

### 3 Uvažování o systémech

M: Dejme tomu, že si již umím představit, co je to komplexní systém. Dokážeš mi ale vysvětlit, co mi studium této oblasti může přinést?

S: Může ti dát odpovědi na konkrétní otázky, ale to ti vysvětlím jindy. Za nejdůležitější považuji, že ovlivní tvoje uvažování o systémech. Komplexní systémy jsou, jak už název napovídá, složité. Proto je důležité o nich správně přemýšlet.

M: Tak počkat, už žiji pár let v tomhle komplexním světě a dokonce u toho i často přemýšlím. Celé generace vystačily se selským rozumem, tak co chceš vymýšlet složitějšího?

S: Ale taky s tím selským rozumem lidi nadělají spoustu chyb. Typické chyby jsou třeba lineární uvažování, krátkodobý výhled, nedomyšlení všech souvislostí. . .

M: Počkej, teď mě napadá jeden příklad, který jsem si našel do seminárky o králících. Do Austrálie si osadníci dovezli pár králíků s cílem, že je tam budou chovat a budou se mít dobře. Jenže králíci se dostali do divočiny, a protože neměli vůbec žádné přirozené nepřátele, tak se děsně přemnožili a způsobili daleko víc škody než užitku.

S: No vidíš, dobrý příklad. Dřívější generace se navíc pohybovaly ve světě, který byl značně jednodušší než dnes. V dnešní propojené, technikou ovládané době jde spousta věcí rychle a snadno – mimo jiné i děláním chyb s rozsáhlými následky.

M: S tím souhlasím. Ale znamená to něco jiného, než že je potřeba lidem připomínat, aby vždycky, než něco provedou, použili mozek?

S: Náš mozek není přirozeně uzpůsobený na uvažování o komplexních systémech. Takovému uvažování se musíme učit, k čemuž se hodí mimo jiné i modely a simulace, které nám poskytují názorné ilustrace. Potřebujeme se učit uvažovat systémově, nezaměřovat se jen na jednotlivosti. Také se musíme učit myslet decentralizovaně, potřebujeme kombinovat induktivní a deduktivní uvažování –

M: Už zase začínáš šermovat cizími pojmy. Tak ještě jednou a pomaleji.

### 3.1 Intuitivní myšlení

*Dějiny lidstva se stávají čím dál více závodem mezi vzděláním a katastrofou.* (H. G. Wells)

Hlavním cílem této kapitoly je přesvědčit čtenáře, že s pouhou intuicí nevystačíme a že se vyplatí věnovat pozornost vlastnímu myšlení, hledat v něm chyby a trénovat ho. Intuitivní myšlení (selský rozum) je rozhodně úžasná věc, protože nám umožňuje fungovat v běžném životě a dělat spoustu věcí automaticky. Kdybychom měli nad vším složitě spekulovat, nejspíš bychom se zbláznili a nic nevymysleli. Intuitivní myšlení je nicméně uzpůsobeno pro přemýšlení o jednoduchých systémech. V minulosti to většinou stačilo – člověk se zabýval jednoduchými systémy a případné komplexní systémy, které ho obklopovaly (např. počasí), stejně ovlivnit nemohl, takže moc nevadilo, když o nich přemýšlel zcestně.

Dnes se ovšem komplexním systémům nevyhneme, dokonce se ani nevyhneme tomu, abychom je ovlivňovali. Najednou nám intuitivní myšlení přestává dostačovat. Než se vrhneme na přehled alternativních stylů myšlení, pojďme se podívat na několik typických problémů intuitivního myšlení.

#### Lineární uvažování

I když skutečné systémy jsou často nelineární, lidé mají přirozenou tendenci extrapolovat trendy a hledat lineární závislosti. Tendence k lineárnímu uvažování byla prokázána i psychologickými výzkumy. Účastníci experimentu dostali sekvenci bodů a měli za úkol odhadnout polohu dalšího bodu v řadě. Lidé měli tendenci proložit body přímkou a podle ní odhadovat polohu následujícího bodu, a to i tehdy, když body ležely na exponenciální křivce (Sterman, 2000). Prakticky si může čtenář ověřit tuto tendenci například sledováním prognóz cen ropy nebo nemovitostí. Ačkoliv tyto ceny jsou značně nestálé a kolísavé, prognózy komentátorů v médiích často odpovídají lineární extrapolaci posledního vývoje.

Tendenci k lineárnímu myšlení pěkně ilustruje známý příklad s řasami na rybníku. Představme si velký rybník. V rybníku se objevily řasy a začaly se rychle množit. Množí se tak rychle, že se jejich počet každý den zdvojnásobí. První den je jich velmi málo, nicméně pokud nedojde k žádnému zásahu, tak během třiceti dní pokryjí celý rybník. Správce rybníku pozoruje, jak se mu postupně na rybníku množí řasy, protože jich však je na začátku málo, tak si říká, že s tím není třeba nic dělat. Pro zásah se rozhodne, až když bude polovina rybníku zamořena řasami. Kolik času mu zbude na řešení problému?

Pokud si člověk pořádně přečte zadání a chvíli se zamyslí, řešení je velmi jednoduché. Úloha sama o sobě tedy není příliš zajímavá, zajímavé je, že většina lidí, stejně jako správce vystupující v zadání, v první chvíli problém podcení a myslí si, že času zbude víc. Podvědomě totiž používáme lineární závislosti, nikoliv exponenciální. „Když 25% nárůst koncentrace CO<sub>2</sub> v atmosféře způsobil nárůst teploty o 0,5 °C a žádné zásadní změny klimatu, tak nárůst o dalších 25 % taky nic moc nezmění.“ To je přece jasné. Nebo ne?

## Krátkodobý výhled

Ve společnosti lovců a sběračů nemělo dlouhodobé plánování příliš význam. V současné době má dlouhodobý výhled význam zásadní, nicméně naše myšlení zůstává často na úrovni lovců a sběračů. Dlouhodobý výhled nám nejde.

Krátkodobý styl myšlení ilustruje známý příběh o žábě. Pokud hodíte žabu do horké vody, rychle vyskočí a nic moc se jí nestane. Pokud ji dáte do studené a pomalu ohříváte, uvaří se, protože ve chvíli, kdy už chtěla z vody vyskočit, má svaly natolik zesláblé, že se jí vyskočit nepodaří. Z biologického pohledu tento příběh není zcela reálný (není nutné, abyste doma vařili žáby a ověřovali pravdivost, již to za vás udělali vědci). Nicméně i tak jde o užitečnou metaforu.

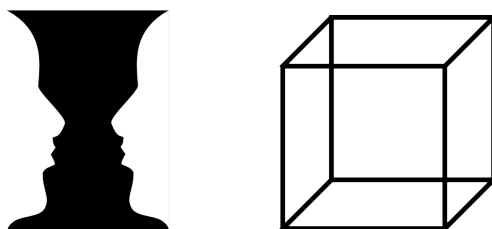
Pro komplexní systémy je charakteristické, že zásahy s pozitivním dlouhodobým efektem často vedou ke krátkodobému zhoršení. Ovšem vzhledem k našemu krátkodobému myšlení a krátkodobému způsobu fungování našich organizací bývá velký problém dlouhodobě výhodná řešení prosadit – konkrétně například prosazování důchodové reformy v demokratických režimech.

## Zjednodušené uvažování o příčinách

Lidé mají rádi jednoduchá vysvětlení. Následky, hlavně ty špatné, si žádají jasné příčiny. Nastalo X, protože Y. Druhá světová válka vypukla, protože Hitler byl schopný demagog. Teplota stoupá, protože stoupá koncentrace CO<sub>2</sub>. Eva opustila Martina, protože Martin příliš pije. Jednoduchá vysvětlení dělají svět pochopitelnějším. My chceme svět chápat.

V uvažování o příčinných vztazích se dopouštíme hned několika chyb. První typickou chybou je uvažování stylu „poté, tedy proto“, odborně nazývané „zaměnění konsekvence za kauzalitu“. Šaman provedl rituál a poté začalo pršet. Dobrá, šamany už jsme prokoukli, takže příliš nevěříme, že by déšť byl důsledkem šamanova rituálu. Ale co když centrální banka sníží úrokovou míru a stav ekonomiky se následnělepší, když fotbalový tým vymění trenéra a následné výsledky jsou mizerné, nebo když finanční krize v zemi A následuje po finanční krizi v zemi B? Dokážeme i v těchto situacích dobře rozlišit konsekvenci a kauzalitu a nepodlehnout zjednodušenému vysvětlení?

Další typickou chybou, které se často dopouštějí i vědci, je „zaměňování korelace a kauzality“. Pokud dvě veličiny na sobě vykazují závislost při vnesení do grafu (korelace), ještě to vůbec neznamená, že jedna z nich přímo ovlivňuje druhou (kauzalita). Typickými příklady jsou třeba počet zapalovačů v domácnosti a výskyt rakoviny plic nebo kvalita sportovního vybavení a podávaný sportovní výkon. V druhém případě drobná kauzalita jistě existuje, nicméně to není hlavní důvod dobré korelace. Záměna korelace za kauzalitu nás v těchto příkladech může vést k tomu, že v rámci boje proti rakovině plic zakážeme zapalovače a místo tréninku budeme nakupovat. Tyto příklady jsou záměrně naivní, takže chybu uvažování snadno prokoukneme. Avšak ve chvíli, kdy jsou položky trochu složitější, lidé tuto chybu dělají velmi snadno.



Obr. 3.1: Váza, nebo dvě tváře? Pohled na krychli je zesponu, nebo shora?

Jednoduché vztahy se však v komplexních systémech vyskytují málokdy. Jednoduchá vysvětlení jsou většinou špatně. Následky mají většinou více různých příčin a tyto příčiny mají různou míru vlivu. Často ani neexistuje jasné rozdělení na příčiny a následky – systém ovládá zpětná vazba. Tají ledovce, protože roste teplota planety, nebo roste teplota planety, protože tají ledovce a tím se snižuje albedo (odráživost) planety? Zpětné vazby jsou natolik důležité téma, že jim věnujeme celou další kapitolu.

### Ovlivnění paradigmatem

Naše uvažování o světě je založeno na informacích, které získáváme z okolí. Už tyto „vstupní“ informace jsou ovšem často zkreslené. Máme svůj pohled na svět a je pro nás těžké vidět věci, které nejsou v souladu s tímto pohledem. Pohled na svět se často označuje jako „paradigma“ – tento termín rozšířil do obecného povědomí T. Kuhn ve své knize *Struktura vědeckých revolucí*, ve které se zabýval vlivem paradigmatu na vývoj vědy.

Paradigma má vliv nejen na vědu, ale i na naše každodenní vnímání. Máme o světě kolem nás svoje představy a očekávání. Vjemy, které z okolí získáváme, podvědomě filtrujeme, aby odpovídala těmto očekáváním. Názornou ilustrací této tendence jsou známé optické klamy, které mohou znázorňovat dvě různé věci (obr. 3.1), ve kterých však lidé často vidí pouze jednu z nich a je pro ně náročné uvidět druhou možnost.

Podobnou tendenci ukázal výzkum s rozpoznáváním karet, ve kterém bylo měřeno, za jak krátký časový interval dokáží účastníci experimentu rozpoznat ukázanou kartu (Bruner, Postman, 1949). Kromě běžně používaných karet byly použity i nestandardní karty, např. černá srdcová. Ve svých odhadech účastníci experimentu pravidelně přizpůsobovali karty svým očekáváním (například místo černé srdcové hlásili červenou srdcovou nebo černou křížovou) a na správné rozpoznání nestandardních karet potřebovali výrazně více času než na rozpoznání standardních.

Dalším problémem, který komplikuje naše objektivní vnímání skutečnosti, je tendence hledat potvrzení toho, čemu věříme, místo potenciálních vyvrácení. Tento princip názorně ukazuje další experiment (Wason, Johnson-Laird, 1972). Představte si, že dostanete čtyři karty. Na každé kartě je z jedné strany písmeno a z druhé číslo. Vaším úkolem je zjistit, zda platí pravidlo, že karty se samohláskou na jedné straně

mají sudé číslo na druhé straně. Jsou vám ukázány karty E, K, 4 a 7. Jaký je nejmenší počet karet, které musíte otočit? Které to jsou? Experimenty ukázaly, že drtivá většina lidí zvolí karty E a 4, tj. snaží se hledat potvrzení hypotézy místo toho, aby opravdu prokázali, že hypotéza platí (k čemuž je potřeba otočit karty E a 7).

Naše paradigma, tedy to, čemu věříme, také ovlivňuje, čeho si všímáme a s jakými informacemi pracujeme. Když několik nezávislých měření začalo ukazovat na problém ozónové díry, vědci z NASA začali zkoumat, proč měření z jejich satelitu trend snižující se hladiny ozónu neukázala. Zjistili, že měřicí zařízení bylo naprogramováno tak, aby nízká měření zamítlo. Návrháři přístroje předpokládali, že tak nízký výsledek musí být způsoben chybou měření (Meadows et al., 2004).

Jak je vidět, nejen naše uvažování, ale už naše vnímání skutečnosti může být hodně zkreslující. Co s tím můžeme dělat? Zcela se zkreslení nikdy nevyhneme, ale pokud si jsme hrozícího zkreslení vědomi, můžeme se alespoň snažit mu příliš nepodlehout. Darwin prý u sebe stále nosil deníček, do kterého si zapisoval pozorování, která nebyla v souladu s jeho teoriemi. Všiml si totiž, že má tendenci pamatovat si to, co se mu hodí do teorií, a zapomínat to, co se mu nehodí.

## Neintuitivnost komplexních systémů

*Nemůžeme řešit problémy stejným stylem myšlení, jakým jsme je vytvořili.*

(A. Einstein)

Když porovnáme seznam charakteristik komplexních systémů a častých chyb lidského myšlení, není divu, že komplexní systémy se chovají často velmi neintuitivně a naše zásahy do nich mají nežádoucí důsledky.

Příkladem neintuitivního chování jsou požáry v amerických národních parcích. Správa národních parků se jistý čas snažila požáry systematicky hasit. Přestože cílem tohoto opatření bylo chránit přírodu, výsledný efekt byl spíše opačný. Místní ekosystémy jsou přizpůsobeny pravidelným požárům a například sekvoje požáry potřebují pro vyklíčení svých semen. Díky hašení se navíc kumulovalo velké množství suchého dřeva a jednou za čas vznikl tak velký požár, že jej nebylo možné uhasit. Podobný efekt mají některá protipovodňová opatření, která narušují místní ekosystémy a vedou k méně častým, ale o to silnějším povodním.

Dalším typickým příkladem je budování silnic. Když postavíme více silnic, tak bude méně zácp. To je jasné, ne? Bohužel ne. Budování silnic má více dopadů než jen pouhé zvýšení kapacity. Silnice zvyšují atraktivitu místa a tím přilákají více lidí. Když je víc silnic, tak si víc lidí koupí auto – vidím, že se staví silnice, tak si koupím auto a dům na druhém konci města. Výdaje na silnice mohou znamenat omezení hromadné dopravy a o to větší nárůst automobilistů. Celkově tedy nové silnice znamenají nejen novou kapacitu, ale i nová auta a nové zácpy. Uvedený popis není (jenom) pesimistický strašák environmentálně laděného cyklisty, ale popis reálného vývoje například v Londýně nebo Los Angeles (Sterman, 2000).

Příkladů neintuitivnosti komplexních systémů je kolem nás celá řada: informační technologie a „bezpapírová kancelář“ vedoucí ke zvýšené spotřebě papíru, zařízení

šetřící čas vedoucí k nedostatku času, bezpečná auta vedoucí k nebezpečné jízdě, zákaz potratů, který má velmi malý efekt na množství potratů a porodnost.

Situace je o to horší, že lidé nejen často uvažují chybně, ale ještě k tomu mají přílišné sebevědomí a ve své uvažování a odhady pevně věří (Sterman, 2000). Tento fenomén byl důkladně prozkoumán experimenty, ve kterých lidé odpovídali na otázky a odhadovali svoji úspěšnost – výsledky systematicky ukazují, že lidé si věří daleko víc, než je oprávněné. Podle výsledků experimentů se zdá, že jediní, kdo mají realistický odhad, jsou profesionální hazardní hráči a lidé zabývající se předpovědí počasí.

Konkrétní zajímavý příklad přílišného sebevědomí ukazuje průzkum názorů expertů na klimatické změny (Nordhaus, 1994) – experti se měli vyjádřit k pravděpodobnému dopadu klimatických změn na ekonomiku. Výsledky průzkumu ukázaly, že ekonomové odhadují dopad klimatických změn na ekonomiku daleko mírněji než klimatologové. To samo o sobě není až tak překvapivé. Co je překvapivé, je důvěra, jakou zúčastnění experti měli ve svoje odhady. Každý z nich měl určit interval 90% jistoty svého odhadu. Intervaly jistoty byly často natolik úzké, že vylučovaly názory většiny ostatních expertů.

Jakmile máme co do činění s komplexními systémy, musíme tedy být velmi ostražití a nepodlehnout nástrahám našeho příliš zjednodušujícího intuitivního myšlení. Podívejme se tedy trochu podrobněji na to, jak vlastně přemýšlíme. Styly myšlení rozdělíme podle toho, čemu věnujeme pozornost (celku nebo částem), jak provádíme úvahy (deduktivně nebo induktivně) a kde hledáme příčiny dějů (v centru nebo ve zpětných vazbách).

## 3.2 Systémové myšlení

*My všichni jsme cestující v letadle, které musíme nejen řídit, ale přestavět celou konstrukci za letu.* (J. D. Sterman)

Po kritice intuitivního myšlení se podíváme, jak můžeme svoje myšlení vylepšit. Probereme různé styly myšlení, přičemž popisy jednotlivých stylů záměrně vyhrotime, aby lépe vynikly hlavní principy. Svět však není černobílý a myšlení také ne – je nutno pamatovat, že v praxi vždy používáme kombinaci různých typů myšlení.

Jako první probereme systémové myšlení, které se cíleně snaží o pohled na systém jako celek a na studium vztahů mezi jednotlivými částmi. Stručně vyjadřuje cíl systémového myšlení slogan: „Vidět les, nejen stromy.“

**Souvislosti:** Systémové myšlení popisují podrobněji například Sterman (2000) a Weinberg (1975).

### Podobenství o slepých mužích

Základní myšlenku systémového myšlení vyjadřuje také podobenství o slepých mužích a slonovi (toto podobenství však nevymysleli moderní systémoví myslitelé, bývá připisováno různým východním učením). Pět slepých mužů přijde ke slonovi a snaží

se zjistit, jak vypadá. Každý z nich důkladně ohmatá jednu část slona a hned si udělá představu o tom, jak slon vypadá:

- První ohmatá bok slona a tvrdí: „Slon je jako zeď.“
- Druhý ohmatá nohu a tvrdí: „Slon je jako strom.“
- Třetí ohmatá chobot a tvrdí: „Slon je jako had.“
- Čtvrtý ohmatá ucho a tvrdí: „Slon je jako vějíř.“
- Pátý ohmatá ocas a tvrdí: „Slon je jako lano.“

Když se snažíme zkoumat svět kolem nás, jsme také v mnoha ohledech slepí a často dopadneme podobně jako popsaní muži. Ano, je těžké vědět, jak vypadá slon, když je člověk slepý. Ale to neznamená, že bychom měli rezignovat a spokojit se s tvrzením, že slon je jako lano.

## Principy

Základní principy systémového myšlení jsou následující:

- pohled z nadhledu, na celkový obráz, do šířky, na celek, nikoliv do hloubky, na detaily,
- postup od obecnějšího ke specifitějšímu,
- soustředění na dynamiku procesů oproti statickému vnímání světa,
- důraz na vztahy, souvislosti, interakce,
- uvědomění si role zpětné vazby,
- uvědomění si relativnosti, uvažování vlivu pozorovatele,
- dlouhodobé uvažování.

Tyto principy sice dobře znějí, ale samy o sobě jsou to dost obecné fráze. Přinářejí riziko, že skončíme u planých řečí o složitosti světa a provázanosti všeho se vším. V systémovém myšlení proto hrají důležitou roli právě (výpočetní) modely. Sestavování modelu nám pomáhá utřídit si myšlenky, hledat vztahy, vidět zpětné vazby. Modely nás však hlavně nutí myšlenky jasně formulovat. Výpočetní model musí být přesně specifikovaný – jinak ho prostě na počítači nespustíme. To nás nutí vyjadřovat se přesně, nepoužívat mlhavé formulace, neujasněné předpoklady a plané fráze. Se systémovým myšlením souvisí především systémové modelování (kapitola 6).

## Redukcionismus a holismus

Systémové myšlení souvisí s pojmy holismus a redukcionismus. Redukcionismus je založen na přesvědčení, že systému jako celku můžeme porozumět na základě detailního porozumění jednotlivým částem. Redukcionisticky problémy řešíme metodou rozděl a panuj – rozdělením problému na části a samostatným řešením dílčích částí. Holismus je oproti tomu založen na přesvědčení, že „celek je víc než součet částí“, tj. že pro porozumění systému jako celku nemůžeme studovat pouze části, ale že musíme klást důraz i na vztahy mezi nimi. Uvedený popis je zjednodušený, navíc termín

holismus bývá často používán až s mystickým podtextem, který nemá se systémovým myšlením a modelováním nic společného, takže nebudeme tyto pojmy dále příliš rozebírat.

Nicméně i nad tímto zjednodušeným popisem je dobré si uvědomit, že není jedno dobře a druhé špatně. Každý přístup se hodí na jiný typ problémů. Při návrhu domu se hodí postupovat z velké části redukcionisticky, kdežto při pozorování mraveniště je lepší dívat se holisticky. Většinou je navíc potřeba kombinovat oba přístupy. Je však smysluplné klást důraz na holistický pohled a systémové myšlení, protože v naší kultuře historicky převažuje redukcionistický přístup. Jak funguje současná věda, lékařství, vzdělání? Většinou rozsekáme systém na části (vědecké disciplíny, orgány těla, školní předměty) a pak se zabýváme každou částí samostatně. Jsou samozřejmě případy, kdy je redukcionistický přístup vhodný, mnohé problémy však takto nelze řešit. S rostoucí provázaností jednotlivých částí světa (technologie, mezinárodní politika, ekologie, náboženství, sociální problémy) roste nutnost holistického pohledu.

### 3.3 Induktivní a deduktivní myšlení

Jak provádíme úvahy o systémech? Máme dvě základní metody: dedukci a indukci. Dedukce je logicky korektní, ovšem málokdo ji reálně používá. Indukce nezaručuje platnost závěrů, ale přesto je často používána. Pomocí modelování a simulace můžeme tyto dva styly myšlení sblížit. Jak simulace zapadá mezi indukci a dedukci, rozebereme v kapitole 5.

#### Deduktivní myšlení

Deduktivní myšlení postupuje od obecného ke konkrétnímu. Z obecně platných principů vyvozujeme logickou úvahou platné závěry. Klasický příklad deduktivní úvahy:

Všichni muži jsou smrtelní.

Sokrates je muž.

Proto: Sokrates je smrtelný.

Deduktivní uvažování je korektní a snadno formálně uchopitelné. Vědecké argumenty se (většinou) snaží postupovat podle zásad deduktivního myšlení. Každodenní realitě však deduktivní myšlení neodpovídá – lidé zvládají přemýšlet deduktivně pouze o jednoduchých a jasně formulovaných problémech a i to je stojí hodně sil.

#### Induktivní myšlení

Induktivní myšlení postupuje od konkrétního k obecnému, od pozorování příkladů k zobecňování a usuzování o budoucím vývoji. Klasický příklad induktivní úvahy:

Doposud každé ráno vyšlo slunce.

Proto: Slunce vyjde každé ráno.



Induktivní uvažování sice není příliš korektní, nicméně lidé ho velmi často a úspěšně používají. Typickým příkladem ze života je ovládnání nového přístroje (např. mobilního telefonu). Deduktivní přístup by odpovídal tomu, že si sedneme, přečteme si kompletní návod, a když potřebujeme s přístrojem něco provést, tak na základě informací z návodu odvodíme posloupnost kroků, které máme udělat. Induktivní přístup odpovídá tomu, co dělá většina lidí: prostě začneme přístroj zkoušet používat a na základě zkušeností se nejdříve učíme posloupnosti konkrétních kroků a postupně i obecné principy fungování přístroje.

### 3.4 Decentralizované myšlení

Při přehledu častých chyb jsme uvedli, že lidé mají tendenci hledat jednoduchá vysvětlení. Tato vysvětlení bývají centralizovaná: hledáme jednu příčinu, jeden zdroj problémů, jednoho původce. Pro porozumění komplexním systémům je však často potřeba naučit se uvažovat decentralizovaně.

V případech decentralizovaného myšlení jsou obzvláště užitečné právě modely, které nám názorně ukazují, jak mohou systémy fungovat decentralizovaně, bez globálního vedení. Proto zde nebudeme zatím zacházet příliš do podrobností a ilustraci většiny principů decentralizovaného myšlení necháme na pozdější kapitoly, ve kterých už budeme mít k dispozici konkrétní modely.

**Souvislosti:** Decentralizované myšlení podrobněji rozebírá Resnick (1997). Za účelem ilustrace decentralizovaného myšlení se používá hlavně modelování pomocí buněčných automatů a pomocí agentů (kapitola 7). Konkrétní příklady jsou uvedeny v kapitole 12.

#### Intuitivní hledání centra

Při centralizovaném myšlení hledáme centralizované příčiny: vedení, které dává pokyny, semínka, od nichž se odvíjí růst. Když lidé jedoucí v autě narazí na zácpu na silnici, většinou automaticky předpokládají, že existuje jasně identifikovatelný důvod, proč se zácpa vytvořila – třeba nehoda, úzká silnice nebo křižovatka v opravě. Takový důvod však existovat nemusí, zácpa může vzniknout i „samo-organizovaně“ na několikaproudé dálnici bez překážek. Náhodou se nakumuluje dostatek aut blízko sebe, musí přibrzdit, ti za nimi musí přibrzdit ještě víc a tak dál.

Tendenci k centralizovanému myšlení prokázal výzkum v Izraeli, kdy se zjišťoval názor dětí na fungování tamější kapitalistické ekonomiky (Leiser, 1983). Ukázalo se, že většina dětí si myslí, že platy vyplácí a jejich výši stanovuje nikoliv zaměstnavatel, ale vláda. Část dětí dokonce přikládala na vrub vládě i organizaci stávek.

Další příklady najdeme v říši zvířat. Všimněme si například zavádějícího názvu „královna“ u mravenců, který evokuje centralizované řízení, a přitom královna má ve skutečnosti na starosti především kladení vajíček. V tomto případě je sice asi většině lidí jasné, že královna neovlivňuje mraveniště stejným způsobem jako lidská

královna království, nicméně pokud uvážíme například hejna, najdeme větší rozpory. Lidé mají tendenci předpokládat existenci dominantního ptáka, který hejno vede. Tak tomu ovšem vůbec nemusí být.

## Robustnost a efektivita

*Monarchie je jako nádherný koráb plující pod plnými plachtami majestátně vpřed. Najednou narazí na útes a klesne navždy ke dnu. Demokracie je jako vor. Nikdy, nikdy se nepotopí, ale proklatě, nohy máte furt ve vodě!* (neznámý autor)

Jeden z důležitých rozdílů mezi centralizovanými a decentralizovanými systémy se týká robustnosti a efektivity. Obecně lze říci, že decentralizované systémy jsou více odolné k chybám, ale také méně efektivní.

Srovnajme například stroje (centralizované systémy) a přírodní systémy (decentralizované systémy). Stroje dokáží vykonávat určitý úkon velmi efektivně, ale jeden zaseknutý šroub je může naprosto rozhodit. Přírodní systémy nebývají plně efektivní, ale zato jsou robustní. Když člověk chvíli sleduje mravence pobíhající chaoticky tam a zpátky, diví se, že vůbec zvládnou potravu shromáždit. Na rozdíl od robota však mraveniště přežije ránu kyjem.

Podobně to platí pro systémy řízení státu a ekonomiky. Centralizované systémy (diktatura, plánované hospodářství) jsou potenciálně daleko efektivnější a pružnější než decentralizované systémy (demokracie, volný trh). Centralizovaná řešení jsou však velmi závislá na tom, kdo zrovna sedí v centru a co ho právě napadne, a tudíž jsou daleko méně robustní.

Podobně jako u ostatních stylů myšlení ani v případě centralizovaného a decentralizovaného myšlení nelze jednoznačně říct, že jedno je dobré a druhé špatné. Je potřeba hledat vhodné řešení pro danou situaci, volit kompromisy, vyvážit efektivitu a robustnost.

## 3.5 Shrnutí

- Komplexní systémy jsou neintuitivní. Se selským rozumem nevystačíme.
- Potřebujeme si osvojit různé metody myšlení o systémech. Neexistuje univerzální přístup ke světu, měli bychom vždy používat ten, který je zrovna vhodný pro danou situaci, a být schopni kombinovat různé styly myšlení.
- Popsali jsme styly myšlení rozdělené podle toho, čemu věnujeme pozornost (části – redukcionismus, celek – holismus), jak uvažujeme (dedukce, indukce) a kde hledáme příčiny dějů (centralizovaně, decentralizovaně).
- K osvojení způsobu myšlení, který běžně nepoužíváme, nám mohou pomoci modely, což ukážeme v dalších kapitolách.