejich pravděpodobnost.

Wiener začal zkoumat problém z pohledu Brownova pohybu, kdy letadlo mění náhodně směr v každý okamžik letu, byl tak připraven na nejhorší možný případ, který by teoreticky mohl nastat. Jeho teorii posílila Bigelowova zkušenost s pilotováním. Držel se tak prostoru možných trajektorií letu omezených výkonem letadla a fyzikálními hranicemi člověka - pilota. Téměř všechny bojové lety, které Bigelow pozoroval, se skládaly z křivek. Rovné (přímé) letové dráhy byly spolehlivým prediktorem pouze toho, kde by letadlo nemohlo být v žádný z budoucích okamžiků.

28. Října 1941 poslal Warren Weaver dopis Wienerovi a Bigelowovi seznam otázek, které směřovaly na jednu pochybu, zda Wienerova teorie směřuje k něčemu, co by mohlo ovlivnit výsledek války. 2. Prosince 1941, pět dní před útokem na Pearl Harbor, Bigelow odpověděl 59 stránkovým dopisem, který hlásil veškerý pokrok na "debomberu". Cílem byl protiletadlový zaměřovač, který si zachová signál (trajektorie letu letadla) oddělený od šumu, jež byl vyjádřen jako nepředvídatelnost pilota a výpočetní chyby v průběhu pozorování letu. Oddělení signálu od šumu však bylo zcela nemožné provést perfektně.

Jako reakci na vývoj "debomberu" Bigelow sestavil seznam 14 MIP (Ma-

xims for Ideal Prognosticators), což byla sada 14 pravidel, kterých by se mělo držet při vývoji strojů na předpověď.

Podle Bigelowa neexistuje člověk nebo stroj, který by byl schopen předvídat budoucnost. Takzvané předpovědi, vyhodnocené pomocí sítí nebo jinými způsoby, jsou pouze uměle obrácené průběhy již známé funkce z minulosti, které se přidaly k současné hodnotě funkce. Nicméně Bigelowova strategie se vyplatila. Model základního principu byl úspěšně zkonstruován a umožňoval operátorovi, ovládajícího bílý světelný bod, sledovat náhodný pohyb červeného světelného bodu po místnosti, který zajišťoval upravený otočný fonograf, představující uhýbavý pohyb cíle. Wiener byl rozrušený myšlenkou, že jeho výpočty jsou relevantní a použitelné.

Bigelow nechtěl odkládat Wienerovy matematické myšlenky, ale uskutečnit je efektivně v čase této války bylo pravděpodobně nemožné. Jak šance na uplatnění Wienerových myšlenek klesaly, Wiener tlačil více na teoretickou stránku projektu. Bigelow zkoušel pracovat proti času. Více než jednou počítal celou noc. Aby měl energii dál pracovat, často užíval benzedrin (amfetamin), jehož nebezpečí si neuvědomoval.

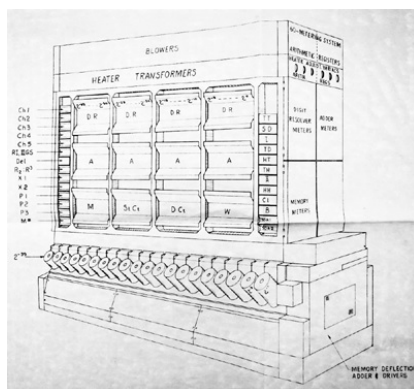
I když spolupráce Wienera a Bigelowa nepřinesla funkční “debomber”, měli vliv na další odvětví. Byli spoluautory Arturo Rosenbluthova dokumentu “Behavior, Purpose and Teleology”, který navrhoval sjednocení principů, které jsou základem účelového chování mezi člověkem a strojem. Následně se konalo na IAS (Institutu pro pokročilé vzdělání) třídní zahajovací setkání, hostované Von Neumannem. Následovala řada formálnějších konferencí, kde se začalo formovat hnutí známé jako hnutí kybernetiky.

## 1.6 Počítač IAS Machine

V roce 1943 Bigelow opustil MIT a zároveň byl přizván k vývoji zaměřovače bomb pro vysokorychlostní bombardéry, který měl za úkol zasáhnout statické cíle na zemi, což byl podstatě jeho předchozí project s Wienerem “debomber” vzhůru nohama. Povýšen do funkce ředitele zůstal dalších 2,5 roku ve skupině, která pracovala pod záštitou Kolumbijské university.

V Princetonu se mezitím pokoušel von Neumann zahájit stavbu počítače. Presper Eckert, který měl vést inženýrský tým se však zdráhal a místo sebe poslal svého švagra, strojního inženýra, Johna Simse. Ten byl zároveň prvním zaměstnancem projektu. Měl za úkol shánět nástroje, elektronické součástky a materiály. Když se jednání s Eckertem definitivně zastavila, začal von Neumann hledat náhradního hlavního inženýra. Wiener, který byl požádán o

doporučení, napsal na první místo jméno Julian Bigelow. Bigelow se spolupráci souhlasil a dohodli se, že Bigelow přijede na schůzku svým autem. Přijel o hodinu později v tak zchátralém autě, že nebýt v rukou Bigelowa, už by dávno nejezdilo. Bigelow však i přes přijetí pozice hlavního inženýra ještě několik měsíců dojížděl, než splnil své povinnosti vůči výzkumné skupině na Kolumbijské univerzitě a přestěhoval se I se svou rodinou z New Yorku do Princetonu.



### *Návrh konstrukce počítače IAS*

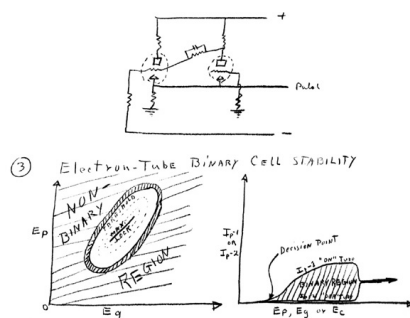
Jako laboratoř sloužil týmu sklep Princetonského IAS, kde nebyl žádný prostor. Ani pro Bigelowa coby hlavního inženýra nebyla žádná kancelář, kde by přemýšlel o logických obvodech. V institutu se však nově zřízená laboratoř nesečkávala s pochopením a studenti zastávali názory různých extrémů. Ti však mírnili své námítky v souladu s respektem a úctou, kterou chovali k von Neumannovi.

Prvním úkolem bylo postavit si pracovní stoly, na kterých by měli pracovat. Inženýři si také museli nainstalovat vlastní elektroinstalaci připomínající první Bigelowův elektrický obvod do jeho ložnice. Tato elektroinstalace byla zároveň první výdaj na projekt elektronického počítače. S příchodem podzimu a výraznému oteplení díky kotlům v prostorách sklepa se museli inženýři částečně přestěhovat o patro výše. Tento krok se však setkával se značnými protesty. Inženýři tak byli nuceni být v soužití se studenty, kteří je brali jako "páté kolo u vozu".

Platy inženýrů se pohybovaly od 5 do 6 tis. dolarů, což bylo tolik, aby jim zabránili odchodu na lépe placená místa v průmyslu, ale výrazně méně než měli hostující odborníci na IAS. Průběh projektu zároveň stěžoval přídel materiálů, který byl značně omezen kvůli nedostatku surovin pro stavbu

samostatné budovy počítače. Její projekt byl nakonec schválen i Institutem, který se zavázal, že poskytne dodatečné finance pro vylepšení vzhledu budovy. Inženýři začali hromadit potřebné komponenty a nástroje. Díky přebytku komponentů byli schopni postavit vlastní zdroje napájení. Elektronické součástky však byly pro civilní použití stále omezeny. Naštěstí v té době byli obchodníci, kteří skupovali válečný přebytek a pak se jej pokoušeli prodat. Tímto způsobem se do projektu získalo spoustu součástek. Celý stroj byl postaven z válečných přebytků a také se na tom odrazil i design stroje.

Von Neumann jako podnikatel se nechtěl zabývat každým detailem výroby a přenechal tedy celou konstrukci na inženýrech. Chtěl pouze vědět, jak vše funguje. Dal týmu však jednu užitečnou radu, aby pracovali se součástkami, které byly k dispozici a nepouštěli se do vývoje nových elementárních komponent. Tím získali velký náskok před ostatními. V roce 1946 hledali dostatečně



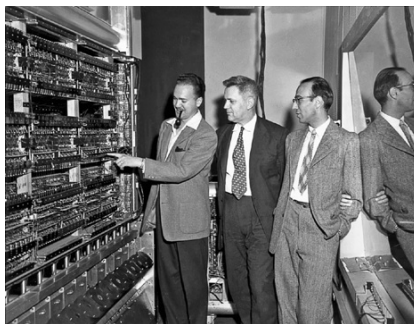
*Graf binární stability vakuových trubic*

spolehlivý výpočetní prvek. Nakonec byla využita miniaturní vakuová trubice 6J6, která byla za války vyrobena v obrovském množství. Její architektura byla vhodná pro funkci přepínače, který dokázal přepnout z jednoho stavu do druhého za méně než jednu mikrosekundu a zůstat v jakémkoli stavu, do kterého byl přepnut. Její rozsáhlé používání svědčilo hlavně o kvalitě vybraných 6J6. V té době bylo v počítači IAS z celkového počtu 3474 vakuových trubic 1979 typu 6J6.

Od roku 1947 pracoval na projektu také Rosenberg. Vznikl však záhy problém při budování 40-ti stupňového registru jako jádra počítače. Dvoustupňový registr nebyl problém, ale při třetím stupni se začaly objevovat chyby. Původcem těchto chyb byly samotné trubice, které neměly všechny stejné vlastnosti. Byli tak nuceni dimenzovat registr tak, aby dokázal pracovat s tisíci komponenty s odlišnými vlastnostmi. Vytvořili tedy návrh tak, aby byl připraven i na ty nejhorší možné vlastnosti trubic. Nové konstrukční

parametry byly rozšířeny z jednotlivých trubek na přepínače, brány, obvodové moduly a nakonec i na čtyřicetistupňové registry, které po únavném ladění fungovaly.

Bigelow prosadil, že celkovou spolehlivost stroje lze zlepšit jeho zrychlením, protože vakuové trubice trpí náhodnými selháními v poměru k jejich množství. Optimální spolehlivosti lze tedy dosáhnout provozováním co nejméně trubic při maximální rychlosti.



*Zleva James Pomerene, Julian Bigelow a Herman Goldstine  
na inspekci počítače*

## 1.7 Závěr

V roce 1943 se Julian oženil s Mary, s níž měl tři děti, Alice, Marca a Nicka. Mary zemřela v roce 1985 po dlouhé nemoci a Julian se znovu oženil s Elizabeth Merkelsonovou

Za svůj život pomohl propagovat kybernetiku a výpočetní techniku, vytvořit počítač známý jako IAS Machine, který položil základy návrhu moderních počítačů. Byl hostujícím profesorem na Kalifornské univerzitě a po mnoho desetiletí poskytoval Bigelow poradenské služby pro řadu veřejných a soukromých subjektů, včetně Komise pro atomovou energii a Národní akademie věd. Měl radost ze zjišťování principů fungování mechanismů. Byl jakýmsi spojením mezi teorií a reálným světem.

Zemřel 17. února 2003 ve svých 89 letech v Princetonu z blíže nespécifikované příčiny.

## 2 Použité Zdroje

[www.independent.co.uk](http://www.independent.co.uk)

[www.ias.edu](http://www.ias.edu)

DYSON, George. Turing's cathedral: the origins of the digital universe.  
New York: Vintage Books, a division of Random House, 2012.  
ISBN 978-1-4000-7599-7