

Doba gumová

Tento text poprvé vyšel v 25. čísle časopisu 067, 31. října 2014.

Guma, kaučuk, pryž. Materiál, který je pro fungování dnešní technické civilizace nepostradatelný. Pružnost gumy tlumí kmity a změkčuje nárazy. Její izolační schopnosti zase slouží tam, kde je potřeba používat elektrický proud. Samozřejmě věc, lehce přehlížená, všudypřítomná. Oproti oceli či žule nepožívá v běžné lidské řeči ani úctu, ani kdovíjakou prestiž. Žádný diktátor světa by sám sebe nepojmenoval Gumin.

Samozřejmě je ale jen pro nás, děti moderního věku. Na rozdíl od kamene, dřeva, kůže či kovu, které znal už pravěký člověk, jsou různé podoby gumy – historicky vzato – naprostou novinkou. Ještě slavní inženýři-průkopníci, kteří v 18. století stavěli parní stroje, by na první pohled nevěděli, o co se jedná. A při druhém pohledu by jásali a děkovali nebesům za ten dar, který by tak elegantně řešil desítky konstrukčních problémů, s nimiž museli bojovat.

Pojďme se tedy podívat na nedávné dějiny gumy.

Aztécké míče

Kaučuk zní indiánsky a indiánsky to taky je, konkrétně jde o slovíčko z jazyka brazilských indiánů „cahuchu“, což trochu poeticky znamená „plačící strom“. Plačící strom je kaučukovník a jeho slzy jsou přírodní latex, dodnes nejlepší zdroj kvalitní suroviny pro výrobu gumy. Kaučukovníky ovšem ve Starém světě před Kolumbovou cestou nerostly. Ostatně - ani dlouho po ní.

V roce 1527 vypravil mexický místokrál do Španělska loď, na níž se kromě jiných plavili i aztéctí (mexičtí) sportovci. Na španělském dvoře se tehdy vedly spory, co vlastně udělat s čerstvě dobytou veleříší. Mají místní obyvatelé získat stejná práva jako španělští poddaní? Nebo snad mají být uvrženi do otroctví? Oba názory měly u dvora své zastánce a strana, která prosazovala rovnoprávnost indiánů, se rozhodla předvést jejich kulturu a zvyky přímo

v metropoli. V moderním jazyce bychom řekli, že se pustili do budování *public relations*.

Aztékové byli kromě vášnivých válečníků také vášnivými hráči. Dva týmy, které připluly do Evropy, měly předvádět španělským velmožům míčovou hru *ullamaliztli*. Hra byla zábavnou podívanou – soupeři si navzájem přihrávali míč, který směli odpalovat pouze lokty, tělem a nohama. Zkušený tým jej dokázal udržet ve vzduchu hodinu i déle. Užaslí Evropané, kteří do té doby mnoho sportů nepěstovali, jen zírali.

Na předváděcí hru v Seville zabloudil i benátský vyslanec Andrea Navagero, kterého zápas zaujal natolik, že o něm napsal diplomatickou zprávu do své vlasti. Dopis se v benátských archivech zachoval. Když si jej přečteme, zjistíme, že zvědavého emisara nezaujali ani tolik indiáni či hra sama, jako – míč!

„Je z pevného materiálu a přitom lehký. Pustíte-li jej jen tak z ruky na zem, skáče neuvěřitelně vysoko a trvá dlouho, než se přestane odrážet...“ píše ve své zprávě Navagero. Údiv byl na místě. Pro Evropana 16. století musel být zpracovaný kaučuk nevídanou novinkou s nečekanými vlastnostmi. Tehdejší těžkopádné evropské míče, ušité z kůže a vycpané vlnou, se mu nemohly rovnat. S podobným zaujetím by asi dnešní člověk hleděl na tekuté dřevo nebo průhledný kov.

Je možné, že praktického Benátčana napadly i jiné způsoby využití přírodní gumy, než je zábava a sport. Neměl ale příležitost své nápady rozvíjet. Společně s Evropany se do Nového světa dostaly i spalničky, neštovice, příušnice a další nemoci, které v destruktivních vlnách vyhladily v průběhu 16. století velkou většinu původní populace. A při tomto umírání bylo ztraceno mnoho znalostí, které se mezi indiánskými řemeslníky nepřenesly z generace na generaci.

Mezi ztracenými tajemstvími byly i postupy k výrobě stabilní, dlouho použitelné pryže. Víme, že součástí technologie bylo „uzení“ latexové směsi kouřem z vybraných ořechových slupek, jakož i přimíchávání nějakých ingrediencí, ale přesný recept nikdo nezná.

Benátský velvyslanec tak byl nadlouho jedním z posledních Evropanů, kteří viděli praktické použití pryže. Do Evropy se vrátila až o pár století později a bylo k tomu potřeba zásadních inovací.

Holínky, které tečou

Poté, co se tajemství indiánských postupů ztratilo, zůstal jenom přírodní latex. Metoda jeho sběru je jednoduchá a nebylo na ní co zapomenout. V pralese se najde vhodný strom (nejlépe *Hevea brasiliensis* čili kaučukovník brazilský), jeho kůra se nařízne a vytékající latex se sbírá do nádoby. Strom se musí navštívit dvakrát denně, aby latex neztuhl. Nasbíraný materiál se pak vysráží a výsledkem je přírodní kaučuk. Když se stromy nařezávají „s rozumem“, nemá to pro ně závažné následky a vydrží produkovat latexovou šťávu celá léta.

Přírodní kaučuk bez dalších úprav není moc dobrý materiál. Je sice velmi odolný proti vodě, ale na mrazu křehne a tvrdne, v horku ztrácí pevnost a rozpouští se. Má „vůni“, která mnohým lidem připomíná spíš smrad. Není divu, že pár set let si jej nikdo pořádně nevšímal. (S jednou zajímavou výjimkou. Již Fernando Magalhães zjistil, že kouskem přírodní gumy se dobře odstraňuje text psaný tužkou. Anglické slovo *rubber* dodnes odráží toto původní použití, stejně tak portugalské *borracha*.)

V roce 1832 si americký podnikatel Rosburg řekl, že by tyto nepříjemné vlastnosti nemusely zase tak příliš vadit a otevřel v USA první továrnu zpracovávající přírodní kaučuk na gumové holínky a nepromokavé pláště. Byl to odvážný projekt.

Z hlediska poptávky byla jeho myšlenka geniální. Většina koupěschopného obyvatelstva USA žila tehdy v severní části země, kde po polovinu roku prší. Řada velkých měst (např. New York či Filadelfie) byla postavena na bývalých bažinách, vysušených jen velmi nedokonale. Bez kvalitního dláždění se jejich ulice v dešti měnily v moře bahna.

Nešlo jen o pouhé sucho a pohodlí, ale někdy i o život. Každé banální nachlazení se mohlo rozvinout v zápal plic. Navíc

ve městech všude číhala tuberkulóza, která s oblibou napadala prochládlé jedince s momentálně sníženou imunitou. Cokoliv, co by chránilo chodce či jezdce (na koni) proti bahně a dešti, by tedy tehdejšími lidmi bylo velmi vítáno. Když přišly na trh Rosburgovy nové voděodolné výrobky, nastala pro tehdejší střední třídu chvíle nákupního šílenství, jakou dnes dokáže vzbudit leda uvedení nového modelu iPhone.

Jenže realita – v tomto případě mizerné spotřebitelské vlastnosti přírodního kaučuku – má prostředky, jak se prosadit i přes tu největší reklamní kampaň. Movitá smetánka začala brzy zjišťovat, že draze zakoupené produkty jsou spíš k vzteku. Jakmile klesla teplota pod nulu, pláště a boty tuhly tak, že se do nich – nebo ven! – nebylo možné dostat. Gumové pláště se za mrazu daly postavit přede dveře a stály tam vlastní silou spolehlivě celé dny; vtipálci jim nasazovali cylindry. Pak přišlo horké léto a galoše odložené do skříně se roztekly na hnusně páchnoucí černé kaluže. Nejedem městský patricij zakopal tyto žalostné zbytky na dvorku a trpce přitom přemítal, jak těm podvodníkům za drahý peníz sedl na lep, a že příště si dá větší pozor. Rosburgova gumárna kupodivu nezkrachovala, ale několik let měla opravdu příšernou pověst. Takhle to tedy opravdu nešlo.

Devatenácté století bylo obdobím vynálezců-podivínů. Jeden z nich, jménem Charles Goodyear, zasvětil svůj život kaučuku. Nebyl to zrovna vědec a postupoval spíše stylem „zmateného hledání všemi směry“, než nějak systematicky. Kaučuku se však věnoval s mánií, která hraničila s duševní poruchou. Vězení pro dlužníky, mizerné bydlení po sklepích, nutnost prchat před věřiteli, ba ani podvýživa a nemoci vlastních dětí – nic z toho nedokázalo Goodyeara zastavit. Jeho chaotické pátrání dlouho nepřinášelo žádné výsledky – ostatně finančně na tom byl tak bídě, že neměl ani vlastní kamna a své experimenty musel provádět u ochotných sousedů. Pak ale jednou po poradě s jiným podobným šílencem smíchal kaučuk se sírou a zahřátím vzniklé směsi získal něco, co původní materiál převyšovalo ve všech ohledech.

Zrodila se *vulkanizace*. Poprvé od doby Aztéků se dal přírodní materiál upravit tak, aby výsledkem byla kompaktní a odolná hmota, která netuhla, neroztékala se a přitom byla stále ještě poměrně pružná. Sám Goodyear však proces moc dobře nechápal a nebylo mu jasné, který krok v postupu je ten kritický. Dlouho se například domníval, že rozhodující roli hraje kov nádoby, ve které se činnost provádí.

Mezitím se jeden vzorek Goodyearovy vulkanizované gumy zatoulal za oceán, na stůl anglického vědce Thomase Hancocka. Hancock byl Goodyearův protipól. Uznávaný vědec a podnikatel z rodiny inovátorů, tou dobou již v úctyhodném věku, ihned pochopil, že má v ruce velmi zajímavý kus hmoty. Nevěděl však nic o tom, jak vznikl. Odhadnout se dalo jen to, že prošel tepelnou úpravou.

Hancock se pustil do experimentů a po pár měsících přišel na to samé, co Goodyear – přimíšením síry a zahřátím vzniklé směsi se přírodní kaučuk změní v odolný materiál. Na rozdíl od Goodyeara byl schopen celý proces korektně analyzovat a zjednodušit.

Výsledkem byl britský patent z konce roku 1843. Pouhých osm týdnů po něm podal v Americe žádost o patent i Goodyear. Rivalové brzy zjistili, že za mořem existuje ten druhý. Začala právní bitva, kterou ukončila až Goodyearova smrt počátkem roku 1860. Průmyslník Hancock měl po celou dobu navrch, rovněž proto, že jeho soupeř zacházel se svými penězi velmi lehkomyšlně. Ačkoliv si Charles Goodyear užil svoje chvílky slávy – předváděl například svoje vynálezy na velké pařížské výstavě – z tíživých dluhů nikdy nevybředl, spíše do nich zapadával ještě hlouběji. (A ne, jeho příběh nemá nečekaný happy end. Dnešní známá továrna na pneumatiky Goodyear byla založena až 38 let po jeho smrti, a to někým zcela nepříbuzným, komu se zdálo vynálezcovu jméno dostatečně *chic*.)

Ale výsledky právní bitvy nebyly pro budoucnost světa tak podstatné. Gumu bylo náhle možno prakticky použít – a základy nové éry a nového průmyslového odvětví tím byly položeny.

Kaučukoví baroni

S novým materiálem se daly dělat divy. Holínky a gumáky byly jen začátek – pryž se dala použít například k odhlučnění strojů a redukci otřesů. Gumové hadice lépe vedly vodu, a tak dále.

Není divu, že poptávka po přírodním latexu začala prudce růst. Vznikl těžební boom srovnatelný snad jen se zlatou horečkou na Aljašce.

V divoké Amazonii, kde byly kaučukovníky domovem, vyrostla prakticky přes noc celá města zaměřená na těžbu kaučuku. Největší z nich byl pralesní Manaus, který ve svých vrcholných letech (cca 1870- 1910) představoval zhmotnění všech operetních stereotypů o zbohatlících. Vyšňoření obchodní baroni si zapalovali doutníky stodolarovkami nebo po sobě stříleli z pozlacených pistolí; jejich milenky se koupaly v šampaňském dovezeném z Francie. Nově vzniklá honorace se uprostřed džungle dožadovala luxusu evropského života. Tak vznikla např. první tramvajová síť na celém jihoamerickém kontinentě (tehdy vnímaná jako statusový symbol) nebo obrovská naleštěná budova Amazonské opery, která se dodnes tyčí nad městem jako připomínka lepších časů.

Mimo paláce smetánky vládla nesmírná brutalita. Při sběru surového latexu panovaly v pralese otrokářské poměry. Zotročování byli místní indiáni i dovezené pracovní síly. Daleko od očí veřejnosti se děly ty nejhorší excesy a zvěrstva. Za nedostatečné pracovní výkony hrozilo usekávání rukou a nohou. Uprchlíci byli vražděni na výstrahu ostatním. Nepohodlné indiánské kmeny byly vyhlazovány. Oblast zájmu byla střežena polovojenskými jednotkami, které disponovaly i takovým moderním vybavením, jako byly říční dělové čluny. Neustálý přísun peněz udržoval represivní mašinerii ve vynikajícím stavu.

Mezi kaučukovými barony vynikal jistý Peruánec jménem Julio César Arana. Jeho pralesní impérium se dalo srovnat s moderními severokorejskými lágry, jenom místo plotů sloužila neprostupná džungle. Jako strážce zaměstnával jednotky z Barbadosu, složené z bývalých černých otroků; jejich krutost vůči svým nešťastným bratrům v okovech byla legendární.

Příšerný systém byl ekonomicky produktivní, kaučukový Čingischán však podcenil vliv veřejného mínění. Do jeho říše proniklo pár zvědavých Američanů, kteří vynesli zkažky o tamním dění ven a publikovali je v britských novinách. Pobouřená anglická veřejnost si vynutila vyšetřování. Britové vyslali do oblasti vyšetřovací komisi vedenou sirem Rogerem Casementem, která ve svých zprávách jen potvrdila obraz obrovské nespravedlivosti, tyranie a bídy. Jelikož Aranova společnost byla registrována v Londýně, znamenalo to pro jeho podnik katastrofu; zemřel v naprosté chudobě.

Hlavní nebezpečí pro amazonský kaučukový boom však nepředstavovala podrážděná veřejnost za oceánem. Noviny se koneckonců dají uplatit nebo zastrašit, aby psaly o něčem jiném, a obě tato umění ovládali kaučukoví baroni dobře. To, co jim nakonec zlomilo vaz, byly neosobní síly nabídky a poptávky.

Již pár let po začátku velkého boomu si Velká Británie, jejíž průmysl tehdy dominoval evropské ekonomice, začala uvědomovat, jak nepříjemnou závislost si vyvíjí. Strategická surovina byla v rukou cizí mocnosti, která sice neměla s Británií nikdy špatný vztah (naopak, Portugalsko a později Brazílie patřily vždy ke spojencům ostrovní monarchie), ale to se, konec konců, může jednou v budoucnosti změnit. V živé paměti ještě byly události šedesátých let 19. století, kdy americká občanská válka způsobila přerušování dodávek bavlny a těžkou krizi anglického textilního průmyslu. Nyní potenciálně hrozilo něco podobného. Anglické průmyslové kruhy začaly tiše a intenzivně přemýšlet, co s tím udělat.

Na scénu vstoupil další dobrodruh, jehož jméno znělo Henry Wickham. Dnes je v Brazílii nenáviděn jako symbol zla, ale to je pohled zformovaný zpětnou znalostí toho, jak se věci nakonec vyvinuly. Když se Henry Wickham potloukal po amazonském pralese a sbíral semínka kaučukovníku, považovali jej místní za neškodného blázna a nijak mu nebránili v jeho podivné činnosti.

Britský sběrač byl se svou prací hotov v roce 1876. Dodnes existují spory o tom, zda svůj náklad na výstupní celnici v přístavu Belém deklaroval správně nebo ne. Ať tak či tak, Wickham si zpátky

do Londýna kromě komářích štípanců odvezl i 70 tisíc semínek kaučukovníku, převážně pochybné kvality. Semínka si vzali na starost královští zahradníci v Kew Gardens. Jen 2800 jich pod jejich péčí vyklíčilo. Bylo to ale 2800 hřebíků do budoucí rakve amazonských kaučukových baronů.

Kaučukovník je citlivý strom a ke svému optimálnímu růstu vyžaduje správný sklon svahu, správné množství slunce a deště, vhodnou ochranu před větrem a dokonce i vysazení ve správném období roku. Následujících 20 let se britští plantážníci na Srí Lance a v Malajsii (které měly podnebí nejpodobnější k amazonskému) snažili toto přírodní puzzle rozluštit. Vědecký a systematický přístup se nakonec vyplatil. Kolem přelomu století zapadly poslední díly skládačky na svoje místo a malajské plantáže vstoupily na světový trh jako mocný konkurent.

Zlatem ověšení baroni z Amazonie náhle zjistili, že cena jejich klíčového vývozního artiklu padá strmě dolů, a to i přesto, že poptávka stále roste. Zpanikařili a pokusili se ze svých podniků v terénu vyždímat ještě více. Tím si dále škodili, protože nadměrně vytěžované kaučukovníky usychají a nové dlouho nevyrostou. Hlavní – a neřešitelný – problém však spočíval v efektivitě práce.

Amazonský gumový průmysl stál na tom, že se sběrači potulují po pralese, nacházejí jednotlivé osaměle rostoucí kaučukovníky a sbírají z nich latex. Vzdálenost mezi dvěma stromy běžně přesáhla sto metrů. Naproti tomu malajské plantáže se sestávaly z hustých řad kaučukovníků vysazených pět metrů od sebe. Sběrač se ani nemusel příliš namáhat, aby za hodinu vytěžil dvacetkrát tolik suroviny co v Amazonii. Navíc na východoasijských plantážích nepracovali otroci, ale pilní Číňani z Hongkongu a okolí, kterým zvýšená efektivita celého podniku umožňovala platit přijatelnou mzdu; dobrovolné zaměstnance nebylo třeba nákladně střežit. Sestup a pád kaučukové aristokracie byl rychlý. Kolem roku 1900 byl ještě Manaus přepychovým centrem smetánky. O patnáct let později bylo město ve zřetelném úpadku a *big money* se přestěhovaly jina.

Došlo ještě k jednomu vzepětí sil. Americký průmyslník Henry Ford se po první světové válce pokusil napodobit úspěch Britů a na mnoha hektarech zakoupené země uprostřed amazonského pralesa zřídil utopickou Fordlândii – megaplantáž, která měla zajistit dostatečný přísun surového latexu pro pneumatiky jeho vozů. Nacházela se poblíž města Santarém.

Úmysl dravého podnikatele byl racionální, narazil však na nepřekonatelnou bariéru v podobě místní přírody. Brzy vyšlo najevo, proč jsou kaučukovníky v původním pralesu tak daleko od sebe. V Amazonii je totiž domovem také zhoubná houba *Microcyclus ulei*, která kaučukovníky napadá a která se mezi nimi na krátkých vzdálenostech snadno přenáší.

Plantáže ve Fordlândii byly houbou zdevastovány tak důkladně, že při pohledu z letadla připomínaly spáleniště. Houba se ukázala být nesmírně odolná vůči všem fungicidním prostředkům, které byl tehdejší chemický průmysl schopen vyprodukovat. (To ostatně platí dodnes.) Když ztráty dosáhly dvaceti milionů tehdejších dolarů, prodal znechucený průmyslník svoji plantáž zpět brazilské vládě za mizivou cenu.

V Manaus tou samou dobou vytrhali tramvajové koleje – a brazilský kaučukový boom se tímto symbolickým aktem stal definitivně historií.

Éra zkumavky a laboratoře

Britské impérium mohlo být spokojeno, neboť většina kaučukové produkce světa nyní byla bezpečně v jeho rukou.

Ten samý fakt ale znepokojoval konkurenční mocnosti, zejména USA, Japonsko, Německo a Rusko, nověji SSSR. Tyto nově nastupující země si byly nepříjemně vědomy toho, že odříznutí od zdrojů kaučuku může být pro jejich průmysl zničující – a rovněž pro jejich vojenskou sílu, protože moderní ozbrojené síly už si nevystačily se statečnými muži v koňském sedle, ale potřebovaly motory a pneumatiky.

Klimatické poměry neumožňovaly rozvinout pěstování kaučukovníku mimo několik tropických regionů. Bylo potřeba přijít na to, jak vyrobit

kaučuk – nebo jeho ekvivalenty – nějakou laboratorní cestou.

Počínaje dvacátými léty 20. století tak začal velký vědecký závod, který brzy přinesl první ovoce – neopren, různé silikony, polybutadien. Seznam syntetických polymerů se rychle rozrůstal a kapacit pro výrobu umělých hmot přibývalo. Když se Hitlerova říše v roce 1939 pustila do boje proti zbytku světa, mohla už počítat s domácí syntetickou výrobou kaučuku. Poté, co se průběh války obrátil, představovaly nacistické továrny na umělý kaučuk pro spojenecké letectvo prioritní cíl.

Expanze průmyslu plastických hmot neskončila s válkou. Naopak, civilní trh si jich začal žádat ještě více. Syntetické materiály si postupně získaly podstatnou část trhu. Proti přírodní gumě vykazují větší odolnost proti chemikáliím, ultrafialovému záření, mrazu. Některé dokáží propouštět více plynů, jiné jsou zas dobře snášeny živou lidskou tkání a lze je voperovat do těla.

Přesto i na začátku 21. století tvoří přes 40 % trhu stále přírodní kaučuk z východoasijských plantáží. Jeho odolnost vůči těžké mechanické námaze zatím žádná umělá varianta nepřekonala. Pro některé produkty, jako jsou například pneumatiky pro těžké automobily a letadla, by volba čehokoliv jiného byla hazardem s lidskými životy.

Vědci zabývající se produkcí latexu se velmi obávají možnosti, že by houbové onemocnění z Amazonie mohlo jednoho dne „přeskočit“ oceán do Asie. Prozatím panuje přísná a úspěšná karanténa, ale kdyby k této kontaminaci přeci jen došlo, drtivá většina produktivních plantáží by byla zlikvidována v řádu týdnů. Následky pro světový průmysl by byly jen těžko představitelné.

Biologové se proto snaží o nalezení jiných zdrojů přírodního latexu. Jako nadějná se v posledních letech ukazuje obyčejná pampeliška, zkříží-li se se svojí kazašskou stepní sestřenicí. Pampeliška je velmi odolná a na rozdíl od křehkého kaučukovníku snese širokou škálu klimatických podmínek. Její latex také neobsahuje určité alergenní proteiny. Hlavním problémem je poměrně malá výtěžnost latexu

na jednu rostlinu. Vědci v Německu, Nizozemí, USA i v ČR proto pracují na tom, aby vypěstovali bohatší kultivary.

Projekt pampeliškového latexu už poměrně pokročil a v nejbližších letech mají přijít na trh první pneumatiky vyrobené za pomoci těchto rostlin. Zatím je těžké odhadnout, jak budou úspěšné; ale pokud ano, možná jednoho dne na našich polích nahradí řepku olejků nekonečné lány žlutých pampelišek.

Do té doby musíme doufat, že si asijské plantáže zachovají svoje zdraví.

Intermezzo – Krvavý sníh

Vzdor malého třímilionového Finska proti sovětskému medvědu, který se jej rozhodl v zimě roku 1939 pozřít zaživa, je snad nejklassičtější z moderních bájí o Davidu a Goliášovi. Navíc skutečná. Mnoha jiným menším národům, které se od té doby staly středem zájmu soudruhů z Kremlu, dodnes slouží jako vzpruha.

Zároveň je to nepříjemná připomínka skutečnosti, že David nemůže počítat s žádnou velkou pomocí a na Goliáše je sám. Jen tři měsíce před začátkem Zimní války si Stalin a Hitler rozdělili Polsko k obědu; a ačkoliv západní mocnosti formálně dodržely svoje spojenecké závazky a vyhlásily Německu válku (SSSR nikoliv! Někteří lidé, kdyby neměli dvojí měřítko, nebudou mít vůbec žádná), reálně byli Poláci zahnáni do kouta a poraženi na hlavu. A to nebylo nic proti tomu, co si měla jejich vlast vytrpět z rukou bezohledných vítězů v příštích letech.

Finové na tom nebyli o moc lépe. Za svoji statečnost sklidili na mezinárodní scéně hodně potlesku, ale nikdo nebyl ochoten jim podstatným způsobem přijít na pomoc, zejména ne žádné velmoci. Pouze sousední Švédsko umožnilo svým občanům, aby odcestovali na frontu jako dobrovolníci. Jinak byl ale nedostatek střeliva, těžších zbraní a jiného vybavení po celé trvání války vážný, místy kritický.

Nemajíce po ruce nic pořádného, dokázali si Finové poradit za pomoci různých improvizovaných zbraní. Svůj původ v této válce má například *Molotovův koktejl*, lahev naplněná hořlavou tekutinou (později gelem, který lépe ulpíval na plechu), zapálená a vržená na nepřátelský tank ze slepého úhlu. Přesto byli obránci severské země nakonec poraženi a přišli o své druhé největší město, Viipuri. Naštěstí aspoň obyvatelstvo ze zabraných teritorií dokázalo utéci do zmenšeného Finska.

Zimní válka za sebou nenechala jen odkaz hrdinství, ale také chytrosti. Inteligence a obratnost, to jsou dvě hlavní zbraně, které Davidové proti obrům mívají. Výkony finských velitelů se dodnes probírají jako učivo na vojenských akademiích celého světa. Dokonce i té ruské, která kdysi vyškolila jejich nepřátele.