

# Úvodem

Jak měnit náš svět k lepšímu?

Jak ho měnili naši předkové a co z toho vzešlo?

Je důležitější znát díla tvůrců, nebo spíše jejich životní osudy?

Je lidský úspěch dílem pevné vůle, náhody, chladnokrevného kalkulu nebo Boha?

Potřebujeme pouta společenských konvencí, nebo naprostou nezávislost na druhých?

Proč může mít náboženství smysl a moderní technika ho mít nemusí?

Jakým mechanismem vzniká nehmotná myšlenka v hmotném těle?

Proč existuje kosmos, když nemusí existovat nic?

Má význam ptát se po podstatě věcí?

Je rozumné zabývat se nepraktickými věcmi?

Je důležitější samotná cesta, nebo její cíl?

Jak sjednocovat protiklady a řešit rozpory?

Je zadlužování cestou do chudoby, nebo k bohatství?

Co nám dnes nejvíce chybí?

Navykli jsme si považovat se za vzdělané, umíme-li manipulovat s pojmy, jako jsou střídavý proud, romantismus v poezii, chemický prvek, Shakespearova drama, krevní oběh, zákony trhu či Pythagorova věta. Projdeme-li úspěšně všemi školními zkouškami, včetně té závěrečné, považujeme se za vítěze, kterým leží svět u nohou. Máme-li však aktivně tvořit vlastní budoucnost, nepomohou nám znalosti izolované od jiných znalostí. Pokud mezi informacemi z různých oborů nebudeme hledat souvislosti, pak si na vzdělání jen hrajeme a to nám nemůže stačit. Už dnes nás totiž tíží problémy, jejichž ignorování může přivodit všeobecný úpadek, nebo dokonce i zánik lidstva, ale řešit je zatím moc neumíme.

Jde o to, co dělat, abychom dostávali nápady. To je záluďná otázka, protože málokdo si uvědomuje, co se mu v hlavě odehraje během toho zlomku sekundy, kdy jej napadne to klíčové k vyřešení úlohy, inovace pracovního úkonu či technologie, kdy to zkrátka v hlavě „sepne“ a náhle vidíme skutečnost trochu jinak. Jak smontovat skříň, postavit zídku či uvařit guláš si přečteme v návodu, ale jak dostávat nápady, o tom se nedočteme nikde.

Jednou z možností, jak se inspirovat, je studium historie, jak té „běžné“, tak i historie přírodních věd a techniky. Zkusme se ohlédnout zpět a podívat se, o čem snili a v čem hledali invenci naši předkové – nejen politikové a filozofové, ale i přírodovědci a technici. Ti se na základě svých znalostí určitě chtěli rozhodovat co nejlépe, ale ignorování některých zásadních pravd se mnohdy vymstilo. Nešťastná a chybná řešení mocných nebo prosazení síly místo intelektu či jemné

diplomacie pak často způsobovaly vznik krizí a mnohaletý úpadek společnosti. Ale jak se rozpozná začínající úpadek?

Právě naše současnost vyvolává řadu znepokojujících otázek. Je možné, aby tím životem, který vedou lidé v nejrozvinutějších zemích světa, mohli žít všichni obyvatelé Země? Je na to dost zdrojů, nebo my, někteří, žijeme na úkor druhých? Je možné současným životem vyspělých zemí žít dlouhodobě? Nežijeme na dluh, který jednou budeme muset draze splatit? Lze naši evropsko-severoamerickou technickou civilizaci považovat za pokrokovou, nebo spíše za úpadkovou? Co když některé zřejmé a zásadní pravdy už dávno ignorujeme? V minulosti existovaly společnosti nebo říše, které se považovaly za dokonalé, ale v krátké době se zhroutily. Nehrozí nám něco podobného?

Svět, ve kterém žijeme, vykazuje tisíce nejrůznějších vlastností – chemických, biologických, fyzikálních, geometrických a početních, své vlastnosti mají i mezilidské vztahy, lidské duše či naše lidské vnímání nejen prostoru a času, ale i harmonie a krásy, nicméně náš *svět* je jen a pouze *jeden*. Rozumět mu znamená vnímat všechny jeho aspekty současně, neodmítat žádný pohled na něj, protože nikdy nevíme, co způsobí, že se nám „otevrou oči“, v hlavě nám „bleskne“ a vyřešíme, o čem jsme byli ještě včera přesvědčeni, že to žádné řešení nemá. Tvůrčí osobností se můžeme stát jedině tehdy, budeme-li trénováni k originálnímu kombinování toho, co na první pohled vypadá nezkombinovatelně, nebudeme-li mít v myšlení žádné překážky a předsudky a budeme-li lačni po nových informacích a zkušenostech.

Chceme-li se stát tvořivějšími, může nám při tom pomoci pohled na naši současnost jako na budoucnost předchozích generací. Ty totiž také řešily problémy srovnatelné s těmi našimi, a protože jsou dnes známy důsledky jejich rozhodnutí, lze je podrobovat rozborům z nejrůznějších stran a pozic.

Pevně věřím, že pro každého čtenáře s „otevřenou myslí“ se může tato kniha stát inspirující. Jejím cílem není změnit pohled na výuku jednotlivostí, předmětů, jako jsou dějepis, matematika či chemie, ale spíše ukázat na něco, co je spojuje a překračuje, protože právě komplexní chápání světa je něco, co může přispět k pochopení, jak náš svět vlastně funguje jako celek, ve kterém zdánlivě bezvýznamná maličkost na jednom konci může dramaticky ovlivnit situaci na konci opačném.

Každá kapitola této knihy začíná všeobecnými dějinami. Následuje pohled na filozofie a náboženství daného období, dále přehled řemeslných, vědeckých a technických znalostí a kapitola vždy končí stručným souhrnem a závěrem. Jmenovány jsou desítky osobností a záleží na každém čtenáři, zda se nechá oslovit spíše jejich osudy, které mnohdy vydají na celý román či výpravný celovečerní film, nebo spíše jejich dílem, a stane se pak po jejich vzoru „osvíceným“ filozofem, ekonomem, přírodovědcem, lékařem, technikem nebo politikem s velmi širokým obzorem.

Tato kniha vznikla z jisté části kompilací jiných knih (viz přehled literatury), její poselství by však mělo být nové – nikoli znalosti jednotlivostí, ale teprve *komplexní poznání* je pro budoucnost lidstva rozhodující. Výběr historických událostí, poznatků i jednotlivých osobností, jak byl zde provedený, je samozřejmě subjektivní a může vyvolat diskusi. Pokud tato diskuse o tom, co podstatného v této knize chybí nebo naopak přebývá, bude věcná a povede ke zkvalitnění tohoto textu, budu za ni nesmírně vděčný. Protože všeobecné dějiny jsou přece jen více známy a metodologie práce společenských věd vychází zejména z dostupné literatury, je v této publikaci poněkud větší důraz kladen na přírodní vědy a matematiku.

Kniha byla primárně psána pro studenty středních škol, eventuálně studenty prvních ročníků škol vysokých, myslím si však, že ji mohou využít i jejich učitelé. Středoškolákům by mohla pomoci hledat motivaci či osobní vizi k dalšímu studiu a pro jejich učitele by se mohla stát inspirací pro vlastní výuku a jistým přehledem toho, čemu se vlastně věnují jejich kolegové vyučující jiné předměty. Tím však není řečeno, že by si tento text nemohl přečíst kterýkoli další zájemce o obecné dějiny lidské civilizace.

# 1 Vznik a vývoj člověka (do cca 3500 př. Kr.)

## 1.1 Úvod do problematiky

Ještě v době dinosaurů, tj. před 65–60 miliony lety, se jistý drobný hmyzožravec vydal na cestu z podzemního brlohu do korun stromů. Proč to tento přímý prapředek všech dnešních primátů, včetně člověka, udělal, dnes nevíme. Možná se pustil za potravou, možná prchal před dravým ještěrem, možné jsou i jiné důvody.



To, že si dnes každé malé dítě umí představit pravěké živočichy, je dáno úspěchem několika knih, filmů či pořadů, jejichž kvalita může být všelijaká, protože těžko můžeme porovnat, do jaké míry filmové scény odpovídají tehdejší realitě.

Podstatná ale není shoda umělcevy představy s realitou prehistorického světa, ale něco jiného – obyčejná lidská zvědavost. Teprve ta totiž vyvolává jisté aktivity – například hrabání se v zemi, hledání koster, jejich pečlivé měření a vzájemné porovnávání. Pak následuje popis a formulování teorie snažící se vysvětlit, jakému

zvířeti takové kosti mohly patřit, jak takové zvíře mohlo žít, jak mohlo vypadat, čím se živilo a kdy asi tak žilo. Pokud už nějaká teorie existuje, je možné s ní konfrontovat vlastní teorii. Pak se vlastní teorie může rozšiřovat a získávat příznivce i odpůrce. Ale stále platí: to, co je hodno obdivu a co musí fascinovat, je obyčejná lidská zvědavost, schopnost přemýšlet a ochota obětovat čas i námahu intelektuálním činnostem bez ohledu na to, zda přinášejí okamžitý praktický výsledek.

Dnes existuje velká spousta teorií filozofických, náboženských a přírodovědných, které si navzájem mohou odporovat, proto nelze nekriticky spoléhat na všechny. Prostý člověk má pak dvě možnosti: buď něčemu slepě věřit a považovat to za pravdu, za kterou je nutné se bít (ať už v tom pravém, nebo přeneseném slova smyslu), anebo se ptát, z jakých faktů byly závěry vytvořeny, a sám si zkusit, jestli se z těchto faktů nedá odvodit něco jiného. Pak lze pochopitelně navrhopvat i další pozorování nebo pokusy, které mohou stávající názory pozměnit, zpřesnit, potvrdit nebo vyvrátit. Byl bych rád, kdybych přesvědčil, že *tvořivost* znamená přistoupit na tu druhou možnost.

Vzhledem k ateistickému pohledu na svět, převažujícímu u velké části evropské a severoamerické populace, je náboženství považováno za něco dávno překonaného, za něco, co stojí v protikladu k přírodovědnému názoru a blokuje veškerý pokrok. Je však možné, že další pokrok lidstva nebude záviset (jen) na přírodovědě a technice, ale rozhodujícími se mohou stát schopnosti církví reflektovat současný stav světa a lidských znalostí, které jsou diametrálně odlišné od dob Lao-c'e, Konfucia, Buddhy, Abraháma, Ježíše Krista nebo Mohameda. Možná je důležitější, aby se přednostně rozvíjely humanitní obory, abychom pochopili, že používáním techniky nám něco podstatného uniká, a toto něco bychom měli být schopni pojmenovat. Pak můžeme poznat, že technický pokrok opravdu není všelék na všechny neduhy světa a možná ho není nutné rozvíjet za každou cenu.

Zkoušejme promýšlet nejrůznější názory, protože pak můžeme zjistit, že mnohé z těch, které bez výhrad přijímáme, jsou nesmyslné a v rozporu se zdravým rozumem. Zrovna tak existují názory a životní postoje, které - i když vypadají protikladně - si vlastně neodporují, jako je víra v Boha a současně práce v takových špičkových oborech, jako jsou moderní výpočetní technika nebo nanotechnologie. Zkrátka chci ukázat, že existuje *jedno myšlení* a je lhotejné, používáme-li ho v matematice, technice, přírodovědě, teologii, filozofii, ekonomii nebo jiných vědách.

Studujeme-li jakýkoli obor lidské činnosti, pak dříve nebo později narazíme na hranice tohoto oboru, což se už v mnoha klasických přírodovědných, ale i matematických a technických oborech stalo. Pak se vrháme do mezioborových vztahů a zkoumáme bio-chemii, bio-mechaniku, astro-fyziku nebo matematické modelování jakýchkoli jevů a tím získáváme inspiraci k dalším vědeckovýzkumným aktivitám.

Inspirojícím se pro nás ovšem může stát i studium historie. Vždyť jak přemýšleli dávní učenci, architekti, technici? Jak to dělali, že dostávali nápady? Existova-

lo v každé době „normální“ či „módní“ uvažování? Jaký nápad v dané době platil za zvláštní nebo originální? Byli nositelé těchto mnohdy výstředních a provokativních myšlenek spíše odměňováni, nebo spíše trestáni? A jak je to dnes?

Zkusme se tedy podívat, jestli myšlení „bolí“ a jakým způsobem vlastně vzniklo bohatství znalostí, kterými dnes disponujeme a které se snažíme dál rozvíjet. Budeme-li vědět něco o naší cestě z minulosti do současnosti, zvyšujeme pravděpodobnost, že najdeme cestu ze současnosti do vcelku bezproblémové (když už ne přímo šťastné) budoucnosti.

Prvního savce v korunách stromů jsem již zmínil. Pojďme se podívat, co následovalo.

## 1.2 Předchůdci *Homo sapiens sapiens*



### 1.2.1 Ze stromů na zem

Primáti, kteří stojí na počátku cesty k člověku, se po desítky milionů let vyvíjeli v jižní Africe. Tropický deštný les, dostatek potravy, žádné starosti (jen ty běžné), lze říci „idylka“. Postupně ale část primátů opustila koruny stromů a začala žít nejdříve částečně a potom úplně mimo prales. Proč tomu tak bylo, dnes přesně nevíme – snad proto, že se z nějakých neznámých důvodů podnebí stávalo sušším a v důsledku toho prales ustupoval a savany se rozšiřovaly, možná ale došlo k přemnožení primátů a ti silnější a šikovnější dokázali slabší a hloupější nešiky z pralesa vystrnadit (pak by se jednalo o první Pyrrhovo vítězství v dějinách), možná prales ustoupil kvůli horotvorným procesům, kdy se změnilo proudění vzduchu a ubylo vláhy. Podstatné však bylo, že tito primáti v savanách měli šikovnou ruku (palec v opozici proti ostatním prstům coby pozůstatek šplhání po stromech), relativně velký mozek (objem mozkovny cca 300–400 ml) a stáli před nutností přizpůsobit se menšímu množství potravy a trvalému nebezpečí ze strany šelem.



### 1.2.2 Ramapitékus

Nejbližším zvířecím předkem člověka byl *ramapitékus*, který žil v Africe před několika miliony lety, možná před patnácti až čtyřmi. Datování kosterních pozůstatků je nesmírně složité a je otázkou, zda budeme někdy přesnější. Pro ramapitěka je podstatné, že vlivem života v savaně se častěji stavěl na zadní končetiny a postupně se po nich i pohyboval. Při pohybu po dvou byl asi šikovnější než dnešní lidoopi – šimpanzi, gorily a orangutani, i když ne o moc. Proč se pohyboval po dvou, je též záhada – možná aby měl ve vysoké trávě lepší přehled a včas odhalil hrozící nebezpečí.

### 1.2.3 Australopitékus

Předstupněm k člověku byl *australopitékus*, který žil asi před čtyřmi až dvěma miliony lety opět v jižní Africe. Už chodil více vzpřímeně, což zanechalo stopy na jeho pánevních kostech (lidoopi mají podlouhlý tvar pánve, kdežto australopitěci i dnešní lidé mají pánev miskovitou). Ovšem stehenní kosti měl ještě dlouhé, jako mají současní lidoopi (moderní lidé mají stehna kratší). U australopitěků musely vznikat problémy s porodem mláďat – hlavička plodu byla velká (mozek měl objem cca 400 ml), ale otvor v pánvi byl zmenšený (kvůli podpoře chůze po dvou se totiž pánev rozšiřovala a tím znesnadňovala porod). Porod se proto odehrával výrazně dříve, než tomu bylo u jiných lidoopů, aby mládě „stihlo“ projít otvo-

rem přes pánev matky. Mláďata primátů jsou po porodu už schopná aspoň minimálního pohybu, protože se rodí poměrně vyspělá, ale u australopitéků a všech následujících hominidů, včetně dnešního člověka, se mláďe narodí zcela nepřipravené na život a je naprosto odkázané na péči rodičů. Je možné, že těsné pouto mezi úplně bezmocným mládětem a jeho matkou je počátkem rozvíjejícího se citového života. [62]

#### 1.2.4 *Homo habilis*

Z jedné z několika větví australopitéků vznikl *Homo habilis* (člověk zručný, žil přibližně před 2,5–1,5 mil. let opět v Africe). Na rozdíl od australopitéků se už neživil pouze semeny, kořínky a ovocem, ale i masem. Zdá se, že nejprve pouze vyhledával mršiny, teprve později dokázal lovit. Lov mu umožnila výroba nástrojů. Ta si ale vynucovala jemnější motoriku, a tím zvětšení těch oblastí mozku, které řídí pohyby prstů. Je to příklad *kladné zpětné vazby*: výroba dokonalejších nástrojů způsobila zvětšování objemu mozku (na přibližně 600 ml) a zvětšený mozek umožnil vylepšovat jemnou motoriku rukou a vyrábět ještě dokonalejší nástroje.

U *Homo habilis* je možné dokreslit i proces polidštvování – tlupa těchto hominidů se potulovala krajinou v okolí bezpečného útočiště, kde zůstávaly malé děti a některé matky jako jejich dozor, ženy sbíraly po okolí ovoce a plody, muži lovili zvěř. Potravu si přinesli do tábora a rozdělovali si ji mezi sebe. Je to chování diametrálně odlišné např. od dnešních šimpanzů, kteří sice také žijí v tlupách, ale potravu si shání každý sám pro sebe. S donáškou potravy do tábora byl ale spojený nenápadný problém – jak nosit ovoce. Kus masa si člověk přehodí přes rameno a odnese, ale nosit bobule a plody na vzdálenost několika kilometrů vyžaduje vyrábět nádoby, sítky, rohože nebo něco podobného. Nástroje se tak velmi pravděpodobně nevyráběly jen z kamenů.

Současně se projevuje to, čemu dnes říkáme *reciproční altruismus* – jedná se o pomoc, která by měla být vrácena (například sojka v lese zakřičí, všimne-li si nebezpečí, tím sice na sebe upozorní a může se ocitnout v ještě větším nebezpečí, ale ostatní varuje – příště zase bude varována ona). U *Homo habilis* se zřejmě s rozvojem recipročního altruismu začíná rozvíjet řeč. Lze si totiž představit situaci, kdy se některý jedinec „veze“, podvádí, neupozorní na nebezpečí, i když by mohl, a někdo z ostatních ho odhalí. Rozšiřuje se proto škála pocitů, které se v nějaké podobě musí vyjádřit – co je správné a co špatné, co je provinění, důvěra, podezření, zrada, radost, úleva atd. [62].

#### 1.2.5 *Homo erectus*

Na *Homo habilis* navázal *Homo erectus* (člověk vzpřímený, žil cca před 1,5–0,4 mil. let), který byl prvním hominidem, jenž se vydal z Afriky do světa a postupně osídlil Asii i Evropu. Byla pro něj typická naprosto dokonalá chůze po dvou kon-





četinách, měl výrazně větší mozek než jeho předchůdci (cca 800–1000 ml), a tím i výrazně větší duševní schopnosti.

Vyráběl více druhů nástrojů, lépe se přizpůsoboval novému prostředí, tlupy se postupně zvětšovaly a v jejich rámci vznikaly rodiny – o dítě musel pečovat i otec, protože samotná matka nemohla stihnout zabezpečit dítě a zároveň sehnat pro něj a sebe dostatek potravy.

Dnes se předpokládá, že *Homo erectus* přišel o svou přirozenou srst, protože při lovu i při transportu potravin do tábora se jeho organismus přehříval. Postupně přibývalo potních žláz vylučujících vodu, která odpařováním tělo ochlazovala. Bylo nutné hodně pít a vlastně i dnes je člověk více závislý na vodě než lidoopi. Holá kůže byla pochopitelně černá, aby chránila před slunečním zářením. Teprve když se *Homo erectus* dostal mimo Afriku do chladnějších oblastí, začala jeho kůže postupně blednout.

Na počátku dalšího zdokonalování řeči byl zřejmě zpěv a tanec celé skupiny, což jednak přispívalo k vyjevování emocí, jednak vyvolávalo pocit sounáležitosti všech se všemi. Pro rozvoj řeči byly podstatné i některé změny – předně bylo nutné mít hlasové ústrojí umístěné hlouběji v krku, aby rezonanční prostor byl co největší a umožňoval dostatečnou škálu zvuků a tím vývoj artikulované řeči. Současně bylo nutné mít precizně ovládaný jazyk a dýchací svaly, protože bez správné synchronizace dýchání a práce hlasivek nelze dobře mluvit. U *Homo*

*erectus* bylo zjištěno, že podjazykový kanál, kterým jsou vedeny nervy z mozku do jazyka, rtů a čelistí, byl srovnatelný s podjazykovým kanálem dnešního člověka, totéž se týká i míšního kanálu, který zajišťuje napojení nervů na hrudník a tím umožňuje lépe ovládat dýchání. [62]

Jednou z prvních revolucí v dějinách člověka bylo „zkrocení“ ohně. Všechna zvířata se pudově ohně bojí a nejinak to bylo s předky člověka až do doby před 500–400 tis. lety. Zkusme přimhouřit oči a představit si první lidskou ruku, která chytá hořící větev. Komu ta ruka patřila? Dobrodruhovi, který si chtěl zaplavit tělo adrenalinem? Pubertákovi toužícímu demonstrovat nezávislost na rodičích? Roztržitému „mysliteli“, jenž si neuvědomoval, co činí? Zamilovanému mladíkovi, který chtěl své milé předvést vlastní odvahu? Nebo zoufalé matce bránící své děti před šelmou? Oheň od těchto dob člověka doprovází a bez něj si proces polidštění naprosto nelze představit.

### 1.3 *Homo sapiens*

Před 500 tis. lety se vývoj jedné z afrických populací *Homo erectus* začal urychlovat, až vznikla archaická forma *Homo sapiens*. Znalostí a dovedností prudce přibývalo a následoval opět postup z Afriky do Asie a Evropy. Všude v kontaktu s ním *Homo erectus* rychle vymizel. Zřejmě z této archaické formy vznikl *Homo sapiens neanderthalensis* (člověk neandrtálský), který dokázal obsadit velkou část Evropy i jižní Asie.

Před 200 tis. lety vznikla opět v Africe jemnější forma *Homo sapiens sapiens* (tj. anatomicky moderní člověk), což už byl člověk k nerozeznání od nás (na rozdíl od archaické formy či neandrtálců). Úspěch této nové formy byl tak obrovský, že v kontaktu s ním se všechny starší formy hominidů velice rychle ztratily (včetně neandrtálců); v Africe zmizela archaická forma člověka už před 150 tis. lety. Před 70 tis. lety překročili anatomicky moderní lidé hranice Afriky a obsadili Asii, před 60–45 tis. lety Austrálii, před 45 tis. lety se dostali do Evropy (tzv. *kromaňonci*), před 15 tis. lety přešli přes Beringovu úžinu do Ameriky. Na celém světě zvítězila tato jediná forma. Na základě testů nukleových kyselin se ukazuje, že všichni současní lidé jsou potomky zhruba 10 tisíc jedinců, kteří před 200 tis. lety začali svou cestu světem; původem jsme si tedy všichni mnohem blíží, než se dříve soudilo. [62]

Moderní člověk byl již vybaven mozkem o velikosti, jakou máme i dnes (cca 1600 ml). Byl výborný lovec, již před 30 tis. lety si dokázal vyrábět takové zbraně, jako jsou luky a šípy. Ve stejné době si uvědoměle dělal zářezy do kostí nebo dřeva – počítal? Byl schopný vytvářet „malé ohně“ (svíčky z tuku či oleje a knot) jako osvětlení interiérů. Naučil se učit ze svých zkušeností i zkušeností druhých, dokázal napodobovat jednání druhých a přemýšlet o něm. Vznikla kultura v pravém

slova smyslu, zahrnující popisy událostí, vyprávění příběhů, výrobu předmětů, které nesouvisejí s praktickým užíváním (první sošky, hračky), a před 30 tis. lety maloval nástěnné malby, jak o tom svědčí např. malby z jeskyň Altamira ve Španělsku a Lascaux ve Francii, staré téměř 20 tisíc let. Lidé už měli propracované první rituály – zpěv, tanec, pohřbívání zemřelých.

A vytvářelo se náboženství. Znalosti o světě, kterými lidé disponovali, bylo třeba skloubit do nějakého celku. Bylo nutné poznatky třídit (schopnost třídit data má člověk asi vrozenou), aby bylo možné světu rozumět. Náboženské představy mohly vzniknout teprve v době, kdy myšlení lidí bylo na určité minimální výši. S jejich pomocí pak bylo možné vysvětlovat i jevy, které se tehdejšímu člověku zdály nepochopitelné, zkrátka staly se něčím, co dávalo řád a smysl jak okolnímu světu, tak životu uvnitř dané populace.

V této kapitole jsem několikrát použil slova mizet, ztrácet se. Nevím, jak moc jsou tato slova výstižná, ale uvědomme si, že různé formy rodu *Homo*, dvě, někdy i tři, se potkávaly a dívaly se na sebe. Co si tak tito lidé o sobě mohli myslet? Považovali se za kořist? Uznávali se jako partneři? Nenáviděli se? Respektovali se? Cítili k sobě nějaké pouto? Tohle dnes nevíme a asi se to ani nikdy nedovíme.

Ani vztah *Homo sapiens sapiens* k *Homo sapiens neanderthalensis* není příliš jasný. Byli neandrtálci vyhubeni? Vymřeli, protože nebyli schopni plnohodnotné artikulované řeči? Vymřeli, protože nedokázali vytvořit smysluplnou, vyšší formu existence – kulturu a náboženství, které lidi stmelují a pomáhají překonávat těžkosti? Byly možné styky a kontakty mezi moderními lidmi a neandrtálci? Je možné, že v nás koluje i neandrtálská krev? To všechno jsou opět otázky bez (jednoznačných) odpovědí, byť moderní výzkum ukazuje, že kontakty i křížení mezi neandrtálci a moderními lidmi byly velmi pravděpodobné.

## 1.4 Nejstarší technologie

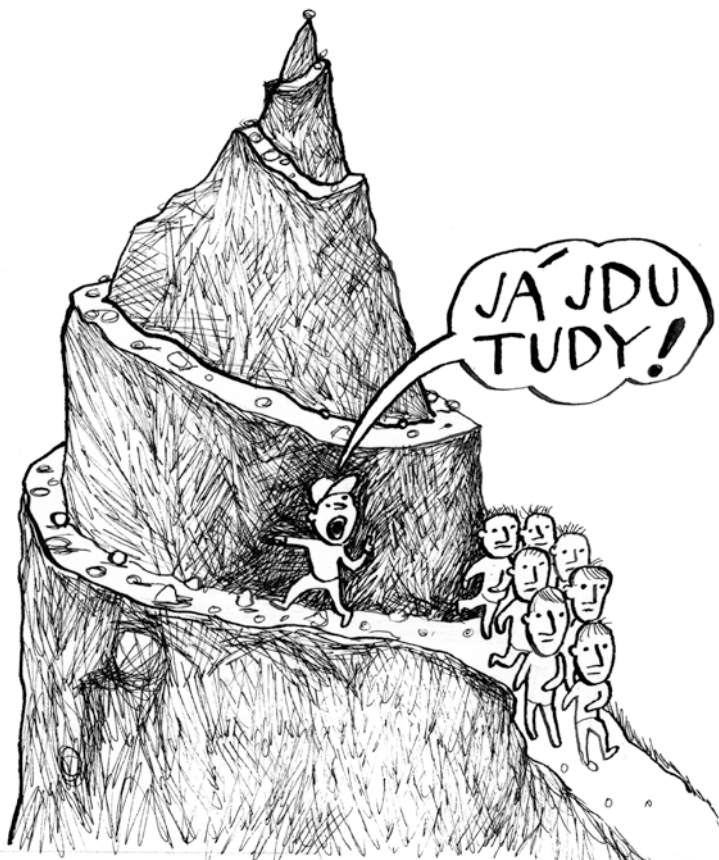
První předměty vyrobené člověkem byly dřevěné a kamenné. Protože se dřevo časem rozpadá, není žádná šance, že bychom nejstarší dřevěné nástroje někdy objevili. Problémy činí i vlastní rozpoznání lidského výrobku – jak poznat, jestli kus objeveného dřeva nebo kamene někde v říčních nánosech byl opracován lidskou rukou, nebo ne.

Protože dnešní lidoopi dokážou z větve olámat drobné větvičky a listy a vyrobit si tak nástroj pro konkrétní použití, lze předpokládat, že totéž uměli i naši prapředkové. Dnešní lidoopi umějí použít i kámen, je-li to potřeba, ale neumějí z kamene vyrobit nástroj, nedokážou jej odštípnout, zaostřit ani jinak upravit. Výroba kamenných nástrojů není proto v žádném případě samozřejmostí a je to něco, co se naši předkové museli dlouhou dobu učit.

## 6 Osvícenství (cca 1650–1830)

---

Po třicetileté válce, první skutečně celoevropské válce v dějinách, přišla nejprve doba jisté únavy a konsolidace sil. Úbytek obyvatelstva, způsobený nejen boji a drancováním, ale i hladomorem a epidemiemi, byl obrovský, zejména ve střední Evropě.



Z války se nejdříve vzpamatovaly ty země, které jí nebyly bezprostředně zasaženy a mohly pokračovat v mezikontinentálních obchodních cestách a budování obchodních center a ta postupně měnit v města. Později byla obsazována i okolí těchto měst. Ke Španělsku a Portugalsku se tak přidaly Anglie, Francie a Nizozemsko (Nizozemsko se odtrhlo od Svaté říše římské právě na základě

vestfálského míru z roku 1648). Tyto země se proto začaly orientovat na budování co největší námořní síly (obchodní i vojenské), ovládní mimoevropských území a ochranu námořních tras před svými konkurenty. Těžiště zájmů evropských mocností se tak začalo přesouvat mimo vlastní území. Budování silných flotil si ovšem vyžadovalo změny v ekonomice a výrobu a modernizaci lodí. Tyto činnosti ale nemohli provádět lidé nevzdělaní ani nesvobodní. Prozíraví panovníci poznali, že náboženské vyznání je osobní věcí každého člověka a nemá smysl v náboženských sporech pokračovat, protože to obchodu nemůže prospět. Toto je jeden z důvodů, proč zejména Španělé začali postupně ztrácet dech.

V ekonomice se tak objevila potřeba plánovat a promýšlet finanční a hospodářské aktivity z pohledu státu a v případě nutnosti je i aktivně ovlivňovat. Národohospodářská role státu tak začala vzrůstat. Se systémem zvaným *merkantilismus*, který to umožňoval, přišel francouzský státník *Jean-Baptiste Colbert* (1619–1683), který se roku 1664 stal ministrem zodpovědným za obchod, manufaktury a veřejné stavby. Opatření, která navrhoval, se týkala zejména populační politiky (pomocí daňových úlev stimuloval růst počtu obyvatel), odstraňování překážek ve výrobě (sjednocování měr, tvorba prvních norem) a podpory exportu a ztěžování importu pomocí cla. Tato opatření se ukázala natolik úspěšná, že po nich sáhly i další evropské země.

V souvislosti s tvorbou ekonomického centra státu se objevila i myšlenka vytvoření centra politického, kdy by veškerá státní moc byla soustředěna v jediné ruce – v ruce vladaře. Tak vznikla myšlenka *absolutismu*, kterou zformuloval francouzský myslitel *Jean Bodin* (1530–1596) v 16. století a která se do praxe dostávala postupně už od počátku 17. století. Podle Bodina je panovník nedotknutelný, má nejvyšší moc a netýkájí se jej zákony jeho země. Je povinen respektovat boží a přirozené právo, aby se jeho vláda nezměnila v tyranii, protože v den posledního soudu bude hodnocen přísněji než jeho poddaní. Bodin svou teorii tvořil v době, kdy Francie byla nejednotná a rozhádaná, a proto se snažil vytvořit politický návrh, který by tuto nejednotu odstranil. Jeho myšlenky se postupně dostaly i do dalších zemí a v jistých obměnách se prosadily. Hlavní boj proti absolutismu se rozhořel od konce 18. století a zejména pak ve století devatenáctém.

Francie však v tomto období neovlivnila zbytek Evropy jen merkantilismem a absolutismem, ale i módou a kulturou. Dvorní zvyklosti, honosné chování i oblékání se staly normou pro evropské vyšší vrstvy. Luxusní a přepychová rezidence Ludvíka XIV. ve *Versailles*, vybudovaná v letech 1661–1682, sloužila rovněž jako vzor pro vlastní reprezentaci absolutistických panovníků.

Objevilo se několik významných novinek. Už od konce renesance nebyly univerzity nositelkami pokroku v přírodovědě, těmi byly postupně zakládány vědecké ústavy a akademie. Centrum přírodních věd se po procesu s Galileim po-

čátkem 17. století postupně stěhovalo ze Středomoří do severní Evropy. Poprvé v dějinách Evropy tak „barbarský“ sever a západ kontinentu předčily do té doby vzdělanější a vyspělejší jih.

Je zajímavé porovnat vývoj v jednotlivých zemích. Angličané byli najednou podobní antickým Římanům ve své přímé orientaci na praxi. Vítězilo zde zjednodušování práce, praktické řešení problémů, budovaly se kanály, mosty, rozhodující bylo zapojení širokých mas obyvatelstva, přičemž ve společenském životě královský dvůr nehrál prim. Naopak ve Francii králové ignorovali životní problémy prostých lidí, všechny objevy a vynálezy sloužily jako hračky pro pobavení královského dvora, ale neměly praktické dopady. Ve Svaté říši vládli osvícenští panovníci, kteří zaváděli potřebné reformy – Marie Terezie, Josef II., Leopold I., pruský král Fridrich Veliký, ti všichni se chápali jako služebníci lidu, chtěli pro svůj lid to nejlepší, postupně proto modernizovali stát, ale v dalším období přemíra byrokracie nakonec paradoxně vedla k omezování svobod obyvatel.

Hodně se cestovalo a objevovalo. Nejznámějším osvícenským mořeplavcem byl *James Cook* (1728–1779), který prozkoumával hlavně Tichý oceán. Někteří misioináři se začali odvažovat do nitra kontinentů, např. roku 1678 byly pro Evropany objeveny Niagarské vodopády, ale objevovány byly i nové živočišné a rostlinné druhy. V Evropě byly zakládány první parky s klecemi a výběhy zvířat, vlastně první zologické zahrady.

Pro osvícenství je typická snaha po uspořádání vědomostí – příkladem může být klasifikace rostlin a živočichů, již vytvořil *Carl von Linné* (1707–1778) a která se používá s jistými obměnami dodnes, nebo tvorba encyklopedie ve Francii v letech 1751–1766, na které se podíleli takoví filozofové jako *Diderot*, *d'Alembert*, *Rousseau*, *Voltaire* a další.

V umění bylo osvícenství spojené s *barokem*. Ve střední Evropě se baroko měnilo postupně, proto se mluví o raném a pozdním baroku, ve Francii však mělo pozdní baroko natolik výrazně odlišné rysy, že bývá označováno jako *rokoko*.

## 6.1 Politická situace v rozhodujících zemích

### 6.1.1 Anglie

Už od roku 1215, kdy král Jan musel podepsat *Magnu chartu*, měla šlechta prostřednictvím rady (v podstatě parlamentu) jisté možnosti, jak ovlivňovat chod státu. Král Karel I. se dostal v letech 1629–1640 několikrát do konfliktu s parlamentem, dvakrát ho zrušil, až v roce 1642 začala občanská válka. V ní král Karel I. prohrál a byl roku 1649 popraven. Do čela Anglie byl parlamentem zvolen jako lord protektor *Oliver Cromwell* (1599–1658), který ale ve svých rukách soustředil všechny vladařské kompetence a jeho osobnost byla a je hodnocena

jako kontroverzní. Každopádně jeho vláda natrvalo změnila Anglii ve dvou směrech – jednak se Anglie definitivně stala konstituční monarchií, protože parlament svá znovuzískaná privilegia už nepustil, jednak se moci chopili obchodníci a bankéři, kteří probudili v obyvatelích Anglie, resp. od roku 1707 Velké Británie, smysl pro inovace, který se projevil změnami v textilním průmyslu, při těžbě uhlí, výrobě oceli a vyvrcholil zkonstruováním parního stroje. Anglická průmyslová revoluce, na rozdíl od revolucí na kontinentě, byla výrazně méně radikální, méně krvavá a trvala relativně dlouhou dobu, což umožnilo, aby jednotlivé vrstvy obyvatel postupně přivykaly novým podmínkám. [66]

V zahraniční politice Anglie úspěšně bojovala s Francií o kolonie v severní Americe, když současně úspěšně podporovala pruského krále Fridricha II. v boji proti Francouzům. Zisk Kanady a Louisiany byl definitivně potvrzen mírovou smlouvou po ukončení tzv. sedmileté války v roce 1763.

Ovšem třináct amerických osad protestovalo proti zvyšování daní a přísné regulaci jejich obchodu, kterou postupně zaváděla londýnská vláda. Protože v britském parlamentu neměli a ani nemohli mít žádné zástupce, začali se američtí osadníci bouřit. První akcí odporu bylo tzv. bostonské pití čaje v roce 1773, v roce 1775 došlo k prvním ozbrojeným střetům britských vojáků s povstalci, 4. 7. 1776 povstalci vyhlásili nezávislost (vznik USA) a po bojích se střídavými úspěchy i za pomoci dalších zemí se dokázali ubránit. Britové roku 1781 kapitulovali a v mírové smlouvě z roku 1783 nezávislost Američanů uznali. Ale i tak se na konci 18. století stala Velká Británie největší světovou mocností, což ještě zvýraznila během napoleonských válek vítěznou bitvou u Trafalgaru roku 1805. Od této doby až do první světové války neměla Velká Británie na světových mořích a oceánech konkurenci.

### 6.1.2 Francie

Ráz Francie určil v tomto období „král slunce“ *Ludvík XIV.* (1638–1715). Aby potlačil zájem šlechty o spoluvládnutí, korumpoval ji možností žít na královském dvoře. Nechal si vybudovat zámek ve *Versailles*, na němž žil od roku 1682. Absolutistická vláda vycházela z myšlenky, že král je zástupce boží na zemi a nikomu nemusí skládat účty. Francouzský královský dvůr byl brzy znám neuvěřitelným luxusem a nádherou. Móda v oblékání, výroba nábytku a dalšího vybavení a galantní, kavalírské chování se staly vzorem pro celou Evropu, zrovna tak francouzština se stala módním jazykem a od konce 18. století se začala uplatňovat jako diplomatický jazyk. Tento způsob života byl ovšem finančně nesmírně nákladný a byl možný jedině proto, že zbytek země postupně chudl. Situace akcelerovala: šlechtic, který chtěl ve Francii něco znamenat, se musel nějakým způsobem dostat do Versailles ke dvoru, jeho vlastní panství chátralo a finanční náklady královského dvora se zvětšovaly. Protože nástupci Ludvíka XIV., *Ludvík XV.* (1710–1774) a *Ludvík XVI.* (1754–1793), s tímto stavem nic nedělali, ba naopak,



prakticky jej prohlubovali, došlo v roce 1789 k revoluci, která smetla nejen Ludvíka XVI., ale i celé království.

Francie v 18. století vedla řadu válek s cílem prosadit se jako hegemón na pevnině, ale výsledek neodpovídal vynaloženému úsilí. Zapletla se do válek o španělské dědictví (1700–1713) i do válek o rakouské dědictví (1740–1763), dokázala však získat jen některé pohraniční oblasti a odkoupit Korsiku od Janova.

Samostatnou kapitolou ve francouzských dějinách byly od počátku 19. století napoleonské války. Vojenské dovednosti a organizace vojska vzbuzovaly po celé Evropě strach, současně však i obdiv. Po vídeňském kongresu v roce 1815 došlo k návratu *Bourbonů* na trůn. Ti zpočátku vládli opatrně, aby situaci v zemi dále nedestabilizovali, teprve když chtěl roku 1830 král *Karel X.* (1757–1836) opět nastolit absolutistickou moc, došlo k povstání. *Karel X.* abdikoval a novým panovníkem se stal *Ludvík Filip Orleánský* (1773–1850), povstání se však stalo vzorem i pro sousední země. Třebaže systém *Svaté aliance* vytvořený na vídeňském kongresu zafungoval a povstání byla potlačena, evropské prostředí se silně proměnilo. Společnost nabrala směr k průmyslové výrobě, kontinentální Evropa se snažila dohonit ztrátu na Velkou Británii. Ač se monarchové a šlechtici snažili o udržení stávajícího řádu, už kolem roku 1830 bylo jasné, že to není možné. Budoucnost měla patřit majitelům továren a jejich konfliktům s dělníky; šlechtici, kteří nezačali podnikat nejpozději v této době, se dostávali na vedlejší kolej a jejich vliv na společnost začal upadat.



### 6.1.3 Španělsko a Portugalsko

Doby, kdy si Španělé a Portugalci rozdělovali svět, dávno skončily. V roce 1580 po smrti portugalského krále Jindřicha si nárokoval portugalský trůn španělský král *Filip II.* (1527–1598), takže obě země byly spojeny personální unií. Filip II. získal jako kolonii též Filipíny, pojmenované právě po něm.

Ale obrovské částky peněz vynaložilo Španělsko na války, ve kterých nebylo úspěšné – roku 1588 prohrálo námořní bitvu s Angličany, neúspěšně bojovalo i ve třicetileté válce. Zatvrzelý katolický postoj bránil jakýmkoli novotám zvenku, aby se do země náhodou nedostalo i protestantství. Protože personální unie se postupně měnila prakticky v okupaci, začali se Portugalci bránit a za pomoci Anglie opět získali nezávislost, kterou Španělé v roce 1668 museli uznat. I když se postupně Portugalsko stalo prosperujícím státem, už nikdy nehrálo v Evropě takovou roli jako v 15. století.

Španělsko hodně utrpělo i náboženským fanatismem v 16. století, kdy se s pomocí Svaté inkvizice snažilo násilně katolizovat zbytky Maurů a Židů. Většina příslušníků těchto národů se ovšem odmítala podřídit a před pronásledováním se raději vystěhovala do severní Afriky. Tímto odsunem Španělsko přišlo o značný počet kvalifikovaných řemeslníků, bankéřů, rádců i filozofů, který nedokázalo nahradit. Země v letech 1599–1600 postihla ničivá morová epidemie a v letech 1627–1664 celkem čtyři státní bankroty. Po třicetileté válce Španělsko definitivně přišlo o vyspělé Nizozemsko, po válkách o dědictví španělské (po smrti posledního Habsburka na španělském trůně, krále Karla II. v roce 1700) muselo roku 1713 Velké Británii postoupit Gibraltar, což je stav, který trvá dodnes.

Španělé doplatili na špatný odhad budoucnosti – budoucnost už neměla patřit čistotě víry, ale rozvoji rozumu a věd, měst i průmyslu. Je zajímavé, jak přesně, i když zřejmě nechtěně, dokázal *Miguel Cervantes* (1547–1616) popsat mizérii Španělska, které personifikoval v *donu Quijotovi*. Ten se také pachtil za něčím, co tkvělo v minulosti a nemělo budoucnost, a celé toto pachtění bylo tragicky směšné. Bohužel, obrana starého a strach z nového je přesně to, co osvícenství vyvolalo a s čím se mnohdy potýkáme i dnes. Proto je don Quijote jednou z „nejnadčasovějších“ literárních postav vůbec.

### 6.1.4 Svatá říše římská

Území Svaté říše bylo postiženo třicetiletou válkou nejvíce. Habsburkové přišli o všechna území kromě rakouských zemí a zemí Koruny české, říšská knížata si své pozice uhájila. Do výhody se mohl dostat ten z německých státečků, který dokázal následky třicetileté války odstranit co nejdříve. Tímto státem se stalo *Braniborsko-Prusko*, zejména díky tolerantní politice, která do země přivedla učence jak z tábora protestantů, tak z tábora katolíků, a díky podpoře školství. O rozvoj pruského školství se zasloužil *Daniel Arnošt Jablonský* (1660–1741), již vzpomínaný vnuk Jana Amose Komenského. Už počátkem 18. století bylo *Prusko* moder-

ním státem. Protože nemělo přirozené hranice, budovalo i silnou armádu, nejdříve kvůli zabezpečení hranic stávajících a později i k výbojům na území okolních německých státeků.

Po roce 1740, kdy zemřel císař *Karel VI.* (1685–1740), kterým vymřel rod Habsburků po meči, začaly války o rakouské dědictví. *Marie Terezie* (1717–1780) byla v těchto válkách úspěšnější, než její protivníci předpokládali, ale Prusko s pomocí Velké Británie přece jen nakonec získalo Slezsko, nejbohatší zemi Koruny české. Mír byl uzavřen po skončení sedmileté války roku 1763. Tím Prusko opět zesílilo a velmi mu pomohlo, když zejména z českých zemí přijímalo protestantské emigranty, kteří odcházeli kvůli nábožensky netolerantní Marii Terezii.

Hodně energie a finančních prostředků museli Habsburkové investovat do bojů s Osmanskou říší, jejíž vliv zasahoval v roce 1664 až na střední Slovensko. V roce 1683 byli Turci podruhé odrazeni při pokusu dobýt Vídeň, zejména díky pomoci polského jezdeckta krále *Jana III. Sobieského* (1629–1696). Na počátku 18. století se do čela bojů proti Turkům na straně Karla VI. postavil vynikající vojevůdce a diplomat princ *Evžen Savojský* (1663–1736), který po sérii bitev došel roku 1717 Bělehrad. Osmanská říše přestala být pro Evropu bezprostřední hrozbou.

Za revoluční je možné považovat i změnu ve výživě. Od poloviny 18. století zaváděl pruský král *Fridrich II.* (1712–1786) ve své zemi pěstování brambor. Přes počáteční odpor obyvatelstva, kterému nějakou dobu trvalo, než se naučilo brambory konzumovat, se brambory staly základem jídelníčku. Jejich produkce byla levnější, než tomu bylo u obilí, výnosy proti obilí byly trojnásobné, a navíc se daly pěstovat i ve větších nadmořských výškách a v méně kvalitní půdě než obilí. Hladomory vyvolané válkami byly díky bramborám lépe řešitelné, než tomu bývalo v dřívějších dobách. Český termín brambory připomíná, odkud se k nám dostaly (z Braniborska).

Svatou říši vyvrátil *Napoleon Bonaparte* (1769–1821) svou *Velkou armádou*. Poslední císař Svaté říše, *František II.* (1768–1835), byl donucen rezignovat roku 1806 po bitvě u Slavkova (1805) na svůj titul, ale již roku 1804 se nechal prohlásit rakouským císařem. Po Napoleonově porážce a vídeňském kongresu nebyla Svatá říše obnovena v původní podobě. Z přibližně 300 německých panství a státeků bylo obnoveno pouze 39 zemí. Mnohé z nich byly povýšeny na království a ta uzavřela celní unii pod označením Německý spolek. Na půdě těchto zemí se rozhořela rivalita hohenzollernsko-habsburská (resp. prusko-rakouská) o ovládnutí celého německého prostoru.

### **Počátky biochemie**

Biochemie je vědou o chemickém složení těl živých organismů a pochodech, které v nich probíhají. Za prvního biochemika je dnes považován *Antoine Lavoisier* (1743–1794), který vysvětlil podstatu hoření a prokázal, že při dýchání se spotřebovává kyslík a objevuje se oxid uhličitý. Tím, že viděl analogii mezi spalováním a dýcháním, mohl vyslovit epochální závěr: život není nic jiného než pomalé spalování uhlíku v organismu, při kterém se vytváří živočišné teplo. Ve světle tohoto závěru mohla fyziologie vysvětlovat pochody v živých tělech z čistě přírodovědného hlediska, bez nutnosti obracet se k mystice.

Biochemie vznikala a rozvíjela se prakticky jako součást fyziologie na specializovaných pracovištích, která byla zakládána při velkých nemocnicích nebo univerzitách, např. při Všeobecné nemocnici ve Vídni roku 1844 nebo v Praze roku 1845.

#### *Vztah biochemie k zemědělství a výživě*

Velký význam pro rozvoj biochemie měly Liebigovy ústavy na univerzitách v Giesenu a Mnichově. Samotný Liebig po roce 1840 začal uvažovat o tom, jak zajistit potravu pro prudce rostoucí počet lidí na Zemi. Zjistil, že pro výživu rostlin mají obrovský význam některé minerální látky, zejména soli fosforu, draslíku a dusíku. Ukázal tak cestu k racionálnímu zemědělství, které by mělo pomoci lidstvu se uživit.

Spolu s tím zkoumal i látky procházející lidským (i živočišným) tělem. Zapisoval si množství i druh přijímaných potravin i látek vylučovaných tělem. Doporučoval zkoumat zejména trávicí procesy a na základě svých výzkumů poznal, že bílkoviny přijímané v potravě si tělo ponechává jako zdroj dusíku a nahrazuje jimi ty látky, které se rozpadají, kdežto cukry a tuky slouží zejména jako „palivo“ pro oxidační děje v těle a zásobování energií.

#### *Výzkum kvašení*

V 19. století se rovněž rozhořel spor o povaze kvašení. Již v letech 1818 a 1835 byly vydány spisy dokazující, že na kvasné procesy mají vliv mikroorganismy, konkrétně *kvasinky*. Naproti tomu Liebig, odpůrce vitalistické teorie, odmítal přítomnost živých organismů při kvašení a tento děj považoval za pouhý chemický proces, při němž není vliv kvasinek až tak podstatný. V roce 1857 proti Liebigovi vystoupil i Pasteur, který zkoumal mléčné kvašení a zjistil, že při něm je nutná přítomnost laktobacilů. V roce 1860 Pasteur poznal, že alkoholové kvašení je analogické mléčnému, ale je nutná přítomnost kvasinek. Tyto práce mu později umožnily studovat živé mikroorganismy v souvislosti s infekčními chorobami. Zastánci vitalistické teorie tak měli paradoxně v Pasteurovi svůj obranný štít.

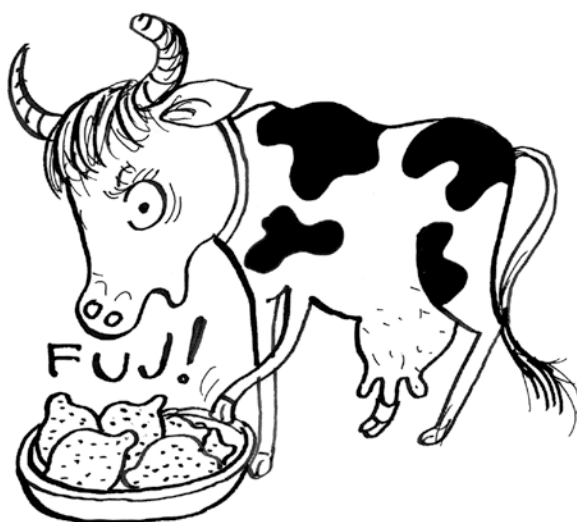
Spor mezi Liebigem a Pasteurem nakonec skončil nerozhodně, ale vedl k definitivnímu odsunutí vitalistické teorie do historie. Profesor Vysoké školy zeměděl-

ské v Berlíně *Eduard Büchner* (1860–1917) totiž připravil v roce 1897 šťávu z rozdrčených kvasnic, ze které pečlivě odstranil všechny buňky kvasinek. Cukr byl touto šťávou zkvašen velmi rychle, což znamenalo, že ke kvašení není nutná celá kvasinková buňka (tj. živý organismus), ale stačí její účinná součást, dnes zvaná *enzym*. Takže se ukázalo, že kvašení je skutečně chemickou reakcí, která ovšem potřebuje *katalyzátor*. Zda tento katalyzátor dodáme jako chemicky čistý preparát (tj. enzym), nebo jako celou kvasinku, je naprosto lhostejné. Büchner tak tímto pokusem zjistil chemickou podstatu kvašení a založil *enzymologii* jako vědu o enzymech. Mystická životní síla, *vis vitalis*, tak byla rozpoznána v chemicky působících enzymech.

### *Vitamíny*

Organičtí chemikové během 19. století postupně objevili (i když zatím bez větších detailů) metabolické reakce, jimiž se při trávení rozkládají hlavní složky potravy, tedy cukry, tuky a bílkoviny. Současně byl rozpoznán význam některých solí a samozřejmě vody. Následující pokusy byly konány s cílem připravit „umělou“ stravu, tvořenou pouze výše uvedenými složkami.

Výsledkem byly defekty a poruchy zdraví u zvířat, která byla krmena pouze „umělou“ potravou, takže od počátku 80. let 19. století bylo vcelku zřejmé, že ve výživě musí být obsaženy ještě další složky, které jsou pro zdraví nezbytné. Najednou si chemikové začali uvědomovat, že praktičtí angličtí námořníci úspěšně používají jako prevenci proti kurdějím (ale i při jejich léčbě) citronovou šťávu. Neznámou účinnou látku (např. tu v citronové šťávě) označovali od 40. let 19. století termínem *nezbytný prvek*. Od počátku 20. století, kdy bylo zjiš-



těno, že těchto *nezbytných prvků* bude asi více, se začaly označovat jako *přídavné faktory potravy*.

Mezitím od 90. let 19. století nizozemský vojenský lékař *Christiaan Eijkman* (1858–1930), působící v indonéské Djakartě, zkoumal nemoc *beri-beri*. Přišel na to, že slepice, které zobaly loupanou rýži (zbytky z kuchyně), onemocněly stejnou chorobou jako vězni, kteří též dostávali loupanou rýži. Naproti tomu tam, kde se šetřilo a vězni (a posléze slepice) dostávali pouze neloupanou rýži, ne onemocněli. Poznal tak, že se rýže loupáním zbavuje jistého faktoru nezbytného pro zdraví, ale protože nebyl chemik a nevěděl, jak by z rýžových slupek měl získat onu účinnou látku, v práci dál nepokračoval a jeho zápisky byly pozapomenuty.

K nim se později dostal polský biochemik *Kazimierz Funk* (1884–1967). Zaujal jej, Eijkmanovy pokusy zopakoval a zkoušel z rýžových slupek účinnou látku extrahovat. V roce 1911 byl úspěšný. Získal preparát, který dával holubům krmným loupanou rýží. A mohl jásat, holubi ne onemocněli. Protože podle jeho šetření v molekule účinné látky byla obsažena aminoskupina  $\text{NH}_2$ , označil tuto látku jako *vitamin* (vita = život, amin = název skupiny  $\text{NH}_2$ ). Funk ve výzkumech nepokračoval, ale označení vitamin se ujalo a používá dodnes.

Na Funkovu práci navázal anglický biochemik *Frederick Gowland Hopkins* (1861–1947). Ten prokázal, že řada vitaminů se skladováním a kuchyňskými úpravami ničí. Poznal více vitaminů a začal je rozlišovat velkými písmeny (A, B, C, D apod.). Dále důsledně prozkoumal Funkův vitamin B a zjistil, že je to směs velice podobných látek (tzv. B-komplex, tedy komplex vitaminů B). Za svou průkopnickou práci v poznávání vitaminů byl v roce 1929 společně s Eijkmanem (ale poněkud paradoxně a nespravedlivě bez Funka) oceněn Nobelovou cenou za chemii.

### *Chlorofyl a fotosyntéza*

V 19. století rovněž začal výzkum fotosyntézy. Již v roce 1819 poznal německý chemik *Theodor von Grotthus* (1785–1822), že zelené barvivo rostlin (chlorofyl) souvisí se schopností zachytit sluneční záření. Německý biochemik zkoumající rostlinné pigmenty *Richard Willstätter* (1872–1942) zjistil, že právě chlorofyl má souvislost s tvorbou cukrů a škrobu, když jako vstupní suroviny využívá právě oxid uhličitý a vodu; za tento objev obdržel roku 1915 Nobelovu cenu.

Chlorofyl se podařilo získat v poměrně čistém stavu roku 1818, ale jeho struktura byla postupně objeována až ve 20. století. V souvislosti s čištěním chlorofylu od jiných rostlinných barviv objevil roku 1903 ruský chemik *Michail Semjonovič Cvět* (1872–1919) *adsorpční chromatografii*. Dnes patří různé modifikace chromatografie k nejrozšířenějším dělicím a identifikačním metodám v chemii vůbec.

První pozorování tedy ukazovala, že podstatou fotosyntézy je zabudování vzdušného oxidu uhličitého do organických molekul, tzv. fixace  $\text{CO}_2$ . První hypotézy předpokládaly, že tato fixace probíhá nějakým relativně jednoduchým

způsobem. V roce 1905 ale *Frederick Blackman* (1866–1947), profesor fyziologie rostlin na univerzitě v Cambridgi, zjistil, že vlastní fixace oxidu uhličitého zřejmě nebude závislá na světle. Protože fotosyntéza je proces jednoznačně související se světlem a nyní se ukázalo, že některé fáze fotosyntézy probíhají ve tmě, začalo být zřejmé, že fotosyntéza, resp. fixace oxidu uhličitého bude složitý sled reakcí a klíčem k jejímu pochopení bude detailní poznání struktury chlorofylu. K tomu však došlo až v polovině 20. století.

### *Objev nukleových kyselin*

Zprvu nenápadným, ale – jak se později ukázalo – velice zásadním poznatkem byl objev nukleových kyselin. Švýcarský fyziolog a chemik *Johannes Friedrich Miescher* (1844–1895) zkoumal roku 1868 chemické složení hnisu, shodou okolností v téměř stejné době, kdy *Johann Gregor Mendel* (1822–1884) publikoval výsledky své práce s křížením rostlin (1865). Nejprve z buněčných jader získal bílkovinu, kterou nazval *nukleon* (nukleus = jádro), a z této bílkoviny se mu podařilo vyextrahovat kyselinu obsahující fosfor. Později byla tato kyselina získána i z mlíčí lososa a různých živočišných tkání a byla pojmenována *kyselina nukleová*. Při zkoumání její struktury bylo roku 1874 zjištěno, že se v ní vyskytuje *guanin*, objevený již roku 1844 v guanu. Další úspěchy ve zkoumání nukleových kyselin však přišly až ve 20. století, kdy byly objeveny i souvislosti Mendelových genetických zákonů s nukleovými kyselinami.

Hlavním propagátorem Mendelovy práce se stal *William Bateson* (1861–1926), který roku 1905 objevil geny jako nositele genetické informace a pro nauku o dědičnosti razil název *genetika*.

Zrovna tak nenápadně se zprvu jeví objevy látek, které sice v živých tělech jsou přítomny a fyziologicky nějak působí, ale jaké je jejich chemické působení, to opět byla velká neznámá. Těmito látkami byly *hormony*, objevené roku 1902 *Ernstem Henrym Starlingem* (1866–1927) a *Williamem Maddockem Baylisssem* (1866–1924). Působení hormonů bylo prozkoumáno opět mnohem subtilnějšími fyzikálně-chemickými metodami ve 20. století. [18]

## **7.7.4 Fyzikální chemie**

Od vytvoření moderní atomové teorie se chemie rozvíjela velmi rychle. Během sedmdesáti let chemikové získali nepřeberné množství experimentálních poznatků, proto v poslední čtvrtině 19. století už bylo možné začít získané faktografické materiály zobecňovat a zpracovávat. Fyzikální chemie mohla vzniknout až tehdy, když chemie dosáhla relativně vysoké úrovně a mohly se začít hledat obecnější zákonitosti chemických přeměn. Hlavními směry, kterými se nově vytvořená fyzikální chemie vydala, byl zejména výzkum plynů a na něj navazující termodynamika, objev a zkoumání katalyzátorů, elektrochemie a působení světla a záření na chemické látky.

**Kinetická teorie plynů**

Osvícenští fyzikové se naučili měřit teplotu, což bylo podstatné pro další rozvoj nauky o teple. Snahou vědců bylo rozhodnout, zda je teplo nějaké fluidum, hmotné či nehmotné (tzv. *fluidum caloricum*, odsud kalorická teorie), nebo zvláštní druh pohybu, protože teplo vzniká pohybem za spolupůsobení tření. Povaha tepla však nebyla objevena při výzkumu tepelných jevů, ale při výzkumu plynů.

Od počátku 19. století bylo jasné, že se hmota skládá z nejmenších částic, atomů a molekul. Výzkum pevných látek a kapalin je složitý, protože musíme mít v rukou nástroj, kterým pronikneme do nitra látek (např. *Röntgenovo záření*).

Jinak je tomu u plynů. Vzdálenosti molekul plynu od sebe jsou značné, proto na jeho chování má vliv spíše prázdný prostor mezi nimi než samotné molekuly. Všechny plyny pak vykazují velmi podobné chování, např. jsou, na rozdíl od kapalin nebo pevných látek, velmi dobře stlačitelné. Molekuly pevných látek či kapalin jsou totiž „těsně“ vedle sebe, proto pevné látky ani kapaliny prakticky stlačit nelze. Dále, jakýkoli plyn rovnoměrně vyplní celý uzavřený prostor (tzv. *difuze*) a působí měřitelným tlakem. Tlak plynu byl již dříve *Robertem Boylem* (1627–1691) vysvětlován tak, že se molekuly plynu pohybují a narážejí na stěny nádoby (nebo měřicího zařízení). O difuzi plynů se lze přesvědčit při pokusu s bromem. Pokud do nádoby s bezbarvým vzduchem vpustíme hnědočervený brom, můžeme pozorovat, jak se páry bromu pozvolna rozptýlí, až obsadí celý prostor. Pokud bychom v této nádobě vysáli všechnen vzduch a vytvořili vakuum, difuze bromu by byla rychlejší. Logicky – žádné molekuly vzduchu by molekulám bromu nebránily v pohybu. Tyto a podobné pokusy nám potvrzují jednoznačný fakt: molekuly plynu se pohybují a jsou od sebe velmi daleko.

**Stavová rovnice plynů**

Protože vlastnosti plynů jsou dány v první řadě prázdným prostorem mezi molekulami, jsou mnohé fyzikální vlastnosti plynů stejné, a je tak lhostejno, který plyn zkoumáme.

V chování plynů zjistil již *Robert Boyle* (1627–1691) a nezávisle na něm i francouzský kněz a fyzik *Edme Mariotte* (1620–1684), že pro určité množství plynu (např. 2 kg) a neměnnou teplotu platí vztah:

$$p \cdot V = konst_1,$$

přičemž  $konst_1$  v sobě zahrnuje vliv teploty i množství plynu.

*Jacques Alexandre Cesar Charles* (1746–1822), francouzský fyzik a chemik, publikoval v roce 1787 vyjádření souvislosti tlaku a teploty (tehdy ve stupních Celsiových) při konstantním objemu plynu ve tvaru:

$$p = p_0(1 + \alpha \cdot t),$$

kde  $p_0$  je tlak plynu při teplotě  $0^\circ\text{C}$  a  $\alpha$  je tzv. *koeficient rozpínavosti plynu*. Dnes tuto rovnici dokážeme přepsat na přímou úměrnost, pokud budeme teplotu vyjadřovat v absolutní stupnici teploty, v kelvinech:

$$p = konst_2 \cdot T,$$

kde konstanta  $konst_2$  v sobě zahrnuje jak onen neměnný objem, tak i množství plynu. Jak bude uvedeno dále, je totiž  $\alpha = 1/273$  a  $t = T - 273$ , takže po dosazení:  $p = p_0(1 + 1/273 \cdot (T - 273)) = p_0 + p_0 T/273 - p_0 \cdot 273/273 = p_0 + p_0 T/273 - p_0 \cdot 1 = p_0 T/273$ , a právě to lze zapsat jako:

$$p = konst_2 \cdot T,$$

protože hodnota  $p_0$  je konstantou a po vydělení číslem 273 bude stále konstantou.

A do třetice, *Gay-Lussac* (1778–1850) objevil roku 1802, že při konstantním tlaku platí analogický vztah jako pro tlak a teplotu i pro objem a teplotu:

$$V = V_0(1 + \beta \cdot t),$$

kde  $V_0$  je objem při teplotě  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  a  $\beta$  je *koeficient roztažnosti plynu*. I tuto rovnici můžeme dnes přepsat na přímou úměrnost, jestliže použijeme teplotu v kelvinech. Důvody jsou stejné jako v případě Charlesova zákona:

$$V = konst_3 \cdot T,$$

přičemž konstanta  $konst_3$  v sobě zahrnuje jak tlak, při kterém se měření provádí, tak i množství plynu.

Tyto tři rovnice obsahují cosi společného. Konstanty  $\alpha$  i  $\beta$  vychází při přesném měření stejně, přibližně  $1/273$ , což znamená, že při růstu teploty roste tlak plynu i jeho objem stejnou rychlostí (a lineárně). Spolu s úvahami o rychlostech molekul plynu při dané teplotě tak vychází, že existuje minimální teplota, jaké plyn může dosáhnout!

Představme si, že budeme zkoumat např. 2 kg vzduchu v uzavřeném prostoru; pak při teplotě  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  zjistíme jistou hodnotu výrazu  $pV$ . Pokud poté snížíme teplotu o  $1 \text{ }^\circ\text{C}$ , můžeme zjistit, že hodnota součinu  $pV$  klesla o  $1/273$ . Pokud bychom teplotu snížili o  $5 \text{ }^\circ\text{C}$ , klesla by hodnota výrazu  $pV$  o  $5/273$ , při poklesu teploty o  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  zjistíme pokles výrazu  $pV$  o  $20/273$ . Co by se stalo, kdybychom snížili teplotu o  $273 \text{ }^\circ\text{C}$ ? Aproximací odvodíme, že objem klesne o  $273/273 = 1$ , čili plyn zaujme nulový objem!

Pochopitelně je tato představa natolik nesmyslná, že z ní plyne jediný možný závěr: dosáhnout teploty  $-273 \text{ }^\circ\text{C}$  (a nižší) je nemožné. Ale pro fyziky je to výzva: nakolik se k této teplotě můžeme přiblížit? A co se s látkami při takto nízkých teplotách bude dít? Budou se chovat „normálně“, nebo „nějak divně“? A jak „divně“? A bude to k něčemu dobré?

Současně lze uvažovat i takto: teplota zatím vždy byla měřitelná pomocí objemové nebo délkové roztažnosti nějaké látky. Nebylo by rozumné zavést teplotu od této „absolutní“ nuly, tj. teploty  $-273 \text{ }^\circ\text{C}$ ? Vždyť by byla nezávislá na látce, s jejíž pomocí teplotní stupnici definujeme.

Tato „absolutní“ teplotní stupnice pak byla zavedena roku 1846. Dnes jí říkáme Kelvinova, přičemž přepočítání bylo jednoduché:

$$T(\text{K}) = 273 + t \text{ (}^\circ\text{C)}, \text{ dnes zpřesněný na } T(\text{K}) = 273,15 + t \text{ (}^\circ\text{C)}.$$



Pravdou je, že pokud budeme používat absolutní teplotu v kelvinech, pak spojit tyto tři zákony:

1.  $p \cdot V = konst_1$ , při konstantní teplotě (Boyleův-Mariotteův zákon),
2.  $p = konst_2 \cdot T$ , při konstantním objemu (Charlesův zákon),
3.  $V = konst_3 \cdot T$ , při konstantním tlaku (Gay-Lussacův zákon)

do jednoho není těžké:

$$p \cdot V = konst_4 \cdot T,$$

protože bude-li součin  $pV$  konstantní a  $p$  i  $V$  budou přímo úměrné teplotě  $T$ , pak logicky i součin  $pV$  musí být úměrný teplotě a  $konst_4$  už závisí jen na množství plynu.

Poté, co všeobecně vešlo ve známost, že stejné objemy plynů za téhož tlaku a teploty obsahují stejný počet molekul (*Avogadrův zákon*) a byl zaveden 1 mol jako veličina pro látkové množství, je možné tuto rovnici zapsat do tvaru:

$$p \cdot V = n \cdot konst_5 \cdot T.$$

A na čem závisí  $konst_5$ ? Na ničem! Je stejná pro všechny plyny, proto se jí říká *univerzální plynová konstanta*, v dnešní době ji značíme  $R$  a její hodnota je 8,314 J/mol.K. Odvozená stavová rovnice:

$$pV = nRT$$

tak vyjadřuje stav plynu, přesněji řečeno udává, jakým způsobem spolu souvisí základní stavové veličiny, a sice objem, tlak a teplota plynu.

Tato rovnice je takto jednoduchá, protože je sestavená pro *ideální plyn*. Situace se ovšem bude komplikovat, budeme-li uvažovat reálný plyn, zejména při vyšších tlacích a nižších teplotách. Odchylky v chování ideálního a reálného plynu vysvětlil v roce 1873 *Johannes Diderik van der Waals* (1837–1923), nizozemský fyzik a chemik, který za své práce o chování plynů a kapalin obdržel v roce 1910 Nobelovu cenu za fyziku. Jeho úvahy později umožnily cestu k dosažení extrémně nízkých teplot.

Van der Waals si uvědomil, že pokud příliš zvyšujeme tlak plynu a snižujeme jeho teplotu, pak se molekuly budou dostávat stále blíže k sobě a začnou na sebe vzájemně působit. U ideálního plynu uvažujeme, že jeho molekuly jsou zanedbatelné (mají nulový průměr) proti mezimolekulovým vzdálenostem a že na sebe vůbec nepůsobí (vzhledem ke vzdálenostem mezi sebou), což je splněno právě při vyšších teplotách (velká rychlost jednotlivých molekul plynu, které se kvůli tomu „nestihnou“ poutat navzájem k sobě) a za nízkých tlaků (málo nárazů molekul na stěny nádoby, a proto malá hustota a malé silové působení jednotlivých molekul na sebe).

Proto pro korigování přitažlivých mezimolekulových sil a nenulového objemu molekul zavedl Van der Waals do stavové rovnice jednoduché opravné koeficienty. K vnějšímu tlaku  $p$  nutícímu molekuly „nějak se držet pohromadě“ přičetl ještě tzv. *vnitřní tlak* (tj. mezimolekulové síly), který si vynucuje totéž. Tento vnitřní tlak je určen počtem molekul, resp. molů plynu v jednotce objemu ( $n/V$ ), působí-

cích na své sousedy, kterých je opět řádově  $n/V$  (nemá smysl od bilionu bilionů molekul odečíst tu jednu, kterou uvažujeme, a těch několik málo, které jsou zrovna v takových polohách, že na ně uvažovaná molekula nepůsobí). Takže vnitřní tlak je úměrný součinu  $n/V \cdot n/V = n^2/V^2$ , konstanta úměrnosti je  $a$ , takže k vnějšímu tlaku  $p$  přičteme „korekční vnitřní tlak“  $a \cdot n^2/V^2$ .

Korekce objemu je zrovna tak jednoduchá. Od objemu plynu je nutné odečíst nestlačitelnou část, která je vyjádřena koeficientem  $b$ . Tento koeficient udává, jaká část molu plynu je nestlačitelná, protože molekuly mají nenulový objem. Korigovaný objem pak vyjadřuje ten objem, který lze stlačit, a jestliže v uzavřené nádobě je  $n$  molů plynu, lze jej vyjádřit vztahem  $V - b \cdot n$ . Stavovou rovnici ideálního plynu:

$$pV = nRT$$

přepsal Van der Waals na tvar:

$$(p + a \cdot n^2/V^2) \cdot (V - b \cdot n) = nRT,$$

přičemž konstanty  $a$ ,  $b$  lze najít v chemickoingenýrských tabulkách. Tato *Van der Waalsova rovnice* ve většině technických výpočtů vyhovuje s dostatečnou přesností.

### *Vztah teploty a energie*

Souběžně s formulací stavové rovnice plynu odvozovali přírodovědci vztah pro určení tlaku plynu na základě mechanického působení jednotlivých molekul. Tento tlak byl na základě atomové teorie vykládán jako mechanické nárazy jednotlivých molekul na stěny nádoby, resp. měřicího přístroje. Takže k čemu dospějeme, budeme-li uvažovat o kinetické energii jednotlivých molekul?

Představme si nádobu tvaru kvádrů o rozměrech  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , ve které je  $N$  molekul plynu. [34] Tyto molekuly se pohybují naprosto náhodně všemi směry, průměrně třetina z nich se bude pohybovat rovnoběžně s některou hranou. Pokud někomu připadá divné, že by se všech  $N$  molekul mohlo pohybovat pouze třemi směry, pak si stačí uvědomit, že pohyb každé z nich se dá rozložit do těchto tří směrů (průměty do směrů  $x$ ,  $y$ ,  $z$ ), a dále lze uvažovat jen tyto průměty. Znepokojovat nás nemusejí ani vzájemné srážky molekul, protože je můžeme považovat za dokonale pružné; při nárazu si jednoduše vzájemně vymění rychlosti.

Takže předpokládáme-li, že průměrná rychlost molekuly plynu je  $v$ , pak každá z nich proběhne od stěny  $yz$  k protější a zpět v čase:

$$t = 2x/v.$$

Počet nárazů molekuly do stěny je pak dán převrácenou hodnotou, tedy je ve tvaru:

$$1/t = v/2x.$$

Kolikrát pružně narazí molekula do stěny  $yz$ , tolikrát jí předá hybnost  $2mv$ . Molekula narážející na stěnu nádoby má hybnost  $mv$ , po nárazu na stěnu bude

mít hybnost  $-mv$ , protože má opačnou rychlost, proto změna hybnosti bude  $mv - (-mv) = 2mv$ .

Během jedné sekundy bude celková hybnost rovna hybnosti připadající na náraz jedné molekuly na stěnu:

$(2mv)$  krát počet těchto nárazů jedné molekuly během jedné sekundy  $(v/2x)$  krát počet molekul pohybujících se v tomto směru  $(N/3)$ ,

takže zapsáno výrazem:

$$\text{hybnost za sekundu} = 2mv \cdot v/2x \cdot N/3.$$

Podle definice je síla rovna změně hybnosti za jednu sekundu, takže výše uvedený výraz je vlastně roven síle, která působí na stěnu o rozměrech  $y$  a  $z$ . Protože tlakem rozumíme sílu působící na jednotku plochy, platí:

$$p = F/S = \text{hybnost za sekundu}/yz = 1/3 \cdot mN/xyzv^2 = 1/3 \cdot mv^2N/V.$$

Pokud tuto rovnici vynásobíme objemem nádoby ( $V=xyz$ ), pak dostaneme výraz:

$$pV = 1/3 mNv^2 = 2/3 \cdot (1/2 mNv^2).$$

V závorce je výraz pro kinetickou energii  $N$  molekul plynu, jestliže každá z nich má hmotnost  $m$  a průměrnou rychlost  $v$ . Takže závěr:

součin  $pV$  je číselně roven *dvěma třetinám kinetické energie molekul plynu!*

Protože již předtím byla zformulována stavová rovnice plynu

$$pV = nRT,$$

můžeme porovnat pravé strany obou rovnic:

$$nRT = 2/3 \text{ kinetické energie molekul plynu.}$$

Odsud je konečně zřejmé, co je vlastně teplota – není to nic jiného než stav plynu, jehož všechny molekuly se pohybují rychlostí  $v$  a dohromady mají jistou kinetickou energii. Teplo je tedy energie, kterou musíme plynu dodat, aby se jeho molekuly pohybovaly vyšší průměrnou rychlostí. Tím se změní jeho teplota – stav plynu bude jiný, teplota v kelvinech je stavová veličina stejně jako tlak nebo objem.

Konečně tak bylo definitivně vyvráceno, že teplo je nějaké záhadné fluidum, a přírodovědci vybavení atomovou teorií dosáhli nového porozumění přírodě – teplota tělesa souvisí s kinetickou energií, a tedy s pohybem, molekul. S tímto pohledem bylo najednou samozřejmých mnoho dalších věcí – jak zkapalnit plyny, vysvětlit změny skupenských stavů a hlavně, jak je to vlastně s energií. Existuje zákon o zachování energie, když za energii budeme považovat i teplo nebo součin  $pV$ ? Jak existenci tohoto zákona prokázat? A konečně, i když by zákon o zachování energie platil, nešel by nějak „obejít“?

Největší zásluhy na zformulování této *kinetické teorie plynů*, kdy poprvé byly makroskopické vlastnosti látek úspěšně vysvětleny chováním mikroskopických molekul, mají *Rudolf Clausius* (1822–1888), *James Clerk Maxwell* (1831–1879) a *Ludwig Boltzmann* (1844–1906).

Jeden z nejlepších německých fyziků v 19. století *Rudolf Clausius* patří k zakladatelům termodynamiky. Jako první se věnoval chování molekul plynu a zavedl

pojem střední volná dráha molekul. Pochází od něj i pojem *entropie* a zformuloval 2. větu *termodynamickou*.

Skotský fyzik a matematik *James Clerk Maxwell* je znám především v souvislosti s teorií elektromagnetického záření. Věnoval se však i dalším fyzikálním oborům, např. právě kinetické teorii plynů, kterou shrnul v knize *Teorie tepla* z roku 1877.

*Ludwig Boltzmann* opět změnil pohled na molekuly plynu, když popsal rozdíly mezi *mechanickými* (dokonale vratnými) pochody a pochody *tepelnými* (nevratnými) spojenými s nutností vyrovnávat teploty mezi dvěma místy. Spojil tak představu chaotického chování molekul plynu s Clausiovou *entropií* a pravděpodobností, s jakou daná soustava může existovat. Během života trpěl zneuznáním, a když se přidaly i deprese, spáchal v roce 1906 na rodinné dovolené sebevraždu. Teprve po jeho smrti bylo jeho dílo ostatními fyziky přijato.

Kinetická teorie plynů vyřešila i problém se zkapalňováním plynů. Prvními zkapalněnými plyny se staly už na přelomu 18. a 19. století amoniak, oxid siřičitý, chlor a chlorovodík. Michael Faraday pomocí suchého ledu (pevného oxidu uhličitého) zkapalnil většinu tehdy známých plynů. Zkapalnit však stále nešly vodík, kyslík, dusík, oxid uhelnatý a některé další, kterým se proto říkalo *permanentní plyny*. Teprve po objevení *Jouleova-Thomsonova efektu* (reálný plyn se při rozpínání do vakua ochlazuje) a zjištění, že existuje tzv. *kritická teplota* pro každý plyn, nad kterou již není možné plyn zkapalnit, bylo možné zkapalnit i permanentní plyny. Skotský chemik *James Dewar* (1842–1923) dokázal zkapalnit vodík a konstruoval dodnes používané tzv. *Dewarovy nádoby* na uchovávání zkapalněných plynů. Posledním permanentním plynem, který se podařilo zkapalnit, bylo v roce 1908 helium. Ve stejném roce byla objevena i jeho zvláštní vlastnost – *supravodivost*. Průmyslová výroba kyslíku a dusíku destilováním zkapalněného vzduchu započala roku 1883.

### 1. *termochemický zákon*

I když tedy existovaly názory (Robert Hook, Robert Boyle, John Locke, Isaac Newton, hrabě Rumford), že teplo je jistá forma pohybu, protože vzniká třením při mechanickém pohybu tělesa, působí-li proti jeho pohybu odpor prostředí, přece jen se prosadily během 18. století názory o teple jako zvláštním fluidu, možná hmotném, možná nehmotném, fluidu podobném např. elektřině nebo světlu. S tímto názorem vystoupil již Galilei a jeho představu rozpracovali Joseph Black a Antoine Lavoisier. Fluidová teorie tepla se udržela až do poloviny 19. století, kdy byl objeven zákon o zachování energie.

Podstatné pro další výzkum tepelných jevů byly přesné teploměry. Jejich vývoj započal již u Galileiho a Torricelliho a pokračoval k Fahrenheitovi a Celsiovi. Slovo „teploměr“ ještě odráží nevědomost konstruktérů, kteří byli přesvědčeni o totožnosti pojmů teplo a teplota. Teprve Joseph Black začal mezi těmito pojmy rozlišovat.

## 8 Spojování vědy a techniky (po cca 1920)

Již od konce 19. století docházelo postupně k propojování přírodovědného výzkumu a techniky. Základní výzkum se odehrával v akademických věd, zatímco aplikované vědy a technika se rozvíjely hlavně na technických vysokých školách a v průmyslu. Postupem doby ale vědci přestávali zvládat složitost svých přístrojů a experimentálních zařízení, a proto potřebovali k ruce techniky, kteří komplikovaným zařízením rozuměli. Technikové ve vědeckém prostředí začali uvažovat jako vědci a mohli objevovat celou řadu nových skutečností, a vědci zase začali uvažovat v technických pojmech a zjišťovat, co lze a co nelze zkonstruovat. Teprve díky propojení vědy a techniky mohly výzkumy v takových oborech, jako jsou záření černého tělesa, elektromagnetické vlny, vývoj rádiové a televizní techniky, později jaderný výzkum a vývoj výpočetní techniky dál pokračovat mílovými kroky.

Tento vývoj byl přerušen první světovou válkou. Během války se až na pár výjimek (vývoj ponorek, letadel, bojových chemických látek) nebádalo, snad jen britští a američtí vědci měli relativně klid na svou práci. Za druhé světové války již byla situace naprosto odlišná. Obě bojující strany v zuřivé snaze o vítězství nasadily všechny své vědecké kapacity do aplikovaného výzkumu. Je tragickou ironií, že za mnohé velké technické objevy 20. století vděčíme válečným letům 1940–1945, kdy vědci a technici opravdu museli být rychlí a jejich práce se rychle musela „přetavit“ do fungujících technologií, ať to byla průmyslová výroba antibiotik, vývoj radaru, raket, letadel, odolných ocelí pro výrobu pancéřování nebo využívání elektroniky pro řízení palby či navádění letadel, protože na tom závisel výsledek války. Není náhoda, že hitlerovské Německo válku prohrálo, když Spojenci cílevědomě bombardovali německá města i se zbrojovkami, zatímco německá armáda nebyla schopná bombardovat ani sovětské továrny přestěhované na Ural, mimo místa bojů, ani továrny americké a ani zabránit dovozu amerických zbraní do Evropy.

Přírodní věda se v meziválečném období sjednotila, vědci se snažili vysvětlovat svět pomocí minima přírodních zákonů. Zintenzivnilo se hledání globální teorie, což vedlo jednak k relativistickému pohledu na svět, jednak k rozvoji kvantové teorie a ke studiu mikročástic. Naproti tomu technika se diferencovala, vznikly moderní inženýrské vědy, jako jsou aerodynamika, materiálové inženýrství, vakuová technika apod.

Podobně jako technika se v období mezi válkami diferencovaly i filozofie a umění. Obojí se tříštilo, protože pohled na svět se stával silně subjektivním. Veřejnost po útrapách prožitých během první světové války se chtěla hlavně bavit a užívat

života, a ne si uvědomovat rostoucí složitost a komplikovanost světa, ve kterém žijeme. Celá řada složitých společenských problémů tak nebyla řešena, ale nepřípustně zjednodušována, čímž vznikly podmínky pro rozvoj *totalitních režimů*, jako byl *bolševismus (komunismus)* v Sovětském svazu, *fašismus* v Itálii a *národní socialismus (nacismus)* v Německu.

## 8.1 Meziválečné období

Jako důsledek první světové války se začaly v Evropě objevovat myšlenky na sjednocení kontinentu. Poukazováno bylo zejména na společné dějiny již od dob antického Říma, ale i na zjednodušení průmyslové výroby odstraněním hranic a cel a objevily se první návrhy na vytvoření společné evropské měny. Tyto názory bohužel zapadly a neprosadily se.

Těžká hospodářská a politická situace vládla v Německu. Už v roce 1921 nebyli Němci schopni splácet válečné reparace, spláceli je proto i naturáliemi. Ani to však nestačilo, proto spojenecké (zejména však francouzské) jednotky obsadily roku 1923 Porúří. Tento krok vedl k radikalizaci německého obyvatelstva, u něhož se tristní pocity z těžké poválečné situace poměrně rychle měnily v odpor a nenávisť především vůči Francii, v níž většina Němců viděla hlavního viníka německé mizerie z počátku 20. let. Současně však v Německu probíhala regulérní občanská válka, když se v ulicích měst každý večer a noc střetávaly skupinky radikálních socialistů (komunistů) a jejich odpůrců z radikální pravice a každou noc přibývalo mrtvých. V důsledku obsazení Porúří došlo k hyperinflaci, životní úroveň klesla na nejnižší možný bod. V tuto chvíli svými investicemi a diplomacii pomohly Spojené státy americké, a i díky tomu byl *Adolf Hitler* (1889–1945) se svým říjnovým pravicovým pučem v roce 1923 neúspěšný.

V této době bylo příhodné revidovat závěry versailleské smlouvy, protože jediné taková revize mohla situaci v Německu uklidnit. Mezi evropskými zeměmi se ovšem nenašlo dostatek politické vůle k prosazení změn této smlouvy. Jedním z největších odpůrců revize bylo vedle Francie Československo, nově vzniklý stát s tříapůlmilionovou německou národnostní menšinou, která vzbuzovala obavy. K postupnému zmírňování versailleské smlouvy (politika *appeasementu*) docházelo teprve pod Hitlerovým politickým tlakem od druhé poloviny 30. let, což bylo naprosto chybné. Tato politika západních zemí byla jednou z příčin druhé světové války.

V Itálii nespokojenost s územními zisky po skončení války a strach ze šíření komunistické ideologie vedly ke vzniku extremistického hnutí fašistů, do jehož čela se postavil *Benito Mussolini* (1883–1945). Ten se roku 1922 zmocnil vlády a nastolil diktaturu. Řada Italů se stala stoupenci jeho ideologie, protože Mussolini dokázal vytvářet pracovní místa a zajistil fungování sociálního systému.

Už v polovině 20. let se díky diplomacii Spojených států amerických podařilo uklidnit situaci v Evropě a v roce 1926 bylo Německo přijato do Společnosti národů. Uvolnění politického napětí vedlo i k hospodářskému růstu, životní úroveň Němců i dalších evropských národů se začala výrazně lepší. Spolu s tím se zvyšoval zájem o zábavu, v níž se novými fenomény staly kinematografie, sportovní soutěže a závody a nový hudební žánr, který dorazil z Ameriky – jazz. Umělci tvořili díla, která vzbuzovala kontroverzní postoje, rozvíjely se např. *kubismus*, *dadaismus* a *surrealismus*.

Tato bezstarostná, „bláznivá“ léta skončila krachem na newyorské burze na podzim 1929. Důsledky této krize pocítila i Evropa, protože ekonomický svět Evropy i Spojených států amerických byl silně propojen. Hospodářská recese postihla zvláště silně Německo, protože americké banky, obávající se o své finance, chtěly okamžité uhrazení všech půjček. Německá ekonomika začala opět krachovat, v roce 1932 bylo v Německu přes 6 milionů nezaměstnaných. Tíživá situace nahrála extremistům sdruženým do Hitlerovy NSDAP. Tato strana zvítězila ve volbách a Hitler se stal v lednu 1933 říšským kancléřem.

Události v Německu pak dostaly rychlý spád: už v roce 1933 byli Židé označeni za hlavního viníka německé neutěšené situace, v roce 1935 byly vydány norimberské zákony podstatně omezující život židovského obyvatelstva, v noci z 9. na 10. 11. 1938 došlo k cíleným a dopředu organizovaným pogromům na Židy (křišťálová noc), v lednu 1935 bylo Sársko po hlasování opět připojeno k Německu, Hitler oznámil všeobecnou brannou povinnost, v roce 1936 Němci vojensky obsadili demilitarizované Porýní a začali otevřeně vojensky podporovat generála *Franciska Franka* (1892–1975) ve španělské občanské válce, která skončila Frankovým vítězstvím v roce 1939. 12. 3. 1938 bylo Rakousko připojeno k Německu a po mnichovské konferenci bylo 29. 9. 1938 rozhodnuto o připojení českého pohraničí k Říši. Slovensko vyhlásilo nezávislost 14. 3. 1939 a hned následujícího dne, 15. 3. 1939, obsadila německá armáda zbytek někdejšího Československa. Tímto aktem, kdy Hitler poprvé obsadil stát, kde Němci neměli početní převahu, teprve skončila politika appeasementu a Britové a Francouzi pohrozili vyhlášením války, napadne-li Hitler Polsko, protože to bylo vnímáno jako příští německá oběť. 23. 8. 1939 ovšem uzavřel Hitler smlouvu s *Josifem Vissarionovičem Stalinem* (1878–1953), kde se v tajném dodatku společně domluvili na rozdělení sfér vlivu ve východní Evropě. Tato smlouva v konečném důsledku znamenala rozsudek smrti nad polským státem.

Vinu za rozpoutání druhé světové války jednoznačně nese hitlerovské Německo. Je však pravdou, že versailleský mír byl mimořádně tvrdý a nespravedlivý; Francie se nejen chtěla odškodnit za ztráty, které utrpěla na životech a majetku během první světové války, ale také odčinit národní potupu od Prusů z roku 1871. Versailleskou smlouvu bylo možné (a zřejmě i nutné) revidovat již ve 20. letech, protože už tehdy bylo zřejmé, že Německo nemá ani teoretickou naději

dostát povinností, které mu vnucoval diktát vítězných mocností. Revidovat versailleskou smlouvu po nástupu Hitlera k moci již nebylo smysluplné, protože pohlaváři Třetí říše toto považovali za známku slabosti západních demokracií.

Vina za politickou nestabilitu v meziválečném období ovšem padá i na Československo. Českoslovenští politikové si prosadili rozpad Rakousko-Uherska a tvrzením, že Češi a Slováci nejsou dva národy, ale pouze dvě větve národa jediného (teorie *čechoslovakismu*) vyšachovali české Němce z politiky. Přidáme-li k tomu ještě fakt, že Československo bylo zrovna tak mnohonárodnostním státem jako rozpadlé Rakousko-Uhersko, není se co divit, že v komplikující se situaci ve 30. letech se pražské vládě velice rychle zužoval manévrovací prostor.

Velký podíl na rozpoutání druhé světové války však měl i Stalinův Sovětský svaz. První válečné operace z 1. 9. 1939 jednoznačně umožnila smlouva z 23. 8. 1939. Západní politiky tato smlouva naprosto šokovala, a proto nebyli schopni Polsku účinně pomoci. Zásadní otázka totiž byla: kdyby Polsku pomohli vojensky, šel by Sovětský svaz Německu na pomoc? Nemusely by (Francie a Británie) čelit v případě útoku na Německo spojené armádě Německa a Sovětského svazu? Proto se západní spojenci do útoku na Německo nehrnuli a jen sledovali se skřípěním zubů, jak se Němci a Sověti dělí o Polsko. Objektivně je proto nutné připustit, že agresorem byl i Sovětský svaz, protože Stalin chtěl rozšiřovat hranice svého vlivu směrem na západ, což by mu západní země nikdy nedovolily, Hitler však ano.

Kdyby Hitlerovi hrozila válka na dvou frontách, jako za první světové války, možná by se útoku na Polsko neodvážil, a i kdyby, válka by mohla být výrazně kratší.

Za počátek druhé světové války v Evropě je tradičně považován německý útok na Polsko z 1. 9. 1939, v Asii však začala druhá světová válka již 7. 7. 1937 japonským útokem na Čínu.

## 8.2 Druhá světová válka

### 8.2.1 Válka na východě

Po německém útoku na Polsko z 1. 9. 1939 vyhlásily Francie i Velká Británie Německu válku. Hitler byl nervózní, protože sice tajně chystal útok na Francii, jednak aby definitivně pohřbil versailleskou smlouvu, jednak aby se stal hegemonek na evropské pevnině, ale válku s Brity si v žádném případě nepřál. Britové totiž neměli v kontinentální Evropě žádné zájmy a Hitler neměl zájem o britské kolonie. Podle Hitlerovy logiky mělo Německo vládnout kontinentální Evropě a Británie zase ve svých koloniích a na světových oceánech. Když ovšem Británie vyhlásila Německu válku, tak v samém začátku dostaly Hitlerovy plány trhlinu.





Už 17. září do východní části Polska vstoupila sovětská Rudá armáda a obsadila zbytek země. Okamžitě zde zahájila represe, které vyvrcholily *katyňským masakrem* polského velitelského sboru a příslušníků inteligence v roce 1940.

Britové se vylodili na francouzském pobřeží a spolu s Francouzi zaujali obranné postavení na *Maginotově linii* na francouzsko-německé hranici. V kontrastu s německým způsobem boje (*blitzkrieg* - blesková válka) se spojeneckým akcím začalo v Německu posměšně říkat *sitzkrieg* (válka vsedě).

30. 11. 1939 bombardováním Helsinek začala finsko-ruská válka, ve které se Finové dokázali statečně bránit početnější Rudé armádě, která po Stalinových čistkách v letech 1937–1938 měla výrazně oslabený velitelský sbor. Těmto Stalinovým čistkám totiž padlo za oběť více než 150 nejvyšších armádních činitelů. Problémy Rudé armády jen ubezpečily Hitlera v tom, že dobytí evropského Ruska nebude obtížné. Za svůj útok byl SSSR 14. 12. 1939 vyloučen ze Společnosti národů. Mírovou smlouvu Finové podepsali 12. 3. 1940; na jejím základě byli nuceni postoupit SSSR Karelskou šíji a východní část Karélie.