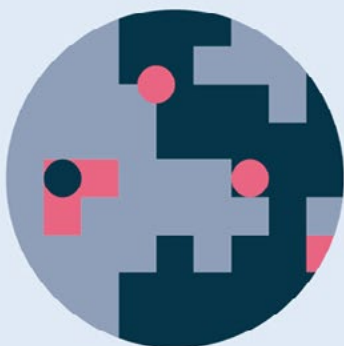
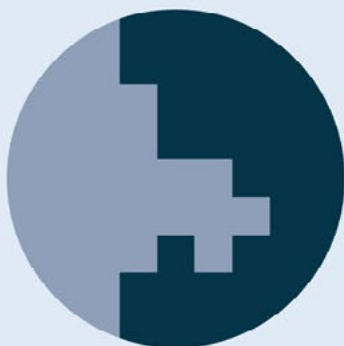


Vaclav Smil



Velké proměny

JAK SE UTVÁŘEL MODERNÍ SVĚT

≡ KNIHA ZLIN

Velké proměny

Vyšlo také v tištěné verzi

Objednat můžete na
www.knihazlin.cz
www.albatrosmedia.cz

☰ KNIHA ZLIN

Vaclav Smil

Velké proměny – e-kniha

Copyright © Albatros Media a. s., 2022

Všechna práva vyhrazena.
Žádná část této publikace nesmí být rozšiřována
bez písemného souhlasu majitelů práv.


ALBATROS MEDIA

VELKÉ PROMĚNY

**VACLAV
SMIL**

VELKÉ PROMĚNY

Jak se utvářel moderní svět

Přeložil Aleš Valenta

Obsah

<i>O knize</i>	9
1. Epochální přechody	17
2. Obyvatelstvo	48
3. Zemědělství a strava	106
4. Energie	166
5. Hospodářství	217
6. Životní prostředí	288
7. Výsledky a výhledy	341
<i>Příloha: vědecké jednotky, jejich násobky a díly</i>	413
<i>Literatura</i>	415
<i>Jmenný rejstřík</i>	460

O knize

Tato publikace je interdisciplinárním zkoumáním pěti fundamentálních přechodů, jejichž vzájemné působení vytvořilo moderní svět: eponymní Velké přechody. Zaměřuji se na historii těchto přechodů v oblasti populace, zemědělství, energie, hospodářství a životního prostředí. V následujících kapitolách zkouám jejich (vždy komplexní) původ, jakož i faktory, jež je umožnily a přispěly k jejich rozmachu. Zabývám se jejich pokrokem, postupy a rozptýlením a popisuji jejich trajektorie, interakce a důsledky.

Sepsání této knihy usnadnila moje předchozí práce, zejména ta, jež se zaměřuje na dlouhodobé transformace globální produkce potravin a výživy (*Energy Analysis in Agriculture, Feeding the World, Harvesting the Biosphere, Should We Eat Meat?*); dále energetických zdrojů a jejich využívání (*Energy at Crossroads, Energy in Nature in Society, Energy Transitions, Energy and Civilization*); klíčových technických a materiálních vstupů do moderní ekonomiky (*Creating the Twentieth Century, Transforming the Twentieth Century, Making the Modern World, Still the Iron Age, Growth*); a globálního životního prostředí (*Carbon Nitrogen Sulfur, Cycles of Life, Global Ecology*). S ohledem na rozsah této knihy však spočíval základní problém v udržení její délky v přiměřených hranicích, aniž bychom vynechali kritické události, interakce a výsledky.

Tato publikace zkoumá, jak jsme se dostali do tohoto bodu lidské evoluce a jak se z velkých přechodů zrodila dnešní každodenní realita. Realita, která se tak dalece vymyká tomu, co jsme si byli schopni včera představit, ale na jejíž výhody dosud nedosáhly miliardy lidí v méně rozvinutých společnostech, a to i přesto, že pokrok, k němuž jsme již dospěli, ohrožuje integritu biosféry. Činím tak tím, že se zaměřuji nejen na precedenty, počátky a dosažené výsledky, ale i na okliky, slepé uličky

a omezení. Nekladu důraz pouze na nejdůležitější milníky a úspěchy těchto velkých přechodů, ale hodnotím také jejich nestejnomyšlný pokrok a zvažuji jejich naléhavost a průběh jako souběh evolučního procesu a náhodných faktorů. Jde však o víc než jen o obecné, deskriptivní historické děje. Přihlížím podrobněji k mnoha specifickým demografickým, výživovým, energetickým, hospodářským a environmentálním proměnným, procesům a výsledkům, a to záměrně kvantitativním způsobem. V této knize se nachází mnoho čísel, protože procesy a transformace, jimiž se zabývám, nelze náležitě pochopit bez neustálé kvantifikace. Bez příslušných dat by nebylo možné pochopit, jak daleko jsme dospěli a co vše ještě musí být vykonáno, než se zbytek lidstva bude těšit kvalitě života, která převažuje v bohatých zemích. Z toho vyplývá, jakou bezprecedentní výzvou bude zvýšit globální prosperitu, a to při souběžné změně energetické základny moderní civilizace z fosilních paliv na obnovitelné zdroje.

Pokrok velkých přechodů stanovila jejich interaktivní podstata. S ohledem na tuto skutečnost (a rovněž s přihlédnutím k převažující praxi vědeckého výzkumu ve 20. století) možná někteří čtenáři očekávají, že budu sestavovat modely těchto interakcí. Takové modely nyní převažují při určování rizik klimatické změny, z předpovědi poptávky po potravinách a načrtávání budoucí spotřeby energie a její skladby. Poskytují rovněž nástroje pro plánování a stanovování budoucího vývoje (Creanza et al. 2017). Modely interakcí mezi populací, potravou, energií, hospodářstvím a životním prostředím na globální úrovni začaly vznikat od konce šedesátých let spolu se studii o systémové dynamice Jay Forrestera v Massachusettském technologickém institutu (MIT; Forrester 2017). Od počátku jsem se na těchto snahách podílel, a přitom si na celý život osvojil skepsi vůči jejich užitečnosti.

Nikdy bych nezpochybňoval jejich heuristickou hodnotu, ale jejich prediktivní schopnost je omezena naším neúplným pochopením příslušných proměnných veličin, a dokonce ještě problematičtějším porozuměním jejich komplexních – a vyvíjejících se – interakcí. Tyto limity způsobují, proč nahlížím na každý globální či univerzální model a každé teoretické vysvětlení primárně jako na experiment, který má být

zpochybněn a kriticky dekonstruován, spíše než jako na odraz reality, jenž by mohl poskytnout užitečný vhled do naší budoucnosti. Jednotná teorie růstu Odeda Galora je skvělým příkladem tohoto kontrastu (Galor 2011a). Zdá se, že tato ekonomem sestavená teorie poskytuje vynikající rámec pro vysvětlení sil skrývajících se za velkými přechody, a přece neobsahuje žádné explicitní uznání role energie a životního prostředí v lidských záležitostech. Jako celoživotní badatel v obou těchto oblastech shledávám nemožným pochopit náš svět, aniž bych věnoval zásadní pozornost energii a biosféře.

Proč jsem se však poté rozhodl nepoužít alespoň grafické modely? Koneckonců několik jednoduchých grafů interakcí, které jsou hnací silou jak specifických přechodů, tak i těch, které ovlivňují ostatní velké transformace, by mohlo být nejlepším způsobem pro ilustraci vzájemných závislostí, resp. posilujících či zmírňujících zpětných vazeb. I kdyby také vývojové diagramy byly rozumně realistické – nepříliš zjednodušené, a tudíž nabízející spíše zkreslení než reflexi reálného světa –, byly by zmatečně propletené, a co je ještě důležitější, nedokázaly by vyjádřit protichůdné, následné a proměnlivé zpětné vazby. A proto by nemohly postihnout kritické a často velmi opožděné kvalitativní změny.

Když se pokoušíme rozplést tyto velké přechody, není někdy jasné ani to, čím se zabýváme a kdy to vše začalo. Byl demografický přechod jen adaptačním posunem, reagujícím na měnící se socioekonomické okolnosti, ať se již jedná o klesající dětskou úmrtnost, rostoucí příjmy či větší podíl žen mezi pracujícím obyvatelstvem, anebo se jednalo o inovativní proces s nově dostupnými metodami kontroly porodnosti, šířícími se progresivně počínaje jejich prvními uživateli? Tyto cesty se navzájem nevylučovaly a podobu jejich interakcí navíc utvářelo mnoho charakteristik, typických pro tu či onu zemi. Všechny navržené spouštěče, příčiny a cesty mají určitý význam, ne-li tutéž vysvětlovací hodnotu. V žádném případě ale není možné nabídnout buď absolutní pořadí, nebo čisté grafické zobrazení.

Obraťme pozornost k dalšímu komplexnímu příkladu. Kladu si otázku, proč byla Británie první moderní ekonomikou, jež prošla zkušeností

nastartování hospodářského růstu. Co určilo jeho načasování? Které faktory se propojily a zajistily tak jeho trvání? Jaké byly funkce nových energetických zdrojů, nových vědeckých poznatků, nových technických vynálezů a nového hospodářského uspořádání? Byla to skutečně relativně rychlá transformace, jež zasluhuje název průmyslová revoluce, anebo se jednalo o složitější komplex postupné ekonomické modernizace? Náléhavou výzvu odpovědět na tyto otázky nejnázorněji dokládá skutečnost, že nepanuje shoda ani na přímých příčinách průmyslové revoluce, a dokonce ani na počátku a době trvání této transformace.

A odtud se složitosti stávají ještě zapeklitějšími, poněvadž nejisté trajektorie mnoha přechodů jsou dalším důležitým argumentem proti uplatnění generických modelů. Je nesporné, že některé procesy bylo možné v nejobecnějších pojmech správně předvídat od počátku přechodu a – jakmile se přechodový proces rozběhl – pomocí specifitějších pojmů. Většinou je však plný dopad těchto přechodů – včetně mnoha nepředvídatelných skutečností – odhalen teprve v okamžiku, jakmile urazily větší část své cesty (ne-li dokonce celou), kdy nová uspořádání a nové interakce vytvoří novou realitu, doplněnou o nové možnosti, a vyústí v nové dopady a důsledky druhého a třetího řádu.

Jak kupříkladu ovlivňuje pozdní stádium demografického přechodu pokročilý stav potravinového přechodu? Podle jednoduchého mechanistického pohledu by – za předpokladu, že vše ostatní zůstane stejné – měly země se sníženou porodností (což vede k rodinám s jedním dítětem) a stále vyšším podílem bezdětných párů vykazovat nižší spotřebu potravin na průměrnou rodinu. Tento výsledek by poté měl snížit spotřebu energie při nezbytném zemědělském výkonu. Oba tyto posuny by následně měly omezit všeobecný ekonomický výkon a snížit následnou zátěž pro životní prostředí. Ale to je přesně to, co se *neděje*.

Namísto toho pozorujeme, že četnost domácího vaření klesá se snižující se velikostí rodiny a běžnými se stávají konzervované a zmražené potraviny, jakož i stravování se mimo domácnost, resp. dovoz hotových jídel do domácnosti. Mleté maso a různé masové plátky jsou konzervovanou potravinou *par excellence*, neboť se dají snadno připravit v podnicích

rychlého občerstvení nebo v mikrovlnné troubě. Výroba masa ale nevyhnutelně znamená vyšší energetické vstupy, hlavně kvůli pěstování krmiv a také kvůli péči o velká množství zvířat na farmách. Dobytek je nutno čistit, potřebuje teplo nebo ochlazování, a vodu. Další dodávky energie jsou spojeny s následným skladováním v mrazácích a dopravou masa.

Výsledkem je, že nevyhnutelné energetické nároky změnilo moderní produkci masa na významného spotřebitele elektřiny a paliv. Současně si vyšší poptávka po těchto energiích vynutila množství opatření, jež vyústila do vyšší konverzní účinnosti a relativních břemen, která ve skutečnosti poklesla. Například všeobecná poptávka po dusíkatých hnojivech pro pěstování obilí stoupla, ale zvýšila se rovněž efektivita výroby masa na jednotku krmiva, to znamená na jednotku aplikovaného dusíku (což vedlo k nižším ztrátám dusíku na jednotku spotřebovaného masa), zatímco některé předtím hroživé emise úplně zmizely. Snad nejznámější je fakt, že v ledničkách se již nepoužívají chlorofluorouhličitany (CFC), jež se podílely na úbytku stratosférického ozónu. Zákaz CFC je ale rovněž dokonalým příkladem, jak se věci mohou vrátit zadními vrátky. CFC-11 byl v Číně úplně zakázán od roku 2010, ale nedávné vyšetřování prokázalo, že chemikálie se intenzivně ilegálně používá jako nadouvadlo při výrobě polyuretanové pěny, používané jako účinné zateplení (EIA 2018).

Tento příklad ukazuje, že vlivy a zpětné vazby, způsobené přechodem, mohou sahat od přímočarých posílení a potlačení k opožděným, jemným a různorodým zpětným vazbám a dokonce k úplným zvrátům. Kvantifikace těchto interakcí doloží, že některé reakce jsou prodloužené a lineární, jiné zahrnují dočasný exponenciální růst či pokles, a ještě jiné vykazují nevelký všeobecný posun pokud jde o skutečné vstupy nebo náklady, ale důležité změny v kvalitě. Jakékoli jednoduché vývojové grafy by tudíž byly spíše zavádějící než objavné.

Tato kniha tedy zklame ty, kteří hledají jednoduché klíče, s jejichž pomocí by pronikli k počátkům a mechanismům velkých přechodů, dále ty, kteří dávají přednost abstraktním modelům před opatrným posuzováním neočekávaného vývoje. Zklamání budou rovněž ti, kteří se domnívají, že trh vyřeší vše, jakož i ti, již očekávají předpovědi se

specifickými časovými údaji. Toto konstatování není výmluvou, nýbrž pouze upozorněním. V posledních desetiletích se objevila záplava publikací, které spoléhají na formální modely a vývojové grafy, jež poté používají nejenom k vtlačení komplexní reality do úzkého rámce, ale také k predikcím vzdálené budoucnosti (někdy přitom uvádějí globální čísla s přesností na tři desetinná místa). S vědomím těchto skutečností nebude příliš staromilské trvat bez výhrad na bázi empirie. To znamená zapomenout na modelované všeobecné trendy, přenechat jakékoli velké jednotné teorie teoretickým dílům a vyhybat se jakýmkoli všezahrnujícím explikačním rámcům.

Na velké přechody je možné nahlížet jednoduše jako na poslední stádia přirozeného výběru, která jsou zesilována (a snad dokonce řízena) jedinečnými kulturními, sociálními a technickými schopnostmi našeho živočišného druhu, ale s tím, že realita má více co do činění s omezeními než s dílčími (a vždy vysoce nahodilými) výsledky. Trajektorie lidského druhu nebyla nikterak nevyhnutelná. Jeho evoluci mohlo vykolejit či ukončit mnoho událostí, od erupce megavulkánu daleko větší, než byl obrovský výbuch sopky Toba před 73 000 lety (Williams et al. 2009), až po náhodnou termonukleární válku, k jejímuž vypuknutí během několik desítek let trvající studené války několikrát mnoho nechybělo (Philips 2020).

A konečně naše evoluční zkušenost neopravňuje k žádným prohlášením o trvalém postupu ke stále větším možnostem. Označovat člověka za *Homo deus* (Harari 2018) je stejně nerealistické jako myšlenka dosažení singularity (Kurzweil 2017). Náš osud je natrvalo určován mnoha přirozenými imperativy a civilizace je stále ohrožena katastrofickými událostmi, ať již střetem Země s velkou planetkou či, jak ukázala pandemie SARS-CoV-2 z roku 2020, opakujícími se virovými onemocněními, která mohou v době globálního cestování zaplavit planetu v řádu několika týdnů (Bostrom 2008; Smil 2008a; Li et al. 2020).

Jsme pozoruhodně vynalézavým druhem, jenž je neustále schopen čelit mnoha výzvám, vyvolávaným vlnami zřetězených změn, na jejichž počátku stojí velké přechody. Na osobní úrovni jsme byli nejenom

schopni udržet mnohé negativní důsledky těchto posunů na snesitelně nízké úrovni, ale dokázali jsme zredukovat mnohé z nich na nepatrnou míru; vynikajícími příklady budiž riziko přenosu infekčních chorob mezi lidmi, žijícími v megaměstech, či nebezpečí neustále spojená s masovou komerční leteckou dopravou. Podobnou vynalézavost jsme prokázali, když jsme udrželi na přijatelných úrovních mnohé environmentální dopady populačního růstu, masové materiální spotřeby, industrializace a urbanizace. Dosud se nám však nepodařilo přeměrovat naše hospodářství způsobem, který zaručí dlouhodobé udržení jediné biosféry, kterou máme k dispozici.

Je možné administrativně zvládnout, ba dokonce odstranit různé formy znečištění nákladnými, ale efektivními technickými zásahy. Naopak takové degradativní procesy, jako je vyčerpání zdrojů podzemní vody či všeobecná ztráta biodiverzity, nemají žádná jednoduchá technická řešení. A globální oteplování, konečná environmentální hrozba jakožto důsledek nárůstu počtu obyvatel a výživového, energetického a ekonomického přechodu, budou vyžadovat bezprecedentní mobilizaci, jakož i rozsáhlou technickou a socioekonomickou adaptaci. A to proto, abychom zmírnili nejhroživější dopady vyšších troposférických teplot a růstu hladiny, okyselování a úbytku kyslíku v oceánech. Může se ukázat, že tato hrozba překračuje naši kapacitu k rychlému přizpůsobení se. Nyní je skoro jisté, že nebudeme schopni omezit nárůst průměrné globální teploty o méně než 1,5 °C, což je úroveň, která je dnes považována za maximum z hlediska snesitelných dopadů. Jistě, žádný model sestavený v roce 2020 nám nemůže říct, jak se s tím vyrovnáme do roku 2050 či 2100. Třebaže jsme dosáhli velice mnoho, stále čelíme fundamentální existenciální nejistotě.

V celé této knize jsem se pokoušel o jedno: objasňovat vzájemné vazby a složitosti velkých přechodů tím, že jsem uplatnil společné výsledky z vědeckých oblastí, které spolu zřídka kdy komunikují. Současně ale nehodlám nabízet snadnou odměnu v podobě obsáhlých vysvětlení. Doufám, že tento přístup pomůže pochopit naše minulé výkony, jakož i ocenit nadcházející výzvy.

1

Epochální přechody

Čím je způsobeno, že moderní svět funguje? Neexistuje lepší způsob odpovědi, než vysvětlit, jak jsme se dostali do tohoto bodu. Co pohánělo mnohvrstevnatý modernizační proces, že vytvořil dnešní každodenní realitu klesající porodnosti, hojné potravy, intenzivního využívání energie, globalizované ekonomiky, vysoké mobility a rychlé komunikace masového rozsahu? Či jak jsme se dostali k naší postindustriální společnosti postižené degradací životního prostředí, jehož je globální oteplování pouze jednou částí? Věřím, že nejobjevnějším přístupem k odpovědi na tyto zásadní otázky je pohlížet na moderní svět jako na zřetězenou sérii relativně rychlých přechodů.

Můj zájem je opět jednou historický. Mým cílem je stanovit odlišné počátky, komplikované procesy, synergické a antagonistické interakce a komplexní výsledky několika vzdálených, a přece vzájemně vysoce závislých přechodů, které vždy zahrnovaly kombinace kvantitativních a kvalitativních posunů. Tyto přechody se dotkly všech aspektů civilizace, když transformovaly tradiční uspořádání v moderní společnosti změnou populační dynamiky, zemědělské praxe a produkce potravin, výběrem energetických zdrojů, rozsahem a účinností jejich konverzí, objemem a směrem průmyslové výroby a – v poslední době – sektoru služeb. Změny se ovšem nevyhnuly ani intenzitě obchodu, distribuci bohatství a stavu životního prostředí.

Předmoderní svět – předěl mezi tradiční a raně novověkou společností je zpravidla kladen do roku 1500 – zažil změny na mnoha úrovních, sahající od stále se opakujících násilných konfliktů (které se změnily z boje nablízko sečnými zbraněmi v mocné dělostřelectvo), invazí, masových

migrací a budování říší až po obdivuhodné pokroky technické zdatnosti ve zpracování kovů a v umění, sahající od monumentální architektury až po malbu olejovými barvami. Malování přitom pokročilo od formálně strnulé figurativní religiozity raně byzantských oltářů až k subtilní alegorické nádheře Botticelliho pláten.

V nejpodstatnějším, existenciálním smyslu – v dynamice lidského populačního růstu, v převládajících způsobech zemědělské výroby a zásobování potravinami, v zabezpečování energetických zdrojů a jejich přeměně v mocný faktor hospodářského růstu a zdroj bohatství – však charakterizoval všechny předmoderní společnosti vysoký stupeň nehybnosti a setrvalosti. Je samozřejmé, že odlišné klima, náboženství a různé formy sociální a hospodářské organizace vedly k mnoha specifickým výsledkům: stačí srovnat vysoce centralizovanou vládu střídajících se čínských dynastií s množstvím většinou malých středověkých evropských království, poznamenaných neustálým napětím mezi vládci a aristokracií, resp. mezi mocí světskou a církevní.

Oblasti, země a státy se odlišovaly typem zemědělství (jednoduchý či dvoupolný systém, pěstování meziplodin, přítomnost či absence hlavních tří plodin), počtem a druhem domestikovaných zvířat a ptáků (více než desítky druhů ve Starém světě, pouze psi a krocani ve starověké Mezoamerice), stravou (sahající od úplného vegetariánství po hojný podíl masa) a převahou specifických hospodářských aktivit (obdělávání polí, smíšené zemědělství, pastevectví, lov ryb). Pěstování zemědělských plodin sahalo od extenzivního obdělávání stále nových polí až po intenzivní střídavé hospodaření pomocí složitých zavlažovacích systémů (typické pro jižní Čínu a jihovýchodní Asii).

Každodenní strava se vyznačovala konzumací (či absencí) mléčných produktů (jimž se vyhýbaly všechny východoasijské civilizace, na rozdíl od sousedních kočovníků), masa (v Japonsku zrušil více než tisíciletý zákaz pojídání masa až císař éry Meidži) a mořských ryb. Rozdíly panovaly i v často složitých stravovacích tabu, objevených ve skoro všech tradičních kulturách, v neposlední řadě v Číně s jejím neomezeným požíváním všeho, ale s mnoha potravinami zakázanými

v době nemoci a těhotenství. Stavby a pomníky se budovaly z kamene či pálených cihel (typicky v Evropě, na Středním východě a v Indii), zatímco jinde (zejména v Japonsku s častými zemětřeseními) se stavělo ze dřeva. Navzdory všem těmto jakkoli působivým rozdílům (opevněná evropská města s katedrálami oproti jedinečnému splynutí země a vody v aztéckém Tenochtitlánu, či husté síti zalidněných měst a vesnic, propojených kanály, ve východní Číně) však existovaly univerzálně platné základní shody.

Probíhal růst, docházelo k inovacím a nepopíratelnému pokroku, ale jejich stupnice, rozsah, četnost a dopad byly rozptýlené a nevelké. Každodennost obyvatelstva ovládala nouze a vědomí omezení, jimž by dokonale rozuměli lidé, kteří žili o staletí, ba tisíciletí dříve. Jízda na koni či ve vozech tažených koňmi zůstávala nejrychlejším způsobem pozemské dopravy od domestikace těchto velkých zvířat lidmi kultury Botai (v severním Kazachstánu) asi 3 500 let př. n. l. (Anthony a Brown 2000), a to až do zavedení párou poháněných vlaků ve dvacátých letech 19. století. Na moři sloužily k pohybu plachty. Jejich tvar a takeláž doznaly mnoha změn od doby předdynastického Egypta do počátku 19. století. Při cestách na dlouhé vzdálenosti začala plachetnice vytlačovat paroplavba teprve od třicátých let 19. století.

Vysoce strnulé vzorce produkovaly velmi pomalý populační růst, omezené zásobování potravinami, nízký výkon při přeměně energií (v důsledku kombinace dřeva, majícího nízkou energetickou hustotu, a jeho slabé konverzní účinnosti při spalování na otevřených ohništích a v jednoduchých topeništích), a sotva znatelně se měnící hospodářský výkon. Dokonce i nejpozoruhodnější pokrok v rámci státu byl otázkou stupně, nikoli rozdílného typu. Čína na konci starověkého období za dynastie Chan (206 př. n. l. – 220 n. l.) byla vyspělejší než římská republika i římské císařství v technikách od metalurgie železa až po výrobu koňských sedel a udidel. Neexistuje dostatek dokladů, jak určit, kdy tato dlouhotrvající převaha skončila. Podle Franka (1998) a Pomeranze (2000) byla Čína bohatší než západní Evropa do konce 18. století, ale podle Broadberryho et al. (2014) dosáhla životní úroveň

v Číně vrcholu na počátku 12. století a v polovině 18. století byl čínský hospodářský produkt na jednoho obyvatele ani ne poloviční ve srovnání s Británií.

Matky a synové

Naopak nové vzorce a nové normy a očekávání, vytvořené velkými přechody, přinesly rychlé a nevídané výsledky. V některých případech se tyto posuny odehrávaly takovou rychlostí, že zkušenosti staré ženy z dětství se více blížily životu jejich předků, kteří zemřeli před několika stoletími, než životu jejich dospělých dětí, nemluvě o tom, co začali považovat za zaručené její vnuci. Představme si například ženu v chudé francouzské vsi ve střední Francii během prvního desetiletí 19. století, když se Napoleon pokoušel podmanit si kontinent.

Žila s rodiči v chalupě o jedné místnosti s doškovou střechou, do které zatékalo, nosila vodu z mělké studně, koupala se zřídka a spala v jedné posteli se svými třemi sourozenci. Chůze (v dřevácích) a vůz tažený kravami byly jedinými způsoby, jak se mohla pohybovat po okolí. Její rodina mohla jen snít o voze taženém koňmi; ostatně jen málokdo cestoval na delší vzdálenosti. Topilo se výhradně dřevem a slámou, proto musela pomáhat matce sbírat palivové dříví a přinášet domů na zádech těžké otepi. Paběrkovala na poli zbytky obilí a slámy, které zde zůstaly po sklizni (obr. 1.1), krmila zvířata, vařila a starala se o mladší sourozence. Neexistovalo levné železo, takže v domácnosti se nacházel jen omezený počet kovových předmětů. Jelikož v sousedním hlavním městě bylo jen málo příležitostí ke službě, skoro všichni její sousedé se živili zemědělstvím, přičemž práce na poli nebyla žádnou idylkou.

Ruční práce, doplněná zvířecím potahem, představovala převládající formu kinetické energie, která se po tisíciletí nezměnila, jednoduché zemědělské nástroje se skoro nelišily od těch, které se používaly před jedním či dvěma stoletími. Ona mladá žena mohla docela dobře patřit



Obr. 1.1 Svět na počátku 19. století: život na statku, dlouhé hodiny manuální práce, šetrnost. Jean-François Millet, *Les glaneuses* (1857), Musée d'Orsay, Paříž (RF592)

mezi ty, jež spatřil James Cobbett (když cestoval roku 1823 po té části Francie, v níž žila) a kteří přinášeli hnůj „v koších na zádech na pole... a rozhazovali ho rukama“ (Cobbett 1824, s. 111). Nedokážu si představit výstižnější obrázek: ještě na počátku 19. století spočívaly existenční základy velkého evropského národa (výživa postnapoleonské bourbonské Francie) v ručním rozhazování hnoje!

A nyní si představme jejího syna v Paříži sedmdesátých let 19. století, obchodníka, jenž se vypracoval vlastním úsilím, muže kráčejičího pod deštníkem na obrázku Gustava Caillebotta *Rue de Paris, temps de pluie* (obr. 1.2). Mohl být jedním z protagonistů, jejichž sociální vzestup tak živě vylíčil Émile Zola ve svém dvacetidílném románovém cyklu o rodině Rougeon-Macquart, vydávaném mezi lety 1871 a 1893, jenž



Obr. 1.2 Svět na konci 19. století: nová města, nový blahobyt, nové naděje. Gustave Caillebotte, *Rue de Paris, temps de pluie* (1877). The Art Institute of Chicago. Sbirka Charlese H. a Mary F. S. Worcesterových, 1964.336.

je podle mého soudu snad největším románovým vylicením několika rychlých přechodů k modernitě během druhého francouzského císařství (1852–1871).

Díky těmto rychlým změnám žil syn matky, jež po poli ručně rozhazovala hnůj, v prostorném bytě několikapatrové budovy na jednom z oněch širokých nových bulvárů, které vznikly při odvážné přestavbě města, řízené George-Eugènem Haussmannem na místě zchátralých domů a úzkých uliček starého města (obr. 1.3). Víkendy trávil v předměstském domku, kde vylepšoval svou zahradu, anebo se plavil na Seině v malém člunu. Jeho syn – v prvním desetiletí 20. století – žil v bytě s elektrickým osvětlením a vytápěním plynem, vyráběným z uhlí. Jezdil v elektrických tramvajích či vozech rozšiřujících se linek metra a pomýšlel na zakoupení vlastního automobilu. V létě odjížděl



Obr. 1.3 O více než století později: auta místo kočárů tažených koňmi, jinak se městské prostředí nemění. Camille Pissarro, *Place du Théâtre Français, Paris: Plui* (1898). Minneapolis Institute of Art, Sbírka Williama Hooda Dunwoodyho.

do Étretat na normanském pobřeží či na Riviéru. Život jeho babičky z napoleonské doby se příliš nelišil od života jejích předků, žijících možná i o tři stovky let dříve, zatímco jeho život se daleko více blížil naší každodenní zkušenosti.

Čína poskytuje ještě vyhrocenější příklad velkých přechodů, které se odehrály během života pouhých dvou generací. Dívka, narozená do chudé rolnické rodiny v An-chuej v roce 1945, čtyři roky před nastolením komunistické vlády, vyrostla ve společnosti, jejíž zvyky a hmotný majetek se skoro navlas podobaly životu před sto lety, přičemž vesničané měli jen tolik potravin, aby vedli nejistou a bídnou existenci. V roce 1961

(zázraky se dějí) se stala jediným členem početné rodiny, jenž přežil nejničivější hladomor v dějinách lidstva z let 1959–1961. Oblast An-chuej byla zasažena zvláště silně; mnohé vesnice se z velké části vyvylidnily (Zhao a Reimondos 2012). Provdala se a její syn, narozený v roce 1965, dospěl v nepoměrně slibnějších poměrech. Původce hladomoru Mao Ce-Tung zemřel v roce 1976 a když matematické nadání otevřelo dospívajícímu chlapci cestu na střední školu, Teng Siao-pching zahájil své hospodářské reformy.

Když bylo jejím synovi devatenáct let, stát zrušil potravinové přídele. Pekingskou univerzitu absolvoval v roce 1989; byl to rok velkého politického vření, kdy se opravdu zdálo možné, že Číně nebude navždy vládnout jedna politická strana. Tento sen však skončil masakrem na náměstí Nebeského klidu. Pro mladého absolventa univerzity se nicméně mnoho nezměnilo. Odešel pracovat do Šen-čenu, někdejšího městečka, které se přeměnilo v nový Hongkong a stalo se světovým centrem výroby elektroniky. Na konci století byl syn tak bohatý, že se to vymykalo matčině představitosti. Žil v prostorném bytě a později si koupil ještě jeden v Hongkongu.

V roce 2010, poté co se přestěhoval do Šanghaje, pomohly jeho algoritmy vzestupu čínského internetového obchodování. Když dovršil padesátku, žil v Sandalwood Estates, v ohrazeném sídle o rozloze 1 800 m² (Sandalwood Estates 2018) jako globální investor. Vlastnil vinice v Kanadě, dům v Kalifornii a značné majetky v Evropě (Hanemann a Huotari 2017). Jeho syn, který se narodil v roce 1990, žil s matkou ve Vancouveru a připravoval se ke vstupu na Univerzitu West Coast. Říkal si James (Huang 2017), jezdil ve sportovním autě za 100 000 dolarů a jednou za čas bral svou drobnou, věkem shrbenou sedmdesátiletou babičku (jež přilétávala každý rok na návštěvu) k příbuzným, jejichž celé rodiny se přestěhovaly do Kanady nebo Spojených států.

Tento příběh, stejně jako předcházející historika francouzské provenience, je zcela vymyšlený, avšak do všech podrobností přesný; není vyloučeno, že by se mohla najít skutečná osoba, jejíž zkušenost by korespondovala s většinou zde popsaných faktů. Základní rozdíl spočívá

v tom, že toho, co trvalo ve Francii jedno století, dosáhla Čína za necelé dvě generace. A ještě pozoruhodnější je skutečnost, že trajektorie začala z nesrovnatelně zoufalejší, vskutku existenciální hlubiny největšího hladomoru v historii. Současně platí, že tento příběh není až takovým překvapením jako spíše výstižným příkladem výhody toho, kdo se dostavil na start pozdě a dostalo se mu mohutné podpory skoro 4 bilionů dolarů přímých zahraničních investic a transferu (legálního i nelegálního) nejnovějších technických výtobytků.

Smyslem této knihy je nabídnout systematický průzkum toho, jak dochází k těmto epochálním přechodům. Podrobně zachytíme předmoderní normy (modální či typické míry růstu, obvyklá využití a možnosti, celkové a specifické výkony), budeme se zabývat početnými přechodovými trajektoriemi, které sahají od těch, jež se táhnou přes několik století, až po ty, jichž bylo dosaženo v průběhu jediné generace. Posléze načrtne konečnou bilanci, převažující nyní ve společnostech, jež prošly těmito mnohvrstevnatými epochálními přechody. Než však přistoupíme k detailům hlavního tématu, bude užitečné podat stručný přehled několika klíčových kontrastů, to znamená porovnat stav z doby před přechody a situaci po jejich dosažení.

Předtím a poté

Zjednodušení jsou vždy nebezpečná, ale žádám ty kritické čtenáře, kteří by se mohli domnívat, že následující text obsahuje jistá příliš rozsáhlá zevšeobecnění a nepřesné poznámky, aby měli trpělivost. Počínaje první hlavní věcnou částí knihy (kapitola 2) se budou moci ponořit do systematických a detailních přehledů, opatřených četnými odkazy, do komparací a explikací, které by měly objasnit, kolik různosti a jak velké množství odchylek a komplikujících faktorů je skrytých za fasádou velkých univerzálních přechodů. Nabízím tyto stručné souhrny „předtím a poté“ jen jako vhodné ukazatele toho, odkud jsme vyšli a kam až jsme dospěli.

Demografické přechody

Ve srovnání s moderními normami měly všechny předmoderní společnosti vysokou míru porodnosti, zpravidla pět nebo šest dětí narozených jedné ženě, kterou provázela skoro stejně vysoká míra úmrtnosti. Ještě dokonce i v raném novověku umíralo hodně dětí. Takto popsal zkušenost své rodiny v předrevoluční Francii ve svých slavných *Pamětech ze záhrobí* François-Auguste René, vikomt de Chateaubriand: „Moje matka porodila v Saint-Malo prvního chlapce, který zemřel v kolébce... Po něm přišel druhý syn a dvě dcery, které se dožily jen několika měsíců.“ (Chateaubriand 2011, s. 40)

Vysoká míra úmrtnosti v raném věku zredukovala průměrnou očekávanou délku života při narození na necelých padesát let a způsobovala velmi nízkou míru populačního růstu. Nejisté odhady naznačují, že během celého prvního tisíciletí našeho letopočtu světová populace buď mírně klesala, nebo zůstávala stabilní, popř. vzrostla maximálně o 50 %. Neustále propukávající násilné konflikty, neúrody a epidemie vedly k velkým ztrátám na obyvatelstvu a trvalo mnoho generací, než byly nahrazeny. K nejznámějším úbytkům došlo v Evropě poloviny 14. století, kdy v důsledku dýmějového moru (způsobeného bakterií *Yersinia pestis*) ztratily velké části Evropy až polovinu své populace. V některých oblastech došlo ke srovnatelným ztrátám v průběhu třicetileté války v letech 1618–1648 (Parker 1984).

Během demografických přechodů zaostával postupný pokles míry porodnosti za rychlejším poklesem míry úmrtnosti, kterýžto rozdíl vedl k poměrně rychlé míře populačního růstu. Z globálního hlediska bylo výsledkem dočasné období hyperbolického růstu, které skončilo na sklonku šedesátých let 20. století a bylo vystřídáno klesající mírou růstu. S výjimkou subsaharské Afriky byl nyní demografický přechod ve všech hlavních oblastech ukončen (anebo významně pokročil). Nízkou porodnost provází nízká úmrtnost, jež se opět promítá do relativně nízké míry populačního růstu.

Zvyšující se počet dětí a dospívajících během raných stádií demografického přechodu znamená růst míry celkové závislosti, tj. poměr počtu

děti do 14 let a osob starších 65 let na 100 lidí v produktivním věku mezi 15 a 64 roky. Když poté porodnost klesá, národy si vybírají své demografické dividendy díky vzrůstajícímu podílu ekonomicky aktivních dospělých. Pokud zároveň existuje efektivní politika, dochází v těchto obdobích často k bezprecedentní míře hospodářského růstu a působivému nárůstu průměrné kvality života, což se týká např. Japonska v osmdesátých letech a Jižní Koreje v devadesátých letech 20. století a Číny v první dekádě 21. století. Následně způsobí kombinace nízké porodnosti a zvyšující se očekávané délky života (hodně přes 70 let) nejen vyšší míru závislosti, ale také populační pokles (např. dnešní Japonsko).

Dokonce i největší města v Japonsku (včetně Tokia, největšího města na světě) však nadále rostou. Je to způsobeno trváním dalšího důležitého přechodového trendu: urbanizace všeobecně a růstu velkých měst obzvláště. Zatímco raně moderní svět byl převážně venkovský, nyní žije více než polovina světové populace ve městech, přičemž ve vyspělých zemích je to více než 75 %. Urbanizační proces se začal prudce zrychlovat v 19. století v Evropě a Severní Americe, po druhé světové válce dosáhl vysoké míry v Asii a vyvrcholil zrodem megaměst s více než 10 miliony obyvatel. Města jsou dominantními středisky inovací a prosperity (ovšem vždy provázené vysokým stupněm nerovnosti) a představují permanentní magnet migrace, vnitřní i zahraniční. Mezinárodní migrace se stala vysoce sporným politickým a sociálním problémem. Z dlouhodobého hlediska však vyvolávají největší obavy obrovské environmentální stopy velkých měst.

Zemědělské a stravovací přechody

Tradičně pocházela skoro veškerá produkce potravin ze samozásobitelských rolnických hospodářství s malými výnosy, jež nebyla schopna zajistit spolehlivé dodávky potřebné výživy pro relativně omezené a pomalu rostoucí obyvatelstvo. Běžnými důsledky těchto výpadků byla rozšířená podvýživa, ochromený růst a vracející se hladomory (Ó Gráda

2010). Poslední hladomor zapříčiněný neúrodou postihl Japonsko v letech 1833–1837 a Irsko mezi roky 1845–1849. V částech Asie a Afriky přetrvávaly hladomory, často způsobené válečnými konflikty a záměrnou politickou nedbalostí, po celé 20. století (SSSR, maoistická Čína, Severní Korea, Etiopie, jižní Súdán). Nejničivější z nich – čínský (1959 až 1961) – nevyvolalo sucho či záplavy, ale šílená maoistická politika (Dikötter 2010; Yang 2012).

Téměř ve všech předmoderních společnostech v převážně rostlinné stravě (běžně pocházelo více než 80, ale dokonce i více než 90 % veškeré potravinové energie z rostlin) dominovalo několik stabilních plodin. Konzumaci čtyř hlavních obilovin (pšenice, rýže, proso a kukuřice), jakož i okopanin v tropech a vysokohorských oblastech And, doplňovaly rozličné luštěniny (čočka – jeden z nejstarších vyšlechtěných druhů –, hrách, boby a sója). Typický výnos těchto tradičních kultivarů zůstával na velmi nízké úrovni; základní obiloviny často dávaly jen dvojnásobek osevu a v některých oblastech roční sklizeň nepřevyšovala 1 tunu na hektar (srov. přílohu) ještě během druhé poloviny 19. století (Smil 2017a).

Úroda výrazně kolísala v závislosti na proměnách počasí či náporech virových chorob, parazitických hub a hmyzu. Třebaže se žádná nebo jen minimální část sklizně dávala tažnému dobytku, jenž přežíval díky pas-tvě nebo zbytkům úrody, tradiční sklizeň zajistila průměrnou dodávku potravy, postačující v dobrých obdobích v nejlépe položených oblastech (atlantická Evropa, bohatá na srážky, zátopové nížiny Asie s bohatými naplaveninovými půdami). Sotva však poskytovala dostatečnou obživu, potřebnou pro tvrdě pracující jedince ve většině předmoderních společností, žijících na půdách chudších a sužovaných obdobími sucha.

Zemědělské přechody přinesly kombinaci intenzivnějších vstupů a nových plodin, nové agronomické metody a produktivnější živočišnou výrobu. Zlepšení kultivarů stálých plodin se opíralo o zvyšující se míru zemědělské mechanizace, pravidelnou aplikaci umělých hnojiv, rozšířené (sezónní či doplňkové) zavlažování a užívání pesticidů, insekticidů a fungicidů, které snížily často neúnosně vysoké předsklizňové ztráty. Tato modernizace vedla k bezprecedentním úrodám (až řádového

nárůstu, tj. desetinásobného, ve srovnání s tradičními kultivary), ke spolehlivě dosahovaným nadbytkům hlavních plodin a dále ke specializaci a diverzifikaci v oblasti rostlinné výroby. Tyto vysoké úrody skoncovaly s hladomory, zajistily hojné dodávky kvalitních potravin a umožnily přeměňovat stále větší podíl sklizně do výkrmu zvířat, což vyústilo ve vyšší spotřebu masa, vajec a mléčných výrobků (a bohužel také do vyšší míry plýtvání potravinami).

Energetické přechody

Všechny předmoderní společnosti se vyznačovaly rovněž omezenou dodávkou potravin. Předpřechodové společnosti získávaly energii způsobem, jenž se nezměnil po tisíciletí. Lidské a zvířecí svaly představovaly hlavní zdroj kinetické energie a jakožto nenahraditelné primární hybné síly pracovaly v zemědělství, ve výrobě potravin, výstavbě (často za masového nasazení dělníků), při kácení stromů, v kamenolomech, dobývání rud, řemeslech a obchodu. V některých oblastech doplňovaly živou sílu, nutnou pro mnoho stálých místních prací, malá vodní kola a větrné mlýny. Jejich jednotková kapacita byla omezená, ale v některých krajích (zvláště podél pobřeží severozápadní Evropy) pomáhaly ve značných množstvích při mechanizaci mletí, čerpání vody a v metalurgických provozech.

Na moři se až do konce 16. století stále používaly lodě poháněné vesly. Ve známé bitvě mezi křesťanským a tureckým loďstvem u Lepanta v roce 1571 se utkalo na každé straně více než dvě stě galér a při nepodařeném pokusu o vylodění v Anglii v roce 1599 nasadila španělská *Armada* jak galéry, tak galeasy (Rodgers 1939). Některé velké veslice se používaly až do konce 18. století, i když také po všech mořích se již plavily efektivnější, byť neustále poměrně pomalé plachetnice. Jak švédské, tak ruské loďstvo mělo stále mnoho veslic a švédští velitelé využili galéry, vyzbrojené děly, při porážce ruské flotily ve druhé bitvě u Svensksundu ve Finském zálivu v červenci 1790 (Parker 1996).

Termální (tepelná) energie pocházela výhradně ze spalování biomasy. Dřevěnou hmotu (proutí, větve, kůru), zbytky úrody (slámu, stébla rostlin, kořeny) a sušený zvířecí trus pro domácí užití (vaření a topení) sbíraly ženy a děti. Kácení stromů ve velkém rozsahu produkovalo dřevo pro výrobu dřevěného uhlí, potřebného především při zhotovování pálených cihel, kachlů a skla. Kromě hustě zalesněných oblastí zůstávala roční dodávka energie na osobu z těchto zdrojů nízká, přičemž nedostatek energie dále zhoršovala malá účinnost tradičního spalování. Produkce dřevěného uhlí proměňovala ještě během 18. století méně než pětinu dřeva v bezdýmné palivo, účinnost spalování v kamnech nepřevyšovala 10 %, otevřené topeniště bylo ještě méně účinné a pouze nepatrné množství chemické energie ve vosku a oleji (svíčky a lampy) se proměňovalo na světlo.

Raná stádia energetických přechodů zredukovala spalování fytomasy při získávání primární energie, když fosilní paliva – počínaje uhlím a rafinací surové ropy a přírodního plynu – začala zajišťovat skoro veškerou dodávku světové primární energie. Dalšími zdroji energie se stala primární elektřina, generovaná padající vodou (od osmdesátých let 19. století), později také nukleárním štěpením (od padesátých let 20. století) a v současnosti moderními větrnými turbínami, fotovoltaickými články a slunečními elektrárnami. Výsledkem bylo, že moderní vysokoenergetické společnosti dokázaly nahradit živou sílu stroji, docílit revoluce ve výrobě potravin a zvětšit průmyslový produkt. A to přesto, že rostoucí podíl bohatých energetických dodávek (konvertovaných s rostoucí účinností) přesunuly na nepodstatné účely, sloužící k vyplnění volného času, což vedlo k bezprecedentní životní úrovni, k vysokému stupni osobní mobility a schopnosti komunikace, jakož i rychle se zvětšujícímu objemu dostupných informací.

Hospodářské přechody

Tradiční ekonomiky, existující v podmínkách nejistých sklizní a nedostatečných dodávek energie, se vyznačovaly minimální mírou růstu. Opakovaně je postihovala období poklesu, který byl způsobován

dlouhotrvajícími válečnými konflikty a ničivými bakteriálními nebo virovými epidemiemi či pandemiemi, střídaná dobami stagnace či nepatrných nárůstů. Nejlepší rekonstrukce udávají průměrnou roční míru růstu globálního hospodářského produktu ve výši 0,01 % během prvního tisíciletí našeho letopočtu. Při takové míře růstu by trvalo 7 000 let, než by se celkový produkt zdvojnásobil. A dokonce i řádově vyšší zlepšení během následujících 500 let přineslo růstovou míru ve výši 0,1 %; v takových podmínkách by zdvojnásobení trvalo 700 let.

To znamenalo, že příjem na hlavu a průměrný majetek domácností zůstávaly na nízké úrovni a často se po staletí nezměnily. V ekonomice dominovala produkce potravin pro vlastní potřebu. Více než 80 nebo dokonce 90 % populace žilo ve vesnicích a věnovalo se zemědělství, přičemž produkovalo pouze malé přebytky, jimiž bylo možné (až na pár výjimek) zásobovat nevelká města. Hospodářské přechody změnily příspěvek mnoha velkých sektorů. Zdrojem těchto posunů byly demografické, zemědělské a energetické přechody, během kterých nastal zásadní pokrok v pěstování plodin, v palivech a ve využití elektřiny, založený na inovacích. Ty spočívaly v systematických experimentech a zkoumání převažující praxe, materiálních podmínek a operačních modalit.

Motorem průmyslové výroby bylo často textilnictví, vyznačující se vysoce intenzivním využitím pracovní síly. Avšak průmysl jako takový by neuspěl bez rozšířeného dolování uhlí a inovací v metalurgii železa, jež posléze vyústilo v masovou produkci levné oceli. Stavebnictví, které vedlo k rané hospodářské expanzi, bylo nutné nejen s ohledem na obrovský příliv obyvatelstva do měst, ale také k budování nové dopravní infrastruktury. Pozoruhodnou výjimku představuje Čína, neboť v jejím případě předcházela stavba říčních kanálů zavádění železniční dopravy o mnoho století. Naopak budování průplavů v Evropě a Americe vyvrcholilo pouze několik desetiletí před nástupem železnice.

Následný pokrok v dopravě se projevil sérií přechodů, které zvyšovaly význam tohoto sektoru a umožnily nárůst skutečně globálního obchodu. Jen několik generací poté, co zavedení parního stroje proměnilo pozemní a vodní osobní a nákladní dopravu, vytvořily spalovací motor

a parní turbína, schopná konvertovat palivo s vyšší účinností a dosahovat vyšších rychlostí, nová průmyslová odvětví, jež produkovala lodě bezprecedentních rychlostí a velikostí a umožnila rozvoj automobilů a letadel. Během pár desetiletí po svém zavedení se automobilový průmysl stal největším výrobním sektorem ve všech hlavních průmyslových zemích. Poslední přechod v dopravě se odehrál po druhé světové válce aplikací plynových turbín v letectví, elektrifikací železnic a zavedením vysokorychlostních vlaků.

Desetiletí po druhé světové válce byla rovněž svědkem prudce rostoucího hospodářského významu široké palety služeb – kategorie zahrnující velko- i maloobchod, zlepšené vybavení domácností, vzdělání, finanční management a volnočasové aktivity, sahající od zábavy po turistiku. Ve všech zemích, které završily svůj ekonomický přechod, je nyní sektor služeb zdaleka největším přispěvatelem k hrubému domácímu produktu (HDP). Toto nedokonalé, ale dnes standardní měřítko hospodářského rozvoje zaznamenalo od počátku padesátých let 20. století bezprecedentní míry růstu, přičemž v některých zemích roční maxima dosáhla či dokonce překročila 10 %. V kombinaci s poklesem porodnosti způsobil tento růst rychlé zvyšování průměrného příjmu na hlavu. Současně – s dostupnějšími potravinami a energií – se snižovalo množství peněz, jež bylo nutné vydávat na nákup kvalitního jídla a potřebných dodávek energie, čímž narůstaly disponibilní prostředky na nákup rozsáhlé škály spotřebního zboží, na investice do vzdělání a cestování.

Dalším důležitým prvkem hospodářských přechodů byl rostoucí význam mezinárodního obchodu, a to jak v oblasti surovin (co do kvantity vedla paliva, železná ruda a potraviny), tak u hotových produktů. Některé komodity (zejména obsidián a pazourek) se dopravovaly na relativně velké vzdálenosti již v předhistorických dobách. Ve starověku spojoval dálkový obchod luxusním zbožím říše na opačném konci Eurasie, když se čínské hedvábí dopravovalo přes parthskou říši do římského impéria.

Luxusní výrobky však nakupovali pouze nejbohatší členové tradičních ekonomik, v nichž nadále dominovalo samozásobitelské zemědělství a jež silně závisely na místních dodávkách. Normou byla řemeslná

produkce omezeného množství spotřebního zboží, přičemž společnosti užívaly převážně dřevěné výrobky, neboť železných předmětů, nástrojů a náčiní byl nedostatek. Globalizace zvýšila podíl mezinárodního obchodu na skoro jednu polovinu světového ekonomického produktu a dokonce i domácnosti s nízkými příjmy nyní vlastní mnohé produkty, vyrobené z nejrozličnějších materiálů na jiných kontinentech a přepravovaných na kontejnerových lodích s obrovskou kapacitou.

Environmentální přechody

Demografické, energetické a hospodářské přechody si vynutily větší vytěžování planetárních zdrojů včetně nerostů (fosilních paliv, železných rud, stavebních materiálů počítaje v to písek a kámen), fyto-masy (potravin, krmiva a průmyslových plodin, dřeva, stavebního dřeva či celulózy) a oceánské zoomasy (mořských živočichů počínaje drobnými koryši a konče obrovskými velrybami). Tyto exploatace vedly k rozsáhlému poškozování přírodních ekosystémů a redukci nutných environmentálních služeb, a to buď kvůli deforestaci (v mírném i tropickém pásu), půdní erozi, znečištění vzduchu, vody a půdy, jakož i ztrátě biodiverzity. Mnohá předpřechodová prostředí byla odlesněna nebo došlo k podstatnému vytěžení jejich nerostných zdrojů, což se projevilo dopady na místní a regionální úrovni; nejznámějšími případy jsou Středomoří a severní Čína (Smil 2013a). Naopak kombinace zemědělských, energetických a hospodářských přechodů způsobila rozsáhlé škody na životním prostředí a dala vzniknout dvěma okruhům globálních problémů.

První se týká všudypřítomnosti antropogenní degradace. V tomto smyslu máme nyní globální problémy s degradativními fenomény, sahajícími od ztráty biodiverzity k rozsáhlému úbytku podzemní vody, částicovému i plynnému znečištění vzduchu a kontaminaci půdy těžkými kovy. Druhý okruh odkazuje k existenci vskutku globálních dopadů, když jsou antropogenní sloučeniny, které pronikly do životního prostředí, nakonec distribuovány do celého světa. Efektivní řešení tohoto bezprecedentního

problému závisí na spolupráci všech států, již však komplikují stávající, nebo dokonce se prohlubující ekonomické nerovnosti. Globální klimatická změna, kterou je možné připočítat na vrub antropogenním emisím skleníkových plynů, je zdaleka nejvýznamnějším výsledkem environmentálních přechodů, protože její neomezené pokračování vytváří velkou hrozbu pro globální hospodářskou prosperitu, a dokonce i pro samotnou obyvatelnost některých částí Země (IPCC 2014).

Tento posun mohou pocítit nejprve lidé na některých místech Blízkého východu. Části našeho evolučního dědictví je vyrovnávat se s vysokou teplotou pocením a následným ochlazením těla odpařováním. Tento ochranný mechanismus však funguje jen potud, pokud teplota mokrého teploměru (míra kombinující teplotu a vlhkost) nepřesáhne 35 °C, přičemž limit je nižší pro děti, staré a nemocné.

Ve svém úhrnu vytvořilo těchto pět přechodů, pospojovaných přírodními pozitivními i negativními zpětnými vazbami, jakož i méně nápadnými synergiemi, moderní svět se vším jeho obdivuhodným pokrokem a zlepšením, ale i s hrozivými socioekonomickými rozdíly a environmentálními obavami. Rovněž přeměnily celou škálu jak běžných transakcí, tak rozhodujících problémů, když se mezinárodní a globální vývoj a důsledky staly stejně důležitými jako trvalé místní a regionální záležitosti. Výsledkem je zřetězení bezprecedentních zisků a ztrát, pokroků a nezdarů.

Z hlediska člověka jako jednotlivce patří k nejvýznamnějším položkám na straně pozitiv eliminace hladomorů, snížená úmrtnost (zejména dětí) a prodloužená délka života, vyšší příjem na hlavu, větší akumulace majetku domácnosti, širší možnosti vyššího vzdělání a cestování a přístup k téměř neomezenému množství informací. Nejproblematictějšími negativními sociálními následky jsou břemena, způsobená stárnoucí populací, rozšířením bakterií, odolných vůči antibiotikům, narůstající rozdíly v příjmech na národní i mezinárodní úrovni, nesmírná koncentrace bohatství, špatná kvalita masového vzdělání, přemíra pochybných informací a záměrné dezinformace, šířené po internetu, a především rozsáhlá degradace biosféry a jejích nenahraditelných služeb.

Studium přechodů

Mezi velkými přechody existuje mnoho vzájemných závislostí. Není možné sledovat vývoj konkrétního přechodu, vysvětlovat jeho postup a odhadovat jeho dopady bez odkazování k dalším přechodům, jejichž trajektorie byly naopak ovlivňovány množstvím dalších přínosů a zásahů. Příkladem je spousta. První tematická kapitola této knihy se zabývá demografickými přechody. Jak započal tento zásadní posun v dynamice rodiny a společnosti, jehož důsledky ovlivnily všechny aspekty moderní civilizace? Byl vyvolán specifickým vývojem, nebo vyžadoval další souběžné přechody, zejména pokrok v oblasti přežití, zdraví, příjmů, stravování a využívání energie?

Jedna proměnná bije do očí: pokles novorozenecké a dětské úmrtnosti, jenž vytvořil „nerovnováhu, která vyvolala nejenom přechody v oblasti plodnosti, ale více než cokoli jiného zredukovala okovy fatalismu, což vedlo k sekularizaci, vzrůstu moderního hospodářství a explozi informací“ (Kirk 1996, s. 386). Jak to však probíhalo? Dyson (2001) se domníval, že pokles se odehrál nezávisle na sociálním a hospodářském rozvoji, ale že to byl klíčový důvod pro souběžné a následné ekonomické pokroky a změny sociální struktury. David Canning namítal, že „tvrzení o naprosté nezávislosti demografického procesu je absurdní“ a vyzval k prozkoumání „důležitých mechanismů postupujících opačným směrem, od vývoje k demografii, které mohly mít zásadní důsledky, a k zneplatnění tohoto názoru“ (Canning 2011, s. 3).

Jelikož evropský hospodářský přechod byl tak očividně spojen s industrializací, zdá se přirozené předpokládat, že počátek poklesu plodnosti souvisí s růstem příjmů. Standardní výklad uvádí, že růst příjmů vedl k vyšším nákladům na výchovu dětí a že se tato skutečnost záhy promítla do snížené plodnosti. Ekonomicky řečeno, pružnost příjmů s ohledem na „kvalitu“ dětí (investice do jejich vzdělání) byla vyšší než s ohledem na jejich množství (vysoká plodnost), kterážto preference vyústila do rostoucích investic na jedno dítě. Ale Galor (2011b) podrobil tuto běžně používanou, ale „chatrnou“ hypotézu zkoušce a zjistil, že odporuje důkazům.

Neexistuje konzistentní negativní korelace mezi socioekonomickým statusem a předpřechodovou plodností, ale správný je závěr, že průkopníci přechodu se nacházeli mezi vyššími příjmovými skupinami, zatímco u rolníků klesala plodnost nejpomaleji (Dríbe et al. 2014). Jakmile plodnost začala klesat, klesala téměř souběžně v sedmdesátých letech 19. století, kdy rozdíly v příjmech na hlavu byly až trojnásobné a plodnost pozitivně korelovala s příjmy. Jak si povšimla Jane O'Sullivanová, „zásahy za účelem zvýšení prosperity jsou méně efektivní s ohledem na náklady při podnícení tohoto cyklu než zásahy do omezení plodnosti. Data nepodporují tvrzení, že ‚vývoj je nejlepší antikoncepcí.‘ Naopak jsou silným důkazem pro názor, že ‚antikoncepce je nejlepším stimulem vývoje.‘“ (O'Sullivan 2013, s. 1).

Limity generalizací

Máme-li se vyhnout zjednodušujícím závěrům, pak je snad nejlepší radou studium velkých přechodů. Jejich trajektorie mají nutně mnoho společného, ale národní zvláštnosti jsou nepřehlédnutelné. Dokonce i v relativně nejrozvinutějších a nejvíce prosperujících moderních společnostech (v Evropě 17. století to byla Anglie, Wales a Holandsko zlatého věku, v Asii Japonsko za tokugawského šogunátu a Čína v éře dynastie Čching) se vzájemně propojená čtveřice základních faktorů obyvatelstvo-potrava-energie-ekonomika nezačala měnit ani přibližně ve stejné době. Zpravidla jeden či dva přechody započaly podstatně dříve než ostatní. Z toho plyne, že specificky národní začátky přechodů, ovlivňující základy moderních společností, se liší nejen o několik generací, ale až o stovky let.

Snad nejvýznamnějším příkladem raného začátku je energetický přechod v Anglii. V Anglii a Walesu převážilo spalování uhlí nad spalováním dřeva již ve dvacátých letech 17. století. V té době už byly v provozu všechny velké uhelné revíry, které položily základ anglického hospodářského prvenství v 19. století. Kolem roku 1700 získávalo Spojené

království asi 75 % své energie z uhlí, zatímco ve Francii a Německu se stalo uhlí hlavním palivem teprve v průběhu druhé poloviny 19. století a Čína začala získávat více než polovinu své primární energie z fosilních paliv (převážně z uhlí) až po roce 1970 (Smil 2017a). Podobně se počátek demografických přechodů datuje do 18. století ve skandinávských zemích (Johansen 2002; de la Croix et al. 2009), kdežto u středomořských národů nastal většinou až od padesátých let 20. století.

Značná různost tradičního sociálního a vládního uspořádání, hospodářská organizace, bohatství přírodních zdrojů a vzorce chování vysvětlují, proč přechody, jež nakonec vedly k epochálním výsledkům, započaly v různých zemích (a na různých kontinentech) v odlišném čase. Rovněž pomáhá pochopit, proč některé z nich postupovaly relativně pomalu (zvláště demografický přechod, jenž se v některých zemích rozvíjel po mnoho generací), zatímco jiné (zvláště některé posuny, závislé na technických inovacích a také na některých stravovacích přechodech) se odehrály v průběhu jediného lidského života a ještě jiné – do značné míry – dokonce v průběhu jediné generace (20–25 let).

V některých případech měly všechny tyto faktory pouze druhotný význam, jelikož zahájení dalekosáhlého přechodu lze vztáhnout k tak charakteristickým (a zcela neočekávaným a nepředvídatelným) diskontinuitám, jako je pád dlouho existující říše či porážka ve velké válce. Skvělým příkladem těchto přesně rozlišitelných zlomů je Japonsko. Období Meidži (1868), jež nastalo po více než 250 letech tokugawského šogunátu (1600–1868), odstartovalo japonské hospodářské přechody, které měly posléze zásadní globální důsledky a směřovaly nejprve k porážkám Číny ve válce roku 1895 a Ruska v roce 1905, poté k okupaci Mandžuska (1931) a větší části Číny (počínaje rokem 1937), a nakonec k útoku na Spojené státy (1941). Porážka země ve druhé světové válce a americká okupace Japonska vedly k neobyčejně rychlé změně stravování (Smil a Kobayashi 2011) a položily základy obdivuhodného, ale krátkodobého hospodářského vzestupu.

Závažným důsledkem těchto proměnlivých počátků byla rychlost spousty současných přechodů. U mnoha raných počátků postupovaly

přechody velmi pomalu a kolísavě, zatímco jiné pozdě započaté přechody se daly do pohybu souběžně a urazily většinu cesty v pozoruhodně krátké době. Ekonomický rozvoj postmaoistické Číny, umožněný souběžným populačním, zemědělským a energetickým přechodem (a urychlený masovým transferem zahraničního know-how, podpořeným rozsáhlými krádežemi intelektuálního bohatství), je daleko nejvýznamnějším příkladem takového opožděného dohánějícího postupu pozoruhodně urychleným a uceleným způsobem.

Nepředvídatelný průběh mnoha přechodů je dalším silným argumentem proti zevšeobecňování. Kolem roku 1900, když parní turbíny a spalovací motory nahrazovaly parní motory, muselo být každému zaslíbeno jasné, že je pouze otázkou času, kdy bude vyroben poslední parní motor. Naopak nikdo nemohl předvídat ani skutečnou rychlost, ani konečný rozsah postupných vln, generovaných přístupem k informacím. Když Gutenberg použil v roce 1454 svůj vynález přestavitelných liter k tisku prvních stránek bible, nemohl předvídat, že během 45 let do konce století vydají evropští tiskaři více než 11 000 nových knih, že počet nových titulů poroste během druhé poloviny 16. století řádovou rychlostí (až ke 135 000) a že ve druhé polovině 18. století nakonec dosáhne skoro 650 000 (Buringh a van Zanden 2009).

Knihtisk, nikoli textilní průmysl či výroba nástrojů, byl prvním masovým průmyslem raného novověku, jehož dopady (je bez něj vůbec myslitelné osvícenství?) nebyly v době jeho vzniku zřejmé. Podobně když Tim Berners-Lee uvedl v březnu 1991 do chodu první internetový vyhledávač, nedalo se předpokládat, že vznikne skoro monopol ve vyhledávání. Mosaic, první oblíbený internetový vyhledávač, se stal dostupným v roce 1993 a během následujících pěti let, před zprovozněním Google, existoval minisvět vyhledávacích nástrojů – od Alta Vista a Ask Jeeves po WebCrawler a Yahoo! Search. Poté však Google buď zlikvidoval konkurenci, anebo zredukoval další volby na marginální podíly. Nyní má každý s počítačem či mobilním telefonem možnost připojit se k většině reprodukováných, kopírovaných, scannovaných či zašifrovaných historických, technických, lékařských a vědeckých informací. A stejně tak si

může stáhnout jakýkoli recept, slavný obraz, fotografii, radu či knihu, která není chráněná copyrightem (stranou ponecháváme nesčetné pírátské edice okopírovaných textů).

Existuje však jedna oblast, kde je možné generalizace široce aplikovat na všechny typy velkých přechodů. Žádné stromy nerostou do nebe a meze růstu – během éry globalizace značně zvětšené – se nakonec prosadily. Míry růstu (či efektivnost zisků nebo peněžní úspory) se zpomalily, bylo dosaženo příslušných úrovní, ustavují se nové rovnováhy, společnosti dozrávají, očekávání klesá – a začínají spekulace o následném přeryvu. Nevyhnutelně existuje mnoho nepravidelností, poruch a překvapení, ale systematické studie růstu (ať již se týkají předmoderních vynálezů nebo nejnovějších elektronických aplikací) ukazují překvapivá opakování očekávaných vzorců.

Trajektorie ve tvaru písmene „S“ a technické inovace

Bez ohledu na to, jak postupně či rychle se přechod rozvíjí, má růst jeho kritických parametrů tendenci sledovat trajektorii ve tvaru písmene „S“, přizpůsobující se logistické funkci (charakterizované symetrickou křivkou), anebo jednomu z několika podobně uzavřených růstových vzorců (Smil 2019a). Tento vzorec znamená, že posun k novému režimu, praxi či uspořádání se prosazuje pomalu a že tradiční způsoby a vzorce získávají na významu ještě desetiletí po zavedení nové technologie či praxe. Dobře zdokumentované nahrazení tažných koní ve Spojených státech (používaných při polních pracích, zapřáhaných do vozů a vagonů ve městech) a mul (které se uplatnily zejména na jižanských farmách) je vynikajícím příkladem takového přechodu (USBC 1975; Smil 2017a).

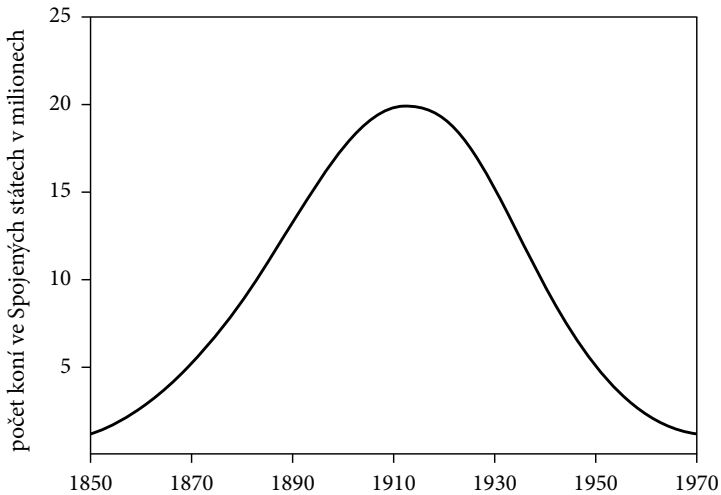
Na konci osmdesátých let 19. století, během desetiletí, v němž došlo k zavedení prvních automobilů a tramvají, dosáhl celkový počet těchto tažných zvířat 17,5 milionu (tab. 1.4). První traktory pro polní práce se objevily v devadesátých letech, úhrnný počet koní a mul však vzrostl

do roku 1900 na 20 milionů. Před první světovou válkou se nesmírně rozšířily elektrické tramvaje, byly vybudovány první podzemní dráhy, započala masová produkce osobních vozů (počínaje typem T Henryho Forda v roce 1908) a rostl prodej traktorů, ale množství koní a mul dosáhlo vrcholu teprve v roce 1917 (přes 26,6 milionu), tedy o třetinu více než v roce 1900. Do roku 1930 byli koně ve městech skoro úplně vytlačeni elektrickými a spalovacími motory, ale celkový počet traktorů nepřesáhl jeden milion a Spojené státy měly stále 18,9 milionu koní a mul, tedy více než na počátku devadesátých let.

Mechanizace zemědělství pokračovala ve třicátých letech 20. století navzdory ekonomické krizi a vyvrcholila po druhé světové válce. Sčítání z roku 1950 doložilo pouze 7,6 milionu tažných zvířat a o desetiletí později je ministerstvo zemědělství (USDA) přestalo evidovat. Epochální přechod od koní, prvních živých hybných sil, které po tisíciletí poskytovaly tažnou sílu, se tak ve Spojených státech dovršil asi za osmdesát let, přičemž většina přechodu se odehrála za méně než polovinu této doby, mezi roky 1917 a 1957. Tento rychlý posun vypadá ještě působivěji, protože musel být provázen (či mu předcházet) rozvoj nutné infrastruktury k těžbě, transportu a zpracování kapalných paliv.

Snad nejrychlejší epochální přechod, poháněný technologickou inovací, se týkal přesunu z vodní zaoceánské dopravy k létání, přičemž nejlepším příkladem tohoto procesu je překonávání Atlantiku: nárůstu rychlosti (a tudíž snižování přepravní doby) bylo dosaženo řadovým tempem. Ponecháme-li stranou raná vikingská přeplutí (na otevřených člunech), mezi lety 1492–1838 se dal Atlantik přeplout pouze na plachtěnicích. Převažující západní větry zrychlovaly cestu východním směrem, ale i tak trvala tři až čtyři týdny. Do počátku 19. století probíhala plavba proti větru podle cestovního řádu pravidelné osobní linky čtyřicet dní, za bouřlivého počasí se však výrazně prodlužovala.

V roce 1833 připlula poprvé do Anglie v Quebecu vyrobená loď *Royal William* a trvalo dalších sedm let do průkopnické plavby západním směrem, kdy dvě lodě dorazily skoro současně. *Sirius*, třebaže vyplul o čtyři dny dříve, dosáhl New Yorku 22. dubna 1838 po 18 dnech,



Obr. 1.4 Celkový počet tažných koní (a mul) ve Spojených státech. Trajektorie vytváří téměř dokonalou normální (zvonovou) křivku. Data převzata z USBC (1975).

14 hodinách a 22 minutách průměrnou rychlostí 14,87 km/hod., takže jen těsně porazil větší a rychlejší *Great Western*, plující průměrnou rychlostí 16,04 km/hod., jenž připlul následující den po 15 dnech a 12 hodinách (Smil 2018). První zdolání Atlantiku pomocí parního stroje zkrátilo dobu přeplutí o více než 60 % a poté následoval rekord za rekordem lodí s dokonalejším trupem poháněných silnějšími parními stroji a posléze vybavených parními turbínami. V roce 1908 získala *Lusitania*, poháněná parní turbínou, Modrou stuhu za čas 4 dny a 20 hodin. Poslední držitel rekordu, loď *United States*, urazila v roce 1952 cestu přes Atlantik za 3 dny, 12 hodin a 12 minut (Stopford 2009). Nejrychlejší parníky s parní turbínou zredukovaly dobu, potřebnou pro přeplutí západním směrem, o skoro 80 % v porovnání s první plavbou parníku v roce 1838. Redukce téměř řádového rozsahu v rámci parou poháněných lodí trvala více než jedno století.

Éra transatlantických komerčních letů, trvajících minimálně 14 hodin, byla na vrtulových strojích zahájena v květnu 1939 (nejprve se jednalo o hydroplány společnosti Pan Am). Obnovena byla po druhé světové válce a k rychlému konci ji přivedly tryskové letouny. Pravidelné transatlantické lety tryskových letadel začaly roku 1958, když první letoun tohoto typu Boeing 707 zkrátil let z New Yorku do Londýna na méně než 8 hodin a počet cestujících letecké dopravy skoro ihned převýšil počet těch, kteří cestovali (téměř každodenně vyplouvajícími) pravidelnými lodními linkami (Smil 2018). Následující přechod byl velmi rychlý: do roku 1960 zajišťovala trysková letadla téměř 70 % veškeré dopravy, a třebaže v šedesátých letech byly spuštěny na vodu tři nové velké zaoceánské parníky (*France* v roce 1962, *Michelangelo* a *Raffaello* v roce 1965), do roku 1969 pokrývaly lodě pouze 4 % veškeré transatlantické dopravy. V důsledku toho skončily v docích parníky *QE2* a *United States* v květnu, resp. listopadu 1969.

Trysková letadla vystřídala lodní dopravu jako obchodní volbu během pouhého desetiletí, což je jeden z nejrychlejších epochálních přechodů v dějinách. Když byl roku 1969 zprovozněn první širokotrupý letoun, Boeing 747, rázem znemožnil obnovení jakékoli pravidelné zaoceánské lodní dopravy. Počínaje lodí *Mayflower* se průměrná cestovní rychlost při plavbě přes Atlantik zvýšila během dvou set let (1620–1820) asi o dvě třetiny. První parníky rychlost více než zdvojnásobily a v roce 1952 byla loď *SS United States* s rychlostí 66 km/hod. skoro dvacetkrát rychlejší než *Mayflower*.

Ve srovnání s plavebním časem nějakých 960 hodin ve dvacátých letech 19. století znamená letecký čas necelých osmi hodin zkrácení v rozsahu dvou řádů a celkovou redukcí o 99,2%. Pokud vůbec bude někdy zavedena, zkrátí dostupná doprava nadzvukovými letouny cestovní dobu (tak jako neúsporný, drahý a opuštěný Concorde) na něco málo přes tři hodiny. Jakmile byl jednou na lodích nainstalován první vysokotlaký parní motor, bylo jasné, že je pouze otázkou času, než dojde k epochálnímu přechodu z větru na páru, a totéž bylo zřejmé s nástupem letadel s proudovým motorem.

Očekávání a realita

Ne každý posun a každé důležité zlepšení se však ukáže být začátkem dalekosáhlého přechodu. Slibný start může záhy uváznout na písku a někdy ani úspěšný začátek, provázený relativně rozsáhlým rozvojem, nestačí k realizaci skutečně epochální změny. Dokonalým příkladem falešného startu je historie aut na elektrický pohon a dějiny jaderné energetiky dokládají trajektorii, jež v rozporu s ohromnými očekáváním a velkými investicemi nedostála svému slibu: předvídaný přechod ke skoro univerzální nadvládě energie ze štěpení jádra se neuskutečnil.

První prototypy moderních silničních vozidel, s nimiž přišli v roce 1886 Gottlieb Daimler a Karl Benz, byly poháněny benzínovým spalovacím motorem, a stejně i většina nových (drahých) automobilových modelů, zavedených v příštím desetiletí. Edison však pevně věřil, že zvítězí elektroauta, a jeho společnost nabídla Henrymu Fordovi, tou dobou hlavnímu inženýrovi firmy Detroit Edison Illuminating Company, generální dohled nad výrobou. Ford přijal, ale – dle svých slov – „pouze za podmínky, že se vzdám svého plynového motoru a budu se věnovat něčemu opravdu užitečnému“ (Ford 1922, s. 24). Na počátku nového století nebylo jasné, jaký typ pohonu nakonec zvítězí. Parou poháněným vozům se moc nevěřilo (příliš těžká, s nesnadným řízením), zato elektrická auta vypadala nadějně. Při prvním americkém závodě v roce 1896 v Narragansett Park na Rhode Islandu porazilo elektroauto typu Riker přesvědčivě vozidlo Duryea. V roce 1899 se francouzské elektroauto ve tvaru náboje s názvem *La Jamais contente* (Věčně nespokojené) stalo prvním silničním vozidlem, které dosáhlo rychlosti 100 km/hod.

Komerční produkce amerických elektroaut začala v roce 1897, když společnost Electric Carriage and Wagon Company zavedla v New Yorku taxíky. V roce 1899 se v celé zemi vyrobilo více než 1 500 elektromobilů, ve srovnání s 936 vozidly na benzínový pohon. Roku 1901 se firma Pope's Electric Vehicle Company stala jak největším producentem, tak největším provozovatelem motorových vozidel ve Spojených státech (Burwell 1990; Kirsch 2020). Elektroauta byla doporučována

jako „absolutně bezpečná, dokonale čistá, nejlepší pro jízdu a také nej-hospodárnější“. Měla navíc tichý chod, nevyžadovala plnění hořlavým plynem a žádné pracné, ba dokonce nebezpečné, startování klikovou hřídelí, tak jako všechny spalovací motory před masovým zavedením elektrických startérů (Smil 2005).

Byly rovněž učiněny první kroky k vybudování příslušné infrastruktury: mezi New Yorkem a Filadelfií vzniklo šest dobíjecích stanic a Edison, pevně přesvědčený, že budoucnost patří elektroautům, vsadil na rozvoj lepší baterie (McShane 1997).

Ale mýlil se. První desetiletí 20. století strávil vývojem dokonalejší baterie, která však nebyla lepší. Vyráběla se z niklu a železa, měla dlouhou životnost a vyšší energetickou hustotu než baterie z olova a kyseliny vyvinutá v roce 1859, a byla také velice robustní. Navíc měla nízkou voltáž a nízkou míru dobíjení, byla těžší a objemnější. Edisonova baterie, jež se vyráběla do roku 1975 (a používala se zpravidla při podzemním dolování a na železnici), nedokázala zabránit triumfu spalovacích motorů. New York's Electric Vehicle Company nejprve omezila svou činnost na příležitostné jízdy v Central Parku a v roce 1907 zbankrotovala, tedy ještě před zavedením Fordova modelu T v říjnu 1908.

Další větší pohyb směrem k elektroautům se odehrál až na samém konci 20. století. V roce 1995 stanovila Kalifornská energetická komise jako cíl prodat do roku 1999 v rámci veškerých vozů prodaných ve státě 2 % elektroaut, ve skutečnosti však nebyla žádná komerční elektroauta prodána (Lazaroff 2001). Výhled se nakonec začlenil do širšího úsilí o dekarbonizaci dodávek energie. Dnes jsme v prvních stádiích dalšího epochálního přechodu, od spalovacích motorů k motorům elektrickým v silniční dopravě. Více než jedno století poté, co byla obecně považována za nejlepší volbu, elektroauta konečně nastupují. Potrvá však mnoho desetiletí, než se přechod završí (Smil 2017c).

Mezinárodní energetická komise (IEA) předpokládá až 70 milionů elektroaut na celém světě v roce 2025 a 160–200 milionů do roku 2030; rozpětí všech předpovědí pro tento rok se pohybuje mezi 30 a 200 miliony.

Má nejoptimistější předpověď je nejspíše 360 milionů elektroaut k roku 2040 ve srovnání s předpovědí firmy BP na úrovni 320 milionů (IEA 2017b; Smil 2017c; BP 2018a). Bloomberg New Energy Finance (BNEF) očekává, že k roku 2040 budou mít elektroauta jen o něco více než 30% podíl v rámci celosvětové osobní dopravy, ale s ohledem na 1,7 miliardy vozidel na silnicích tato statistika znamená, že spalovací motor bude stále převládat (BNEF 2020).

Elektrina produkovaná jaderným štěpením byla obecně považována za epochální převrat ještě předtím, než byla v provozu první komerční jaderná elektrárna. Tuto naději zformuloval v roce 1954 Lewis L. Strauss, tehdejší předseda americké Komise pro atomovou energii, do proslulého výroku, jímž ujistil Národní sdružení spisovatelů vědecko-fantastické literatury v New Yorku, že nukleární elektrina bude „příliš levná na to, aby se vůbec měřila“ (Strauss 1954). Komerční využití začalo v roce 1956, ale následný růst (v Británii, Spojených státech a Sovětském svazu) byl pomalý (do roku 1968 zajišťovala jaderná energie jen 1 % světové spotřeby), což ale není v raných stádiích technického pokroku neobvyklé.

Na počátku sedmdesátých let panovalo všeobecné přesvědčení, že do roku 2000 bude nejen veškerá americká produkce elektřiny pocházet z jádra, ale že také její většina bude produkována v mnohem účinnějších plodivějších reaktorech, které tou dobou několik zemí intenzivně vyvíjelo (Smil 2017b). Globální podíl nukleární energie vzrostl v roce 1975 na 5 %, do roku 1981 se zdvojnásobil a o pouhá tři léta později již dosáhl 15 %. Tento rychlý postup však byl způsoben pouze opožděným dokončením vlny objednávek jaderných elektráren z počátku sedmdesátých let, nikoli novou perspektivou jaderného průmyslu. Ve Spojených státech objednávky nových jaderných elektráren skončily před rokem 1980, a to nikoli kvůli bezpečnostním obavám, vyvolaným nehodami v elektrárně Three Mile Island, ale hlavně kvůli překračování nákladů. Podobně skoro vyschly objednávky v Evropě (s výjimkou Francie) a zpomalily se v Japonsku a Sovětském svazu, zejména po černobylské havárii v roce 1986. Podíl jaderné energie na celosvětové produkci elektřiny vyvrcholil v roce 1987 na úrovni 16,8 % a po zbytek století stagnoval kolem této úrovně.

To, co se v padesátých letech jevílo jako vysoce slibný začátek nového epochálního přechodu, se ukázalo být jen drahým startem silně defektní technologie na výrobu elektřiny. Realistické naděje na druhý začátek neexistují. V roce 2020 vyprodukovalo téměř 450 reaktorů ve 28 zemích světa asi 10 % veškeré elektrické energie. Mezinárodní komise pro atomovou energii předpokládá pokles podílu nukleární energie na celosvětové produkci elektrického proudu na 7,8 % v roce 2030 a 6 % v roce 2050. Vyšší odhad pracuje pro tyto roky s odhadem 12,4, resp. 13,7 %, což je ale stále mnohem méně než rekordní hodnoty z osmdesátých let (IAEA 2018). Tento odhad znamená, že jaderná elektřina bude v roce 2050 tvořit méně než 4 % primárních dodávek veškeré elektřiny.

Neočekávané výsledky

Spojnicí všech těchto nesourodých, ale vzájemně propojených přechodových procesů je, že jejich konečné výsledky (bez ohledu na to, jak se mohly lišit od původního očekávání) byly vskutku neočekávané. Společnosti, které prošly všemi čtyřmi velkými přechody, vstoupily do éry zcela odlišné populační dynamiky, potravinových přebytků (a plýtvání potravinami), vysokých úrovní energetické spotřeby (a, opět, značného plýtvání) a rozšiřujících se hospodářských příležitostí, provázených ovšem vzrůstem majetkové nerovnosti. Čtenáři této knihy, kteří žijí v bohatých zemích, těžili z těchto synergických přechodů vícero způsoby, než by se domnívali, pokud by si nesestavili seznam základních zisků a výhod. Navíc, většina z nich vnímá dosažené výsledky jako zaručené, považuje je za plně očekávané a jaksi zcela nepřekvapivé důsledky zdánlivě předem daného pokroku: mohlo to dopadnout jinak? Ovšemže mohlo, a proto není samozřejmým závěrem, že se tyto benefity v plné míře rozšíří i na dosud méně šťastné populace.

Životy miliard lidí s nízkými a středními příjmy se nyní nacházejí v různých stádiích podél specifických trajektorií čtyř velkých přechodů. Návštěvník, jenž neví nic o Číně, se může domnívat, že země je technicky pokročilejší než Spojené státy, když vystoupí z vlaku typu maglev, jenž