

„O systémovém přístupu“

Vladimír Novotný

NOVOTNÝ V. (1981): „Systémový přístup v biologii a morfologii.“
Skripta medica (Brno) 54 : 308 – 309.

NOVOTNÝ V. (1983): „Systémový přístup v biologických vědách.“
UNIVERSITAS 83/5 : 25 – 30.

NOVOTNÝ V. (1983): „Systems approach in morphology.“
In: K. Zemek, V.J.A. Novák (eds.) *General Questions of Evolution*
ČSAV, Praha. Pp. 145 – 155.

NOVOTNÝ V. (1991): „O systémovém přístupu.“ *Masarykova*
umiverzita v Brně. Pp. 1 - 11



Systemový přístup v přírodních vědách

Významná období vědy se projevují i častějším užíváním určitých výrazů a slovních obrátů. Systém, systémové myšlení, ideje, zákony, teorie, metody, výzkum, aplikace, systémová věda apod. jsou pojmy, s nimiž se dnes stále častěji setkáváme v odborné i filozofické literatuře. Tzv. systemový přístup je pak podle názoru řady badatelů povolán hlouběji rozpracovat celý souhrn soudobých metodologických a speciálněvědních problémů. Rozvoj vědy spočívá i v kvalitativní přeměně celé soustavy výchovy a vzdělání., a to s dostatečným předstihem, umožňujícím již systémově řešit teoretické a praktické problémy. Tyto skutečnosti vyvolaly potřebu zabývat se systémovou problematikou.

Systemový přístup se stává důležitou metodou či nástrojem poznání. Jeho současná forma byla inspirována i systémovou teorií biologa Ludwiga von Bertalanffyho. Dnes je systemový přístup rozpracováván nejen vědci, ale i filozofy.

Systemový přístup je způsob myšlení, osvojování světa, které umožňuje chápat ve skutečnosti tzv. **systemy**. Heuristicky překonává indukci empirismu, je nástrojem zkoumání složitosti i úsilím po úplnosti. Pojem „přístup“ chápeme jako zásadní orientaci, na jejímž základě se buduje obecná strategie vědeckého bádání. Přistupujeme-li ke skutečnosti (a jejím částem) jako k systémům, mluvíme o systémovém přístupu. Cílem je vytvářet celostní obraz o „systemovém objektu“, resp. pochopit problém jako celek. Takový přístup se snaží *postihnout skutečnost exaktním způsobem tak, aby se nesesřela její složitost*. Prohlubuje vztah abstraktního a konkrétního, dialektiku obecného, zvláštního a jedinečného, rozvíjí pohyb poznán od smyslově-konkrétního přes abstraktní k myšleně-konkrétnímu. Systemový přístup využívá obecně vědních pojmů.

SYSTEM je základní pojem. Jaký je současný smysl tohoto výrazu ?

Z celé skutečnosti, z projevů vlastností a souvislostí, lze totiž bezprostředně zkoumat pouze konečné celky v konečném čase.

Objekty nelze zkoumat najednou vyčerpávajícím způsobem, protože jsou – stejně jako celá skutečnost – samy nevyčerpatelné. Části skutečnosti musí být nějakým způsobem vybírány, a to účelem zkoumání, který v poslední instanci určován praxí. Podle účelu zkoumání jsou výzkumem v rámci různých disciplín z celé skutečnosti vybírány pouze takové vztahy a vlastnosti, které jsou daný účel zajímavé a důležité. Takové části reality se stávají předmětem poznání a představují z celé skutečnosti vydělené prvky: **množina těch prvků, mezi nimiž je odhalen vztah vzájemného působení (interakce) je SYSTÉM v současném pojetí.**

Vztahy, které jsou z hlediska daného účelu ve skutečnosti obsaženy trvale (jsou invariantní), lze odhalovat jako zákony.

Objekty (části skutečnosti jako předměty poznání) jsou tedy jako prvky systému definovány odhalováním vztahů vzájemného působení myšlenkovými procesy teoreticko-poznávací činnosti podle konkrétního účelu poznání. Systém je definován prvky (universum) a vztahy (charakteristika).

Objekt a systém nejsou totožné. Žádný objekt nelze popsat jedním systémem, na každém objektu lze definovat podle různých účelů poznání nekonečně mnoho systémů, ale pouhým vymezením objektu není definován žádný systém. Objekt sám o sobě může být jen prvkem (*subsystémem*). Vztahy mezi objekty vedou k odrazu vazeb v logice pojmů tak, že **SYSTÉM je celovztažně uspořádaná množina vzájemně souvisejících prvků, jejichž vztahy jsou pevnější, stálejší a vnitřně nutnější nežli vazby prvků systému s okolím.**

SYSTÉM – množina prvků v interakci – je celek částí jako jednota rozmanitého.

Celek je ovšem více než jen součet svých částí a jen ve vztazích s okolím, se vyjevuje celostnost systému: systémy jsou pak v hierarchické souvislosti. Dialektiku vztahu **prvků**, tj. reálných objektů, k jejich konceptuálnímu **systému** jsme vyjádřili vlastními slovy takto: **PRVEK je černá skříňka, v níž je ukryt systém nižšího řádu, který se vyjeví, zvýšíme-li rozlišovací úroveň a vice versa SYSTÉM se může ukrýt do černé skříňky a stát se jen prvkem systému vyššího řádu, který vznikne zvýšíme-li rozlišovací úroveň.** U každého systému vyššího řádu se pak vyjevují nové vlastnosti celku. Prakticky prvkem systému rozumíme nejnižší subsystém, který

nás v hierarchickém systému zajímá, resp. u nějž studujeme jen chování, ale danými metodami již nikoliv strukturu.

Pojmový aparát systémů zahrnuje definice „**systému**“ a jeho „**struktury**“ (množina stálých prvků a vazeb mezi nimi), „**chování**“ (způsob interakce s okolím), „**organizace**“ (způsob uspořádání systému umožňující žádoucí chování), „**stav**“ (všechny skutečnosti, které lze u systému v daném okamžiku rozpoznat), „**řízení**“ (působení na strukturu a chování systému s cílem dosáhnout žádoucí funkce, kdy funkcí rozumíme vztah mezi strukturou a chováním).

Systémový přístup nemá vlastní předmět. Využívá se ke zkoumání předmětů konkrétních disciplín jako metodologie využívající „systémy“ k hlubšímu a pravdivějšímu poznání. Teorií systémového přístupu je **systémová věda** (obecná teorie systémů a kybernetika), jejímž předmětem jsou systémy a jejich zákonitosti jako takové, které mohou být definovány na entitách libovolné povahy. Systémová věda pak rozvíjí metody pro definování a zobrazování libovolných systémů, systémové aplikace, a vypracovává pojmový aparát. **Systémové aplikace** jsou konkrétní postupy při zkoumání složitých objektů: 1) volba vhodných rozlišovacích úrovní; 2) definování systémů odhalováním jejich prvků a vazeb, a to **empiricko-analyticky** (zkoumání množství různých proměnných v řadě hypotetických možností), **logicko-teoreticky** (k výstavbě systémů se využívá pojmů a metod nejen vlastního, ale na základě logických homologií i jiných oborů), **komplexně-totalitně** (problém se řeší jako celek adekvátním komplexem vědních oborů a metod, tj. interdisciplinárně); 3) analýza systému (matematická, logická, slovní); 4) účelná úprava systému (aplikace v praxi).

*Co přináší systémový přístup nového? Věda při studiu **podstaty** jevu vycházela dříve především z výzkumu samotného jevu, ze substrátu, tj. „morfologických částí“, z nichž se objekt „skládá“, které jsou mu vnitřní, a z relativně stálých podmínek existence. Šlo se více méně od „částí“ k „celku“, od substrátu ke vztahům a chování, tj. od vnitřního k vnějšímu. Systémový přístup nyní přechází ke zkoumání jevu současně s jeho „okolím“. Vychází především z „celku“, aby se lépe poznaly „části“, které jej vytvářejí. Změnou vztahu substrátu se*

zkoumá substrát sám, zkoumáním prostředí objektu se lépe poznává sám objekt, zkoumáním přizpůsobivosti se lépe poznávají podmínky existence: **podstata se zkoumá v pohybu od vnitřního k vnějšímu stejně jako od vnitřního k vnějšímu.**

Specifickým rysem systémového přístupu je popis prvků a vztahů nikoliv jen jako takových, ale vzhledem k jejich „místu“ v celku. Tentýž materiál-substrát vystupuje s různými charakteristikami, a dokonce i s různými principy utváření, což se projevuje jako hierarchie struktury systému, nahrazuje se nedostatečný lineární princip příčinnosti při vysvětlování funkce a vývoje složitých systémů, zejména samoorganizujících se a samoudržujících se, pro něž je typická účelnost, zahrnující usměrněné nebo cyklické řady. A především se zkoumá problém vlastností celku z vlastností částí (prvků) a naopak vlastností prvků z charakteru celku.

Starší metodologický přístup se někdy nazývá analyticko-sumativní. Je výrazem mechanistického názoru na svět a elementalistických představ. Předpokládá, že objekt lze pochopit redukcí na jeho výchozí prvky a že jejich kombinací lze odvodit vlastnosti složitých objektů. Dnešní věda však v metodologii záměrně ustupuje od tradiční jednostranné „substancionalnosti“ a přechází k „systémovosti“. To, že **systemy nejsou jen součtem vlastností svých prvků, ale mají vlastní zákony celku**, tj. vlastnosti, které nelze jednoduše odvodit ze samotných činností jejich prvků, je podstatným rysem systémového přístupu, který určitým způsobem syntetizuje vědeckou analýzu a historické nahlížení celku, jehož principy se prolínají s dějinami filozofického myšlení lidstva.

Systémový přístup v biologických vědách programově překonává mechanicismus, který udržují někteří přírodovědci v úzkém rámci empirismu. Systémovým přístupem se řeší obecně biologické otázky jako biologický systém, průtoková rovnováha, katamorfóza, anamorfóza, progresivní segregace a mechanizace, centralizace a individualizace, morfologická a funkční hierarchie, vztah struktury a funkce, působení částí na celek a ovlivnění časatí celkem.

Systémová teorie v biologii se snaží vysvětlovat jevy živého „přirozeným“ způsobem. Vycházejí z předpokladu, že neexistuje zvláštní „živá“ substance, ani látková ani energetická.

Živé – je pak projevem vysokého stupně organizovanosti, je vázáno na **hierarchicky subordinovaný systém uspořádaných subsystémů, které zaručují rekonstrukci, reprodukcii a evoluci živých individuí.**

Hierarchicky uspořádaný biologický systém se vyznačuje *prioritním právem intervence subsystému vyšší úrovně do subsystémů nižších úrovní a závislostí subsystémů vyšších úrovní na skutečném výkonu subsystémů nižších úrovní*. Princip zpětné vazby je spojen s principem subordinace. Rozpadem celovstažné uspořádanosti materiálních (látkových) prvků pak individuální život zaniká.

Analýza částí sama nevysvětlí živé jevy v celku, v jednotlivých jevech fyzikálních a chemických není rozdíl mezi živým a neživým. Ten se vyjeví až v celkové uspořádanosti n všech procesů. Mechanicismus totiž chápe organismus jen jako pouhou sumu všech jeho složek, jako agregát buněk, buňku jako agregát organel, substrát dědičnosti jen jako agregát genů, chování jako agregát reflexů. Bertalanffyovský *organicismus* naopak zdůrazňuje **celostnost** proti sumativnosti, **dynamismus** proti státnosti a chápání organismu jako stroje, propaguje **organizaci** procesů a **aktivitu** proti pouhé reaktivitě.

Systémové tendence rozvíjejí i dialektiku částí vzhledem k jejich celku: celek existuje pouze prostřednictvím svých částí, ale je více než pouhý součet svých částí, i při ztrátě určitých svých částí nepřestává být celkem, a proto je celek předpokladem existence částí. To, co je v jednom vztahu částí, je v jiném vztahu celkem, ale část sama je naopak vždy celkem.

Systémový přístup ovlivnila „teorie otevřených systémů“, která chápe život jako **proces** – formy živého se *dějí* – jsou výrazem neustálého toku látek, energie a informace, který probíhá mezi prostředím a organismem, organismus vytváří a udržuje. Organismy jsou **otevřené systémy**, které za určitých podmínek dosahují tzv. *průtokové rovnováhy*.

(Bertalanffyho originální termíny: „Fließgleichgewicht“ a „steady state.“), kdy makroskopické veličiny zůstávají nezměněny přesto, nebo právě proto, že mikroskopické procesy organismu neustávají. Uzavřené systémy ponechané samy o sobě, směřují k narůstání entropie (katamorfóza), ale otevřené systémy díky autoregulaci (sebeřízení a sebeudržování) jsou schopny se narůstání entropie bránit, tj. udržovat nebo i dočasně zvyšovat (růst) míru uspořádanosti (anamorfóza). Porušenou autoregulaci pak lze i nepatrnou energetickou změnou řídicích prstů s následnou změnou celého řízeného systému do jisté míry ovlivňovat, zejména u systémů centralizovaných a individualizovaných. Mnoho pojmů plynoucích z vlastností systémů bylo označováno např. za antropomorfistické či metafyzické, ale ve skutečnosti je lze považovat jen za výraz podmínek existence materiálních celkovostních systémů *per se!*

Teorie otevřených systémů dala impuls k první „obecné teorii systémů“, která se stala jedním ze základů dnešní systémové vědy.

Systémový přístup v biologických vědách má i dialektický charakter a může být chápán i jako soudobý nástroj k vyjádření podstat přírodního a u člověka biosociálního dění jako jednoty rozporu. Vyrovnáváním vnějších a vnitřních rozporů lze vysvětlit i relativní stálost struktury při převaze vnitřních systémových podmínek. Převaha vnějších vztahů je pak příčinou přechodnosti a zániku. Protikladné tendence mohou být chápány i jako výraz převahy rozporu nad jednotou, a proto rozpor bývá chápán jako hybná síla vývojových procesů.

Závěrem možno zdůraznit, že soudobá **systemologie** rozpracovává systémový přístup samotným systémovým přístupem. Klasický systémový přístup (strukturální a funkcionální) se slučuje s přístupem evolučním (historickým) v přístup **systemově-evoluční**. Systemově-evoluční pojmový aparát pak vytváří adekvátnější obraz souvislostí ve vyvíjející se skutečnosti.

Systemově-evoluční přístup lze vyjádřit současným zkoumáním ve třech rovinách, které jsou vždy jednotou dvou protikladných komponent. Takové roviny vytvářejí prvky systémového přístupu jako **systému**.

Jsou to:

A/ rovina **strukturní**, B/ rovina **funkční**, C/ rovina **historická**.

Ad A: Ve *strukturní* rovině jde o určení **prvků** systému a **vazeb** mezi nimi. Jde o rozložení v časoprostoru, abstrahovaně od procesuálně časové stránky existence. Určení systému jako celku je možné pouze z okolí, že jej akceptujeme jako subsystém vyššího řádu. Z vazeb mezi tímto celkem a jeho částí usuzujeme na prvky a na vazby, které jsou nutné a dostačující pro existenci námi uvažovaného systému. Tím vylučujeme prvky a vazby nepodstatné. V zavedeném systému zkoumáme zákonitosti interakcí, složitost a logické homologie srovnáváním s jinými systémy.

Ad B: Ve *funkční* rovině se zkoumá způsob reálného bytí systému v prostoru a čase. Zkoumaný systém opět pokládáme za relativně samostatný subsystém systému vyššího řádu. Tím získáme jednotu protikladných **vnitřních funkcí** a **vnějších funkcí**. Vnitřní funkce jsou determinovány strukturou a vnějšími funkcemi, které pak mají s okolím výměnu látek, energie a informace, resp. interakční vazby. Systém specificky reaguje na změny prostředí podle své podstaty a současně je aktivně mění, od působení nezáměrného, až po působení cílené, vědomé.

Ad C: V *historické* rovině se jedná o vysvětlení původu systému, jeho formování a osud, o jeho další perspektivu. To je vědecky předvídatelná budoucnost jako možná hypotéza. Historická rovina je opět jednotou protikladů **genetické** a **prognostické** složky. Mění se, resp. vyvíjející se systém je zkoumán v čase.

Systémový přístup je podle našeho názoru výrazem objektivní potřeby organického rozvoje soudobé vědy a stává se určitým stylem vědeckého myšlení, které naši dobu charakterizuje. Je nanejvýš potěšitelné, že např. příručka Obecné biologie prof. Oldřicha Nečase z Masarykovy univerzity v Brně programově vychází právě ze systémového přístupu v biologických vědách a dává čtenářům a studujícím (např. posluchačům biologických oborů přírodovědecké fakulty) hluboký systémově teoretický a metodologický základ, s oním, tak žádoucím předstihem.

SOUHRN

Systemový přístup je dnes jedním ze způsobů vědeckého myšlení, umožňující vidět ve skutečnosti tzv. **systemy** a pochopit „systemový objekt“ jako **celek**. Je protikladem a překonáním mechanistického názoru vysvětlujícího objekty a děje redukcí na sumu jejich prvků a vlastností. System je celovstažně uspořádaná množina prvků, jejichž vazby jsou vnitřně nutnější než vazby s okolím. Prvky systému jsou z celé skutečnosti vydělovány odhalováním vazeb vzájemného působení. **Prvek systému** (subsystém) je „černá skříňka“, v níž je ukryt systém nižšího řádu, a systém se může ukrýt do „černé skříňky“ a stát se prvkem systému vyššího řádu. System má *strukturu, chování, sta, organizaci a řízení*. Funguje jako **celek** a má navíc zákony vlastní jen celku. **Organismy** jsou otevřené systemy – jsou nadány celostností, dynamismem, organizovaností a primární aktivitou. Morfologie (v jednotě s etologií a ekologií) studuje organismy jako funkční systemy: zkoumá tvar prvků a způsob provedení vazeb mezi nimi. Samostatné funkce nelze přiřazovat jednotlivým strukturám. Funkce má být studována pouze z hlediska systému nejvyššího řádu – individua jako celku. Je současně zkoumána (1) rovina *strukturní* (prvky a jejich vazby), (2) *funkční* (protikladná jednota vnitřních a vnějších funkcí, tj. vazeb s okolím), (3) *historická* (jednota geneze a perspektivy).

·Systemový přístup v morfologii

Systemový přístup přináší nové perspektivy v teorii i praxi. Tento příspěvek je pohledem praktika – bývalého vysokoškolského učitele anatomie, který pracoval se studenty prvního ročníku lékařské fakulty – a tedy i s některými potenciálními vědeckými pracovníky – v jednom z nejstarších oborů lékařských a biologických věd. Protože základní metodou anatomie, resp. morfologie v užším slova smyslu, je *analýza* (vlastně vydělování částí s většinou neživého těla), má anatomie tradiční sklon k udržování mechanistických hledisek s k pouhé popisnosti (deskripci). O to důležitějším se jeví vztah mezi výukou anatomie a fyziologie, resp. morfologie v širším slova smyslu a syntetickými směry v moderní biologii. Zde upozorníme na některé obecnější, metodologické a terminologické problémy, které se vyjevily při pokusech o systémový přístup ve výuce morfologie.

Systemový přístup ve výuce přírodních věd

Systemový přístup chápeme jako způsob myšlení umožňující přistupovat ke skutečnosti jako k **systemům**, který snahou o celkovostní pojetí pomáhá pochopit problém v hlubší podstatě. Ve vědě jde o základní meta-metodologickou orientaci pro obecnou strategii výzkumu. Systemový přístup je *nástrojem zkuomání složitosti a tázáním po úplnosti*.

Domníváme se, že studující všech přírodovědných oborů by si měli osvojit základní pojem „SYSTEM“ okolo něhož je budován systémový přístup a systémová věda již na počátku studia a nikoliv až někdy později.

Pojmy obecné teorie systémů by měly být vykládány, resp. zpřístupňovány, se zdůrazněním vývoje celostnosti systémů a jednoty s okolím (prostředím). Zejména to, že...

- *celek je více než součet svých částí;*
- *celostnost se vyjevuje jen ve vztazích s měnícím se prostředím;*
- *vlastnosti celku se vyjevují na každé hierarchické úrovni.*

Je vhodné respektovat:

- *účelovost definování systému;*
- *rozdíl mezi „systémem“ a „objektem“;*
- *abstraktní charakter systému jako konceptuálního modelu skutečnosti;*
- *hierarchické uspořádání a význam rozlišovací úrovně;*
- *vztah potenciálně ekvivalentních pojmů „prvek“ (element, subsystém) versus „systém“.*

Obecně vědní pojmy jako „**struktura**“, „**chování**“, „**stav**“, „**organizace**“, „**řízení**“, „**funkce**“ je možné konfrontovat s obecně známými filozofickými kategoriemi (např. jednota a rozmanitost, část a celek, kvalita a kvantita apod.) jako jejich konkretizace.

Systémový přístup v biologii vyšel mj. z organismické koncepce, teorie otevřených systémů a z původní obecné teorie systémů Ludwiga von Bertalanffyho, které především zdůrazňují celostnost, primární aktivitu, a hierarchickou uspořádanost živého.“

Studující medicíny se však nejednou ještě setkává (studující biologie možná též) s pojetím organismu jakou s pouhou sumou (součtem) svých složek: organismus chápe jen jako agregát buněk, buňku chápe jako agregát organel, substrát dědičnosti jako agregát genů, chování jako agregát reflexů... apod. I v morfologii je nutno zdůrazňovat **organismus** jako *hierarchicky uspořádaný systém subordinovaných subsystémů, které zaručují rekonstrukci, reprodukci a evoluci.* Hierarchie se vyznačuje vertikálním uspořádáním subsystémů, prioritním právem intervence vyšší úrovně do subsystémů nižších úrovní, a závislostí subsystémů vyšších úrovní na skutečném výkonu nižších úrovní. Ani v anatomii by život neměl mizet jako *proces*, kdy formy živého „se dějí“ a jsou výrazem neustálého toku látek, energie a informace mezi organismem a prostředím, jsou výrazem vztahu, který organismus vytváří a udržuje v průtokové rovnováze. Proces lze nazírat jako jednotu v rozporu. Vyrovnáváním vnějších a vnitřních rozporů lze chápat relativní stálost při převaze vnitřních systémových podmínek, a naopak převahu vnějších vztahů možno považovat za příčinu přechodnosti a zániku.

Koncept „struktury“ v morfofologii

Systémový přístup v morfofologii má své zvláštnosti. Morfofologie bývá označována jako věda o struktuře, resp. o tvaru a stavbě. Základním pojmem morfofologie je **struktura**. A právě tento pojem v souvislosti s rozšiřováním pojmů obecné teorie systémů může být zdrojem nedorozumění. Snad v každém vědním oboru se používá pojmu „struktura“, což při ontickém způsobu vyjadřování zástupců různých oborů může vést ke „zdanlivému srozumění“, tj. ve skutečnosti k matoucímu nedorozumění. V různých vědních disciplínách označuje pojem „struktura“ vždy o něco odlišný pojem, který vznikl k jinému poznávacímu účelu.

V morfofologii považujeme za zvlášť důležité vymezení vzájemného vztahu pojmů „**struktura**“ a „**systém**“.

1. Pojem „*systém*“ je nadřazen pojmu „*struktura*“, která je jen vlastností systému. Systém je soubor prvků spjatých určitými vazbami mezi sebou a okolím: struktura je pak soubor vazeb uvnitř systému.
2. Pojem „*struktura*“ (strukturnost) je nadřazen pojmu „*systém*“. Protože způsob existence objektů skutečnosti můžeme chápat tak, že jed určován strukturou, vzájemným působením jejich prvků, vzájemnými rozpory, pohybem a dialektickými souvislostmi, pak i sama **struktura** může být pojímána jako všeobecný atribut existence skutečnosti – *systém je pak konceptuální model skutečnosti*.

Pojem „systém“ je možné, resp. vhodné, rezervovat pro konceptuální, myšlené soustavy a pojem „struktura“ pro objektivní, materiální, empirický předmět sám. Vžitá praxe ukazuje, že i u celých materiálních struktur lze přímo hovořit o „systému“, jestliže prvky systému exaktně zastupují podstatné vlastnosti struktury. To opravňuje například termíny systematické anatomie: kosterní systém, nervový systém... apod.

Struktura v morfofologii je termín používaný především ve smyslu *konkrétní části živé hmoty na kterékoliv rozlišovací úrovni a v určité*

fázi svého vývoje. Jednotlivé struktury současně vystupují jako prvky určitých systémů. Tatáž struktura může vystupovat jako prvek různých systémů.

System v morfologii je pak *soubor reálných struktur, které slouží jedné funkci celého organismu. V biologickém objektu může být i morfologicky definováno tolik systémů, kolik problémů praxe nastolila a kolik jich podmínky umožňují řešit.*

Soudobé pojetí morfologie

Morfologie v našem pojetí je *věda o struktuře biologických objektů, které studuje jako funkční systémy zkoumáním tvaru jejich prvků, tj. reálných struktur, a sice zkoumáním způsobu prostorových vztahů a vazeb mezi nimi na různých rozlišovacích úrovních v daných fázích vývoje.*

Hierarchické úrovně jsou známé elementární částice, atomy, molekuly...- jako abiotické elementy –dále živé organismy, rozlišené do jednotlivých stupňů jedinců, tj. podbuněčných organismů a obou stupňů jedinců mnohobuněčných až po společenství organismů, včetně společnosti lidské. Zmíněné stupně hierarchie živého se pak v průběhu evoluce deiferencovaly na dílčí prvky: specifické makromolekuly – micely – organely – buňky – tkáně – orgány – soustavy orgánů, které se vyznačují i subordinací funkcí.

Z hlediska výuky anatomie a zejména morfologie je důležitý vztah struktury a funkce. **Funkce** obecně je *vztah mezi strukturou a chováním systému. Morfologickou strukturu nutno chápat dynamicky, neboť v každém okamžiku vystupuje jako výslednice dosavadního vývoje a současně jako východisko dalšího vývoje. Statičnost struktury je relativní, protože přísluší pouze určité rozlišovací úrovni a je jen jednou stránkou průtokové rovnováhy jako stacionárního stavu. Funkce je pak funkcí vždy nějak strukturované skutečnosti: beztvaré prvky totiž nejsou kognitivně postižitelné.*

S dřívějším analyticko-sumativním, mechanistickým přístupem přetrvává někdy i snaha přiřazovat každé struktuře výhradně její vlastní funkci (zde se funkce chápe většinou jen jako činnost). Potupující analýza organismu na stále menší prvky pak vede k atomizaci funkcí a organismus zaniká jako celek. Chování izolovaného prvku se však prakticky vždy liší od chování tohoto prvku na svém místě uvnitř systému, kde záleží na vztazích s ostatními prvky, se svými subsystemy a systémy vyššího řádu. *Systém se chová jako celek, když změna každého prvku závisí na všech ostatních.* Funkci v biologii, resp. antropologii a humánní medicíně, je nutné chápat jako vlastnost systému jako celku a nikoliv výhradně jeho prvků, tj. jednotlivých, samostatných a ze souvislosti vytrhovaných struktur.

Za didaktický princip výuky morfologie člověka považujeme to, že **struktura** má být studována z hlediska té funkce na níž se účastní v systému nejvyššího řádu, tj. *v organismu jako individuálním celku – a tím je neopakovatelný jedinec jako součást přírodního a společenského prostředí.*

(Poznámka: ve vlastních učebních textech neuromorfologie např. zcela opouštíme výraz „centrum“ nervové soustavy, který může být v české řeči zavádějící. Takovým výrazem jsou jakoby jednotlivým funkcím nervové soustavy přiřazovány jednotlivé struktury, jako jakási statická, za vše odpovědná centra. Ve skutečnosti jde o systémy dynamicky propojených struktur, z nichž některé mají povahu řídicích prvků, resp. kardinálních prvků řídicího systému.)

Systémový přístup ve výuce morfologie

Systémový přístup ve výuce morfologie člověka má zachovávat zásady celostnosti, strukturnosti, hierarchie, evolucionismu tak, aby studium nevedlo ke statickému chápání organismu jako stroje, a aby z anatomie a fyziologie člověka nezmizel sám „člověk“.

Z didaktického hlediska může být systémový přístup přínosem především k chápání *hierarchické uspořádanosti*. Většina učebnic, např. anatomie, nás totiž přesvědčuje o přetrvávajícím analyticko-

sumativním mechanistickým pohledu. Popisná anatomie začíná výklad obvykle vnějším tvarem, potom orgán „dělí“ řezem, aby popsala povrch řezu a někdy ještě typ buněk, resp. tkání, z nichž se orgán „skládá“. Domníváme se, že již pojem „skládat se „ je zavádějící (vágní). Morfologický celek je spíše rozdělen, a to v pravém smyslu tohoto slova: člověk vzniká z jediné buňky (oplozené vaječné buňky), která dělením podle genetického programu, diferenciací, specializací a funkčním formováním dává vzniknout množinám buněk, které se organizují ve struktury vyšších řádů vždy s novými kvalitami a vždy vytváří organismus jako celek.

Morfologický výklad mnohoúrovňovitosti struktur může vycházet teoreticky z kterékoliv úrovně. Vzhledem k evoluční, genetické a buněčné teorii pak i v morfologii pokládáme většinou za výhodné považovat za výchozí rozlišovací úroveň – buňku.

Morfolog může u kosterního systému postupovat například takto:

Kostní *buňka* (osteocyt) je základním prvkem systému vyššího řádu. Její okolí je mezibuněčná hmota, produkovaná za vývoje předchůdkyněmi kostních buněk (osteoblasty) a na jejich vlastnostech (tj. poměr organických a anorganických látek) závisí i vlastnosti celého makrosystému (pevnost versus pružnost kostí, resp. kostry). Kostní buňky –jako systémy se svým okolím – jsou současně prvky systému prvního vyššího řádu – *kostní tkáň*. Způsob provedení vazeb mezi těmito prvky rozlišuje základní typy této tkáň (kost hutnou a kost trámčitou). U hutné kosti pak stupeň organizovanosti klasifikuje tkáň podrobněji (kost plst'ovitá a kost lamelózní). U trámčité kostní tkáň pak funkční vazby s okolím (působící tahy a tlaky) určují způsob provedení vazem mezi prvky tohoto systému: jsou to trámečky, resp. trámčina, která se při změně vnějších podmínek vhodně přestavuje (architektonika kostní). Kostní tkáň s souvislostí s jinými tkáněmi (vazivo, chrupavka, hladká svalovina cév nervová tkáň) vytváří prvky systému dalšího řádu – *kosti jako orgánu*. Tvar každé kosti je výrazem (formou) jednoty struktury a funkce. Takové orgány jsou opět prvky dalšího systému vyššího řádu – *kosterní soustavy* (systema sceleti). Ta je ovšem jen součástí (subsystémem =

prvkem) systému *pohybového*, resp. subsystémem celého organismu (těla).

Rozvoj systémového přístupu

Závěrem se chceme zmínit o rozvoji systémového přístupu samotným systémovým přístupem. Klasický systémový přístup (strukturální, funkcionální) se slučuje s přístupem historickým v přístup systémově-evoluční (vývojový). Souvisí to i s vývojem části vědeckého myšlení, se změnami některých typů vědecké racionality (dialektizace a historizace) jako přechod k vývojovému myšlení bez jednostranností.

Systémově-evoluční přístup chápeme jako současné zkoumání ve třech rovinách, které jsou vždy jednotou dvou protikladných směrů zkoumání.

1. Rovina **strukturní** určuje *prvky* systému a jejich *vazby*. Určení systému jako celku je možno jen zvnějšku. Systém je akceptován jako prvek systému vyššího řádu, a z vazeb mezi tímto celkem a jeho částí se usuzuje na nutné a dostačující podmínky existence uvažovaného systému.
2. Rovina **funkční** zkoumá chování systému v prostoru a čase. Akceptujeme-li systém jako prvek systému vyššího řádu, pak se vyjeví jeho vnitřní a vnější funkce. Vnitřní systémové funkce jsou podmíněny strukturou a funkcemi vnějšími. Vnější systémové funkce pak mají s okolím systému různé typy vazeb (např. výměnu látek, energie a informace s prostředím). Systém specificky reaguje na změnu prostředí podle své podstaty a zpětně je mění, od působení nezáměrného až po aktivní působení vědomé.
3. Rovina **historická** zkoumá původ systému, proces jeho formování a osud, až po další perspektivu – vědecky předvídatelnou budoucnost jako možnou hypotézu. Systém je zkoumán v čase a zkoumání má genetickou a prognostickou složku.

I když morfologie zkoumá převážně rovinu strukturní, nesmí zapomínat ani na ostatní aspekty poznání, především na vyšších

úrovních (zejména jedinců a celých populací) a jako morfologie v širším slova smyslu na jednotu strukturních, behaviorálních a environmentálních aspektů, na jednotu morfologických, etologických a ekologických věd. Domníváme se, že rozpracování základů systémového přístupu i ve výuce morfologie by mohlo přispět k hlubším, ale současně jednodušším vědomostem a ke konsistenci interdisciplinární výchovy.