

Zdeněk Wünsch

Poznámky ke koncepci biologické autoorganizace

Kybernetika, Vol. 1 (1965), No. 5, (461)--470

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/124307>

Terms of use:

© Institute of Information Theory and Automation AS CR, 1965

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these

Terms of use.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library*
<http://project.dml.cz>

Poznámky ke koncepci biologické autoorganizace

ZDENĚK WÜNSCH

V práci jsou shrnuty některé dostatečně obecné vlastnosti živých soustav, o kterých lze předpokládat, že patří mezi podstatné články procesu biologické autoorganizace. Na tomto základě je formulována předběžná koncepce biologické autoorganizace, z níž lze odvozovat některé zajímavé problémy, které je možné řešit — mimo jiné — také prostřednictvím experimentů na modelech.

1.

Cílově zaměřený pohyb je jednou z nejvíce charakteristických vlastností biologického procesu. Předpokladem takového pohybu je přenos a zpracování informace, tj. určitý obecný typ vztahů v živých soustavách. Živé soustavy jsou proto také soustavami kybernetickými. Dlužno říci, že živé soustavy jsou zatím nejsložitější známé kybernetické soustavy s nejdélsí historií na povrchu naší planety; jsou také jediné známé, o nichž můžeme tvrdit, že nevznikly arteficiálně — tj. za přispění jiných vyvinutých kybernetických soustav. Vyznačují se proto systémovými vlastnostmi se kterými se v současných technicky a v uvedeném smyslu arteficiálně realizovaných soustavách nesetkáváme.

Celkovou biokybernetickou (Wiener [12], Wunsch [13], [14]) problematiku můžeme např. rozdělit:

- a) na problematiku organizace biokybernetických systémů určitých vlastností a schopností (např. regulace, stabilizace podstatných proměnných — Ashby [17]), jejichž funkční strukturu považujeme v základních rysech za danou a neměníci se podstatně,
- b) na problematiku *vzniku* biokybernetických systémů.

Toto rozdělení je jen vyjádřením dvou z různých možných přístupů k systémovým vztahům v živých soustavách.

Zabývejme se dále především problematikou vzniku, která je závažná např. proto, že povaha biokybernetické organizace (centrální nervové soustavy např.) je nepo-

chybně spoluurčena způsobem vzniku, a také proto, že přirozený (tj. nikoli arteficielní v uvedeném smyslu) vznik složitých kybernetických soustav můžeme pozorovat v biologických fylogenetických a ontogenetických procesech i ve vývoji některých schopností mozkových. Odpověď na otázky podmínek, možností a zákonitostí samovolného vzniku a vývoje kybernetických soustav by měla široký význam teoretický i praktický.

Proces vzniku má také charakter kybernetického systému, neboť předpokládá – mimo jiné – přenos a zpracování informace a můžeme jej považovat za zvláštní formu pohybu cílově zaměřeného. (Podobně jako např. v případě zpětnovazební regulace neexistují zde ovšem žádné apriorní představy cíle nebo cílové oblasti – s výjimkou těch procesů, v nichž se uplatňují vyšší formy zpracování informace centrální nervovou soustavou, – tj. např. na úrovni schopností psychických.)

Předpokládáme, že existují určité obecné zákonitosti a podmínky uvažované formy cílově zaměřeného pohybu, které se uplatňují např. jak ve vývoji fylogenetickém a ontogenetickém, tak také při vytváření vyšších forem biokybernetické organizace centrální nervové soustavy. Procesy určené předpokládanými obecnými zákonitostmi a podmínkami označíme jako *biologickou autoorganizaci* (dále jen AO).

S ohledem na biologický vzor je nepochybné, že AO existuje. Exaktní vymezení pojmu a systému AO není však v současnosti, kdy věda dosud nedisponuje plně vyhovujícími modely biologické AO, snadné. Proto je vhodné – ne-li nutné – vycházet z reálného vzoru a pokoušet se – na základě rozboru vlastností tohoto vzoru – o vystižení charakteristických vlastností a znaků reálného systému AO; jejich obecné vyjádření – např. formou preliminární koncepce – může být východiskem formalizovaných hypotéz nebo modelových experimentů. V obecném základu koncepce takto odvozené (viz níže) můžeme nalézt obdobu se Schrödingerovými [10] předpoklady „statistických mechanismů, které produkují pořádek z neuspořádanosti“ a „mechanismů vytvářejících pořádek z pořádku“, a také shodu s koncepcemi von Foerstera [4], jehož myšlenkový pokus s různými „populacemi“ magnetických krychlíček, který používá jako důkaz vzniku pořádku ze šumu, lze snadno reinterpretovat jako příklad možných podmínek vzniku *uspořádanosti* (viz odst. 4).

2.

Na základě interpretace některých biologických skutečností můžeme biologickou AO předběžně charakterizovat takto (Wünsch [14]):

Biologická AO je systém vztahů a procesů, který je obecným podkladem těch změn organizace živých soustav, které mají charakter cílově zaměřeného pohybu a které se uplatňují na různých úrovních složitosti biologického systému.

AO samotného systému neexistuje, je to proces vývoje vztahů mezi nejméně dvěma systémy: systémem $-A-$, o jehož AO hovoříme, a systémem $-P-$, který obvykle nazýváme prostředím (viz také von Foerster [4] aj.). Jde tedy o AO uvnitř systému ($-A- + -P-$). Pro vztahy mezi systémy $-A-$ a $-P-$ je charakteristické, že

složky systému –A– mohou být součástí systému –P– ve vztahu k jiným složkám systému –A–, což zásadně (vzhledem ke směru možných energetických transformací a entropii) nemůže platit více versa o všech složkách systému –P–. (Vztahy mezi –A– a –P– jsou asymetrické.)

Jako celek je proces AO sebezáchovný a má expanzivní tendence.

Proces AO začíná výchozím prvkem (nebo prvky) systému a je zprostředkován replikacemi a reprodukcemi těchto prvků.

Reprodukcemi jsou realizovány reprodukční funkce, které jsou jedním z předpokladů AO a základní funkční složkou tohoto procesu. Předběžně lze vyjmenovat některé fenomény, které jsou pravděpodobně reprodukčními funkcemi nebo s nimi souvisejí: rozmnožování, expanzivnost procesu, nestabilitnost výchozího systému, transformace stavů systému, vytváření variety a předpokladů pro selekci, vytváření předpokladů pro hierarchickou výstavbu systému –A–, extrémní zajištění sebezáchovnosti procesu AO, zajištění relativní stabilnosti vzniklých struktur, zajištění předpokladů rozmanitosti interakce systému –A– se systémem –P– v prostoru a čase a vhodné strukturnosti celkového procesu AO (která se u živých soustav projevuje např. diskontinuitou v čase a prostoru ve formě individuů apod., kontinuitou vývojevou).

Lze předpokládat, že význam reprodukčních funkcí pro biologickou AO je obecnější, že se neuplatňují pouze v souvislosti s reprodukcemi buněk, ale také např. na úrovni makromolekulární, na úrovni některých funkcí nervové soustavy a jinde.

Uplatnění informace v procesu AO – ať se jedná o informaci uchovanou ve výchozích prvcích nebo o informaci získávanou interakcí systému –A– se systémem –P– je zprostředkováno především reprodukčními funkcemi (např. v průběhu ontogenyzy reprodukčními transformacemi).

Otázku povahy, rozsahu a formy uplatnění informace v procesu AO lze nejspíš zodpovědět na základě další analýzy procesu AO.

3.

Uvedená charakteristika pouze označuje fenomény, které jsou pravděpodobně důležitými body v celkové stavbě procesu AO. Z této charakteristiky odvozené z reálného vzoru, je možné vycházet a klást další otázky; některé z nich budou směřovat k dalšímu doplnění a upřesnění předběžné koncepce AO hodnocením a reinterpretací existujících představ a známých fakt, jiné povedou k nutnosti experimentálního řešení (např. prostřednictvím modelů).

Pokusme se nejprve o doplnění předběžné koncepce AO pokud možno takovým způsobem, aby mohla být vodítkem pro experimentální řešení dalších otázek. Domnívám se, že především musíme vycházet z předpokladu, že povaha jednotlivých dílčích složek nebo funkčních principů, které jsou v základech procesů biologické AO, je natolik obecná, že je vlastností i anorganických soustav, a že až určité spojení a určité možnosti realizace těchto složek a funkčních principů dávají dohromady bio-

logickou AO. Nepředstavujeme si také, že systém —A— se organizuje sám ze sebe, ale interakcí s nějakým prostředím. V čem spočívá význam interakce pro AO, jakým způsobem se v tomto procesu uplatňuje informace a v čem spočívají předpoklady AO, které musí být obsaženy v samotném systému —A—, resp. v jeho prvcích? A konečně hovoříme o autoorganizaci, ale je zde pojem organizace definovaný odpovídajícím způsobem?

Začneme poslední otázkou, neboť je to otázka, která se také týká vztahu mezi zárodečnou informací a výslednou organizací dospělého jedince, nebo — chceme-li vyloučit pokud možno vliv informace přicházející z prostředí — jedince v okamžiku narození. Můžeme také uvažovat jenom vztah mezi zárodečnou informací a funkční strukturou jednotlivého orgánu, např. CNS, v okamžiku narození (podrobněji Wünsch [16]). Je nepochybné, že výsledná organizace je na celku všech složek, které tvoří zárodečnou informaci, závislá velmi těsně. Tento vztah je však důsledkem procesů, které jsme také označili jako AO. Víme — nebo můžeme předpokládat téměř s jistotou, že zárodečný informační systém se uplatňuje prostřednictvím makromolekul a metabolického systému buňky a prostřednictvím reprodukčních transformací na úrovni makromolekulární a buněčné. Tzv. zárodečná informace není abstraktní zápis, ale je reálným systémem, který se přímo uplatňuje v procesu AO. Možnosti reálného uplatnění tohoto systému určují povahu a význam informace v procesu AO a také charakter výsledné organizace.

Co však rozumíme výslednou organizací? Výsledná organizace — např. celého organismu nebo i jen CNS — se nám jeví nesmírně složitá, rozsáhlá a diferencovaná. Z hlediska analýzy a zobrazení vztahů v organismu nebo orgánu nebo z hlediska konstruktéra, který by chtěl tyto systémy okopírovat a vytvořit jejich dokonalé modely, je jejich výsledná organizace nesmírně složitá a informace, která by k tomu byla zapotřebí, je nepředstavitelně obrovská. Je tomu také tak z hlediska přirozeného vzniku této „organizace“?

Použijme analogie a představme si, že budeme replikovat přesnou polohu jednoho miliónu bodů náhodně rozptýlených na dané ploše. Můžeme postupovat např. dvojným způsobem: určíme přesně polohu jednotlivých bodů vzhledem k nějakému souřadnicovému systému a obrazec pak na základě těchto údajů přeneseme do jiné plochy; v druhém případě obrazec prostě ofotografujeme v měřítku 1 : 1. V obou případech se člověk uplatňuje jako faktor, které zajišťuje realizaci cíle — tj. zde replikace — ale při prvním postupu nároky na množství informace potřebné člověku k dosažení cíle jsou nepoměrně větší; v druhém případě postačuje téměř jen informace *nezbytná k realizaci* fotografického procesu (jejíž použitelnost se neomezuje pouze na dosažení daného cíle).

Předpokládejme nyní dvě stadia procesu AO — např. jednobuněčné stadium a stadium mnohobuněčného organismu. V jednobuněčném zárodku musí být uchována informace *nezbytná k realizaci* mnohobuněčného organismu (uvažujeme-li ontogenetický vývoj), avšak budeme-li např. vycházet u uvedené analogie, tato informace nemusí odpovídat informaci nutné k zobrazení výsledného systému. Informace

nezbytná k realizaci bude záležet na *možnostech* realizace, které v daném případě závisí na reprodukčních a reprodukčních funkcích, na povaze prvků systému. Předpokládáme tedy určité *možnosti*, které se pokusíme specifikovat později. Výsledná *organizace* je *výběrem* z těchto možností, a tento výběr předpokládá informaci nezbytnou k realizaci výsledné organizace. Informaci implicitně obsaženou např. ve struktuře a jiných vlastnostech výchozích prvků AO, které určují „možnosti“ nebudeme zde pro jednoduchost uvažovat, právě tak jako obvykle neuvažujeme informaci implicitně obsaženou v reálné struktuře prvků i celku regulačního obvodu. V tomto pojetí budeme moci uvažovat o organizaci a o (nezbytné) informaci ve vzájemném vztahu a ve vztahu k možnostem procesu AO, bez ohledu na to, jak složité a rozsáhlé se výsledný systém jeví pozorovateli.

4.

Zákonné jevy, které lze považovat za zdroj předpokládaných „možností“ v procesu AO souhrnně označím jako *uspořádanost*. Pro názornost můžeme jako příklad uspořádané anorganické struktury zvolit krystalické systémy. Jak se lze snadno přesvědčit v odborné literatuře o krystalech (např. Buckley [3]) mohou z týchž výchozích látek vznikat různé krystalické útvary, někdy velmi složité, v závislosti na různých podmínkách krystalizace. Přidáním malých množství různých látek lze někdy podstatně ovlivnit výslednou strukturu a přirozeně i její celkové vlastnosti (pevnost např.), které můžeme za určitých podmínek označit jako chování. Zobrazení těchto struktur je velmi složité, někdy jen nedokonale známé. K tomu, abychom zajistili vznik těchto struktur není ovšem nutné, abychom měli k dispozici informaci nutnou k zobrazení výsledné struktury; nezbytná informace je v technologickém předpisu. Skutečnost je, že můžeme *strukturu regulovat* změnou fyzikálních podmínek krystalizace, přidáním stopy nějaké látky apod.

Vzniklá struktura je komplikovaná, může být rozsáhlá a v běžné terminologii bývá označována jako organizovaná, neboť má znaky pravidelnosti. Jeví různé formy periodicity, která je tvořena z opakujících se *skladebných prvků*, které mohou být různé úrovně složitosti (periodicita v krystalových mřížkách, periodicita jednotlivých krystalů, periodicita vyššího řádu – hierarchická). Různé možnosti kombinace skladebných prvků dávají různé možnosti výsledných struktur; tyto možnosti jsou obecným předpokladem výběru.

Z modelu uspořádanosti vyplývá, že vznik struktury i možnosti výběru jsou závislé na skutečnosti, že struktura vzniká z prvků, které se mohou opakovat, sdružovat a různě kombinovat. Jako *uspořádané* označíme tedy ty struktury, které vznikají sdružováním prvků, které se mohou opakovat a různě kombinovat; forma uspořádanosti závisí na povaze prvků a na podmínkách.

Na příkladu krystalických struktur je zřejmé, že na vzniku výsledné uspořádanosti se nepodílí žádná informace, která by zobrazovala výslednou strukturu. Uspořádanost je však regulovatelná, neboť je možný výběr. Výběr lze realizovat volbou

466 vlastností prvků a podmínek vzniku uspořádanosti; výběru odpovídá nezbytná informace. Uspořádanost, která je výsledkem regulace, označíme jako *organizaci*.

Biologickou autoorganizací můžeme pak obecně definovat jako zvláštní formu selekce a autoregulace uspořádanosti.

5.

Vymezení uspořádanosti zahrnuje velmi široký okruh jevů, např. uspořádanost chemických a biochemických struktur (což odpovídá předpokladu formulovanému v odst. 3). Mezi uspořádaností anorganickou a biologickou jsou však zřejmé a charakteristické rozdíly. Tyto rozdíly souvisí s některými obecně odlišnými vlastnostmi prvků biologických struktur. Srovnáním s anorganickými můžeme namátkou označit následující: nestabilitost, proměnlivost vlastností, schopnost pohybu apod. Formy biologické uspořádanosti a také možnosti regulace této uspořádanosti jsou však také podstatně závislé na reprodukčních schopnostech prvků a na reprodukčních funkcích, které tak mohou být realizovány. Vzhledem k nestabilitě živých soustav nemůžeme v jednotlivých případech přesně rozlišovat mezi uspořádaností a organizací – mezi předpokladem a produktem selekce či regulace. To však nemění nic na koncepci významu uspořádanosti v procesu AO. Možnosti vzniku uspořádanosti jsou projevem dynamiky, která je nezbytnou podmínkou AO. V biologické realitě se však většinou setkáváme již s výběrem z těchto možností.

Příkladem mechanismů jednoduché biologické uspořádanosti je vznik a diferenciace v koloniích améb (Bonner [2]). Z pokusů uvedených v citované práci vyplývá, že předpoklady vzniku diferencované (uspořádané) struktury jsou ve schopnosti pohybu a schopnosti sdružování (na základě chemotaxe), dále pak ve variabilitě některých vlastností buněk (rychlosti pohybu a dělení, velikosti) a v proměnlivosti stavů jednotlivých prvků v různých podmínkách, které vznikají uvnitř systému (kolonie). Vlastnosti prvků a určité podmínky určují výslednou diferencovanou strukturu v principu podobným způsobem jako je určena uspořádanost anorganických struktur. Ve vývoji vyšších organismů se dále uplatňují možnosti vzniku a regulace uspořádanosti, které souvisí pravděpodobně nejen s proměnlivostí dynamického stavu buněk, ale také s proměnlivostí jejich regulačního aparátu (DNK a RNK), se vznikem neuroendokrinní soustavy apod. O vzniku subsystému s funkcemi CNS v systému se autoorganizujícím lze předpokládat, že je zákonitým projevem AO (Wünsch [14], [16]).

Genetické rekombinace, jevy pozorované v embryogenezi orgánů (gradienty, migrace, zánik některých buněčných populací a pod. – např. Levi-Montalcini [8], Hamburger [7], Glücksman [5], Grüneberg [6], Schieh [11] aj.) svědčí pro oprávněnost koncepce uspořádanosti a regulace uspořádanosti v biologické AO. Koncepce však není zaměřena na výklad různých fenoménů, ale na vytvoření konceptuálních podkladů, umožňujících formulaci experimentálně (např. pomocí modelů) řešitelných problémů. Rámcovými problémy tohoto druhu jsou např.

1. vztahy mezi různými vlastnostmi prvků a různými formami uspořádanosti,
2. předpoklady regulace uspořádanosti v závislosti na vnitřních a vnějších podmínkách systému $-A-$, v závislosti na vlastnostech výchozích prvků,
3. význam reprodukce a reprodukčních funkcí ve vztahu k tématu sub 1. a 2.,
4. optimalizace jako důsledek regulace uspořádanosti (optimalizace a formy diferenciace systému $-A-$),
5. informace jako předpoklad AO apod.

Výchozí experimenty by měly být nejspíš zaměřeny k prvnímu a třetímu tématu. Je nutné definovat prvky a různé vlastnosti těchto prvků. Prvky mohou být (schematizované) vlastnosti prvků biologické AO (buněk, genů apod.). Je možné navazovat na modelové experimenty, jejichž výsledky publikoval např. Barricelli [1], nověji Pask [9] (výchozí koncepce těchto autorů jsou však odlišné).

Z koncepce AO jako zvláštní formy selekce a autoregulace uspořádanosti vyplývají možnosti nového pohledu na některé tradičnější problémy, např. na problém funkčního významu CNS v organismu a na problém biokybernetické organizace CNS (Wünsch [16]). CNS lze považovat také za orgán, v němž (na určité evoluční úrovni) může probíhat AO. V tomto případě je předpokladem, že výchozí prvky a procesy AO jsou realizovány stavy a procesy v CNS (podobně např. jako při modelování vzniku uspořádanosti a AO na samočinném počítači). Východiskem AO jsou prvky rozkladových abeced (Wünsch, Valach [15]), jejichž rekombinací vznikají zobrazovací abecedy a funkční modely. Z hlediska celkových tendencí a možností biologické AO není pak zcela adekvátní uvažovat problém „genetického“ zajištění výsledných schopností CNS (např. psychických), ale je asi vhodnější problém vytvoření předpokladů pro AO na úrovni nervové aktivity. Na druhé straně lze vytvoření podmínek pro další AO považovat za projev optimalizace v průběhu celkové trajektorie biologické AO.

Naznačené a další problémy jsou přístupné alespoň v některých bodech experimentálního řešení na modelech v podstatě podobným způsobem jako otázky biologické AO jiných úrovní, neboť jsou – z hlediska koncepce – homologní (podrobněji viz Wünsch [16]).

6.

Souhrn: Zobecněním a reinterpretací některých biologických, neurofyziologických, a psychologických fakt a koncepcí lze dospět ke koncepci biologické autoorganizace, která může sloužit jako pracovní hypotéza a obecné východisko modelových experimentů, zaměřených na problematiku vzniku a specifity biologických forem biokybernetické organizace. Uvedená koncepce biologické autoorganizace je formulována obecně, aby bylo možné postihnout co nejdříve společné znaky různých forem vzniku biokybernetické organizace, jejich vzájemnou spojitost a předpoklady spočívající v obecných vlastnostech reálných struktur.

Základní téze lze shrnout následovně:

Biologická autoorganizace je chápána jako zvláštní forma cílově zaměřeného pohybu, jehož zákonitosti jsou obecným základem organizace živých soustav; je soustavou procesů, probíhajících v závislosti na interakci mezi systémem se autoorganizujícím a jeho prostředím; je autoregulací struktur, jejichž vznik je určen vlastnostmi prvků a určitými podmínkami; je zvláštní formou selekce a autoregulace uspořádanosti, při čemž důsledky této selekce a autoregulace lze souhrnně charakterizovat jako směřování k optimalizaci interakce mezi systémem, který se autoorganizuje a prostředím.

Předpoklady biologické autoorganizace jsou dány možnostmi biologické uspořádanosti, možnostmi selekce a autoregulace a podmínkami prostředí. Povahy biologické uspořádanosti a možnosti selekce a autoregulace jsou dány vlastnostmi prvků biologické autoorganizace.

Obecným předpokladem autoorganizace je realizace reprodukčních funkcí v průběhu transformací prvků, vytvářejících uspořádané struktury.

Prvky, které jsou východiskem systému schopného autoorganizace a tvoří jeho strukturu, možno chápat obecně jako relativně stabilní prostorově, časově nebo jinak ohraničené stavy nějaké reálné soustavy; na základě tohoto pojetí lze vznik některých funkčních struktur biokybernetické organizace CNS považovat za zvláštní zákonitou formu biologické autoorganizace. Východiskem tohoto procesu jsou prvky rozkladových abeced, výslednou organizací pak zobrazovací abecedy a funkční modely.

Informace vstupuje do systému biologické autoorganizace jednak ve formě strukturálních vlastností prvků autoorganizace, jednak jako předpoklad výběru a tím i autoregulace uspořádanosti.

Převedení problematiky vzniku a vytváření biokybernetické organizace na otázku vlastností prvků (a vztahu těchto vlastností k možnostem uspořádanosti a selekce a autoregulace uspořádanosti v závislosti na interakci s prostředím) umožňuje studovat a analyzovat tyto jevy prostřednictvím experimentů na modelech; umožňuje také vycházet při formulaci experimentů z některých známých faktů genetiky, embryogenezy, neurofyziologie i psychologie a může být podnětem k zaměřenému vyhledávání a reinterpetaci dalších faktů v rámci těchto oborů.

(Došlo dne 14. dubna 1965.)

LITERATURA

- [1] N. A. Barricelli: Symbiogenetic evolution processes realized by artificial methods. *Methodos* 35–36 (1957), 143.
- [2] J. T. Bonner: Differentiation in social Amoebae. *Scientif. Americ.* December 1959, 152.
- [3] H. E. Buckley: *Crystal Growth*. The Victoria Univ. of Massachusetts 1962.
- [4] H. von Foerster: O samoorganizujuščichsja sistemach i ich okruženii — Self-organizing systems. Ed.: M. C. Yovits, S. Cameron, Pergamon Press, London 1960 — Izdat. "Mir", Moskva 1964.

- [5] A. Glücksman: Cell deaths in normal vertebral ontogeny. *Biol. Ref.* 26 (1951), 59.
- [6] H. Grüneberg: Heredity lesions of the labyrinth in the mouse. *Brit. Med. J.* 12 (1956), 153.
- [7] V. Hamburger: Regression versus peripheral control in motor hypoplasia. *Amer. J. Anat.* 102 (1958), 365.
- [8] H. Levi - Montalcini: Events in the developing nervous system. *Progress in Brain Res.* Vpl. 4, 1. — Elsevier Pub. Comp., Amsterdam 1964.
- [9] G. Pask: Some simulated evolutionary system. IVth Intern. Congress on Cybernetics, Namur 1964.
- [10] E. Schrödinger: *What if Life?* Cambridge 1944
- [11] P. Shieh: The neoformation of cells of pregangl. type in the cervical spinal cord of the chick embryo following its translantation to the thoracic level. *J. exp. Zool.* 117 (1951), 359.
- [12] N. Wiener, J. P. Schadé (Edit.): *Progress in Biocybernetics.* Vol. 1. Elsevier Pub. Co., Amsterdam 1964.
- [13] Z. Wünsch: *Problémy kybernetiky v biologických vědách. Kybernetika a její využití.* NČSAV, Praha 1965.
- [14] Z. Wünsch: *Příspěvek k některým otázkám teoretické biologie z hlediska kybernetického.* *Problémy kybernetiky NČSAV, Praha 1965.*
- [15] Z. Wünsch, M. Valach: *Attempt at experimental approach to some general problems of biocybernetical organizat. of the central nervous system.* IVth Internat. Congress on Cybernetics, Namur 1964.
- [16] Z. Wünsch: *Problém biokybernetické organizace centrální nervové soustavy (rukopis).*
- [17] W. R. Ashby: *Design for a brain* — John Wiley & Sons. New York 1960.

SUMMARY

Remarks to the Conception of Biological Autoorganization

ZDENĚK WÜNSCH

The method of the natural origin of complex cybernetical systems may be denoted as biological autoorganization (AO). From the existing knowledge of biology it is possible to derive some given general characteristics of biological AO, which may be conceived as the autoregulation of structures formed by elements having some properties changing. It is useful then to realize the biological AO as processes of reproductive transformations of elements, being eventually of different levels of complexity.

The information necessary for the process is existing in the form of the structural properties of the elements and further as the condition of the selection in the autoregulation of structures being derived from the system's experience. The information necessary for the selection and autoregulation of structures — i.e. necessary for realizing the resulting organization from elements disposing with some fundamental properties in a given environment — may be substantially smaller than the information necessary for representing the resulting organization. An important problem

470 is then the significance of some properties of the system's elements and their relation to the possibilities of the orderliness of the resulting structure and to the possibilities of the autoregulation of this structure.

It is possible to apply the conception of biological AO to some processes of the origin of the higher abilities of the central nervous system also, as some distinguishable states of this system — generally of a more complex form than are the distinguishable states of a single neuron — may be conceived as the elements of the process of AO.

There may be derived some interesting problems from the given conception (e.g. relating to the question of the selection of the relevant information by the central nervous system) which it is possible to study on experimental models.

Dr. Zdeněk Wünsch, Výzkumná laboratoř psychiatrická FVL UK, Ke Karlovu 11, Praha 2.