



národní
úložiště
šedé
literatury

Dynamics of Sensitivity in Transportation System Alliances

Novák, Mirko
2008

Dostupný z <http://www.nusl.cz/ntk/nusl-39719>

Dílo je chráněno podle autorského zákona č. 121/2000 Sb.

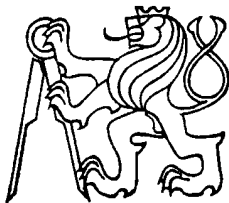
Tento dokument byl stažen z Národního úložiště šedé literatury (NUŠL).

Datum stažení: 17.07.2024

Další dokumenty můžete najít prostřednictvím vyhledávacího rozhraní nusl.cz .



Institute of Computer Science
Academy of Sciences of the Czech Republic



ČVUT Praha, Fakulta dopravní
Ústav řídicí techniky a telematiky

Konviktská 20, 11000 Praha 1
tel. 24221721/416 (fax), 417(sekr), 418, 413 (lab)

Dynamics of Sensitivity in Transportation System Alliances
Research report No. V – 1020/2008, and LSS 325/08 to the grant No.
IAA201240701,

Authors

Prof. Ing. Mirko Novák, DrSc., UI AV ČR
Prof. Ing. Zdeněk Votruba, CSc., FD ČVUT
Prof. Ing. Petr Moos, CSc.
Doc. Dr. Ing. Tomáš Brandejský, FD ČVUT

Prague, May 2008

Summary:

In this report, which extends some results reached in the range of the project No. IAA201240701 „Dynamics of system alliances” of the Grant Agency of the Academy of Sciences of the Czech Republic reached in 2007, the interest is focused on the sensitivities of system alliance functions and on their changes caused in the course of alliance operation due the influence of the set of independent variables, being besides the time also of other physical nature. The tools for such analyses of sensitivities values are discussed with respect to the need to determine the location of their maximums in respective alliance topology (space) and operation time and some ways for their minimization are proposed. The special interest is given to the system alliances of transportation nature because of their usual complexity and also for their high importance for human society existence. At the end of this report also the problem of the sensitivity of metadata mined from the set of partial databases is mentioned.

Key words: system alliances, reliability, functional dynamics, heterogeneous networks, sensitivity, alliance topology, memory, consciousness, attention, metadata, datamining

Content

- 1. Introduction**
- 2. Sensitivities of system and alliance functions**
- 3. Theorem on sensitivity invariance**
- 4. Determination of sensitivities maxima in space and time**
- 5. Possibilities for sensitivities values minimization**
- 6. Sensitivities in transportation system alliances**
- 7. Open problems**
- 8. References**

1. Introduction

The concept of sensitivity functions was – as it is known – introduced first in 1945 in the well known book [1] written by Hendrik Bode. Beside this Bode has here

presented also the fundamentals of the feedback theory including the phenomenon of negative feedback as the extremely significant stabilizing factor for operation of complicated systems.

As concerns the sensitivity, he has formulated the basic definitions of the so called small changes sensitivities or differential sensitivities.

Several dacades later, in 1968 S. K. Mitra, who had been that time with the University of California, Davis has formulated in his book [2] the so called theorem of sensitivity invariance, valid and verified till now for linear electric circuits and systems only.

Nevertheless, though the prove of this theorem is still known only for this class of systems, one can expect that something similar will be probably true for systems of other physical nature and also for systems, which properties are nonlinear in principle, but which can be approximated step by step by a set of linear systems.

As it was mentione already in the research report [3], the recent works in the field on the reliability of the system alliances operation functions were oriented before all to principal problems of the alliance theory and the dynamics of their time and other independent variable dependences were considered only rarely. Therefore in [3] an attempt was made to base the theory of the dynamic behavior of the system alliance functions of complicated transportation systems on the dynamic representation of alliance properties.

Here we try to extend these ideas on problems related to dynamics of sensitivity functions in artificial systems.

2. Sensitivities of system and of alliance functions

H. Bode had introduced very simple definition of the sensitivity of the set of system functions $F_k(X,P)$, $k= 1...K$, where X is the N -dimensional vector of particular system parameters and P is the J dimensional vector of independent variables, which we present here as

$$S^F_{X,P} = \frac{\partial F}{\partial(X,P)} \dots\dots\dots(1).$$

The partial derivatives in (1) can be considered either with respect to changes of F (supposed to have the real values only) caused by changes of the position of the

system parameter vector X in N -dimensional parameter space $\{X\}$ or with respect to changes of the independent variables vector P in the J -dimensional space $\{P\}$.

Of course, among these independent variables usually the time t has the dominant importance, but nevertheless that strictly speaking, its influence exist in all real cases, there can appear some applications, in which also the independent variables of some other physical base must be taken into account.

So the sensitivity of the system properties characterited by its system functions F has to be represented by the whole 3-dimensional set of sensitivities of the type (1), having the coordinates $k...K, i...N,$ and $j...J$ ¹⁾.

Suppose now, that we focus on the case (quite frequent), in which the time influence dominates.

Here we can represent the system sensitivity dynamic properties by the set of the “sensitivity life curves”, sketched (for the simple case of $N=2$) in Fig.1.

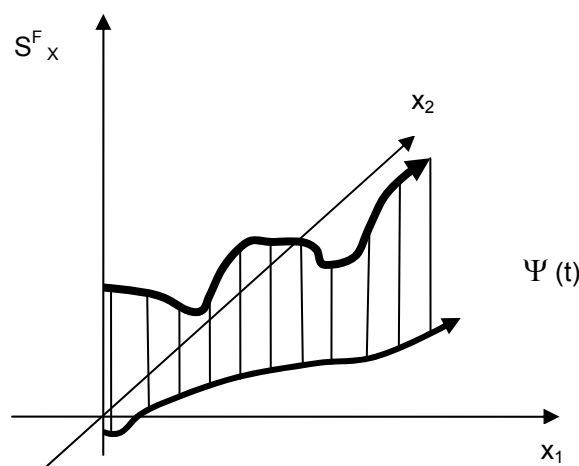


Fig.1: Schematic sketch of the relief of sensitivity functions above the system parameter space (for $N=2$) and the development of sensitivity life curves $\psi(t)$ in the course of time

For better explanation of the mechanism of such sensitivity life curves one very simple example will be discussed now.

Suppose the classical voltage divider consisting of connection of two electric resistors realizing the resistances R_1 and R_2 , connected as shown in Fig. 2.

¹⁾ The sensitivities of the type (1) are called as the “absolute” sensitivities. H. Bode had introduced also the concept of the so called relative sensitivities, related to the respective values of both the system functions and its parameters and/or independent variables values, which can be determined by logarithmic derivatives.

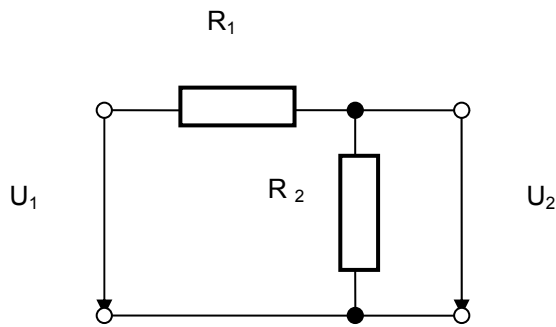


Fig.2: The simple voltage divider

The considered system function $F(R_1, R_2)$ here has the sense of voltage transfer function when this voltage divider is supplied from the source with zero internal resistance and loaded with measuring device of infinite internal resistance.

One can easily find that $F = (R_1 + R_2) / R_2 = 1 + R_1 R_2^{-1}$. Analysing the shape of the surface of F relief above the R_1, R_2 plane we obtain the structure shown in Fig.3.

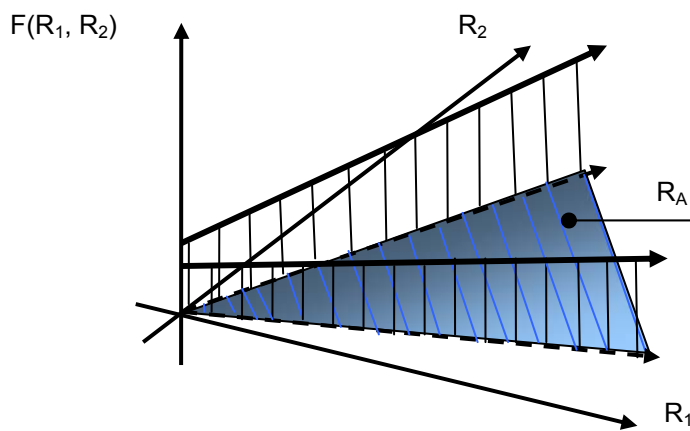


Fig.3: Model of F surface above the R_1, R_2 plane for simple voltage divider.

In Fig.4 the respective values of sensitivities $S_{R_1}^F = \frac{\partial F}{\partial R_1} = R_2^{-1}$ and $S_{R_2}^F =$

$$\frac{\partial F}{\partial R_2} = R_1 R_2^{-2}$$

shown.

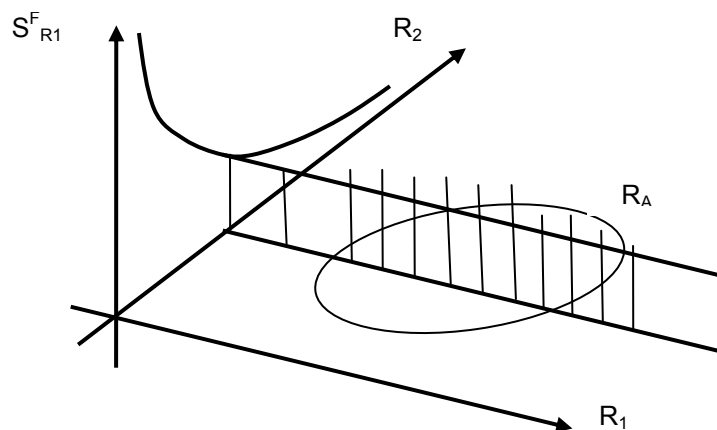
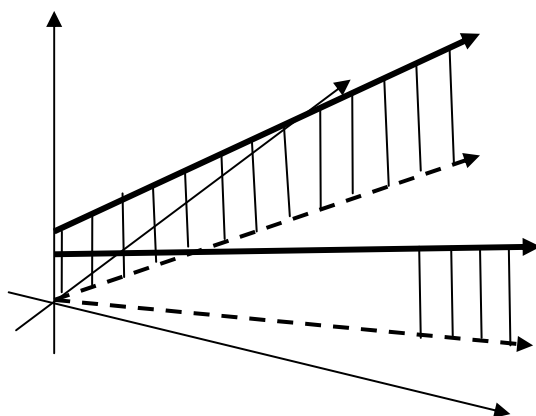


Fig.5: Relief of the sensitivity S_{R1}^F over the plane $\{R_1, R_2\}$

Fig. 4: Life curve in the parameter space.

Suppose now, that such, even elementary simple system, is exposed to parameter changes due the influence of independent variables, namely the time t . Such influence causes that the respective vector X moves in the $\{X\}$ space along the life curve $\Psi(t)$, from the initial point $\Psi(t_0)$ to the point $\Psi(t_{crit})$, in which it brakes the boundaries of the respective region of acceptability R_A . The size of R_A depends of course on the allowed deviations ΔF of the actual values of F from the required (nominal) value F_0 .

As concerns the sensitivity life curves $\Psi_s(t)$, we can draw them in the case of discussed elementary example in the form, shown in Fig.5.



Při dalším zkoumání této problematiky jsme pak došli k poznatku, že velmi zásadní je otázka dynamiky chování aliancí tvořících heterogenní sítě, otázky dynamiky vývoje jejich existenční i funkční spolehlivosti a také jednak průmět této problematiky do syntézy technických aliancí, jednak její průmět do oblasti poznání funkcí lidského mozku, především vědomí a pozornosti.

Některé myšlenky této oblasti se týkající, která pochopitelně není ani zdaleka uzavřená, jsou proto uvedeny v této další, společné zprávě k vědeckému grantu GA AV ČR č. IAA201240701 „Dynamika systémových aliancí“.

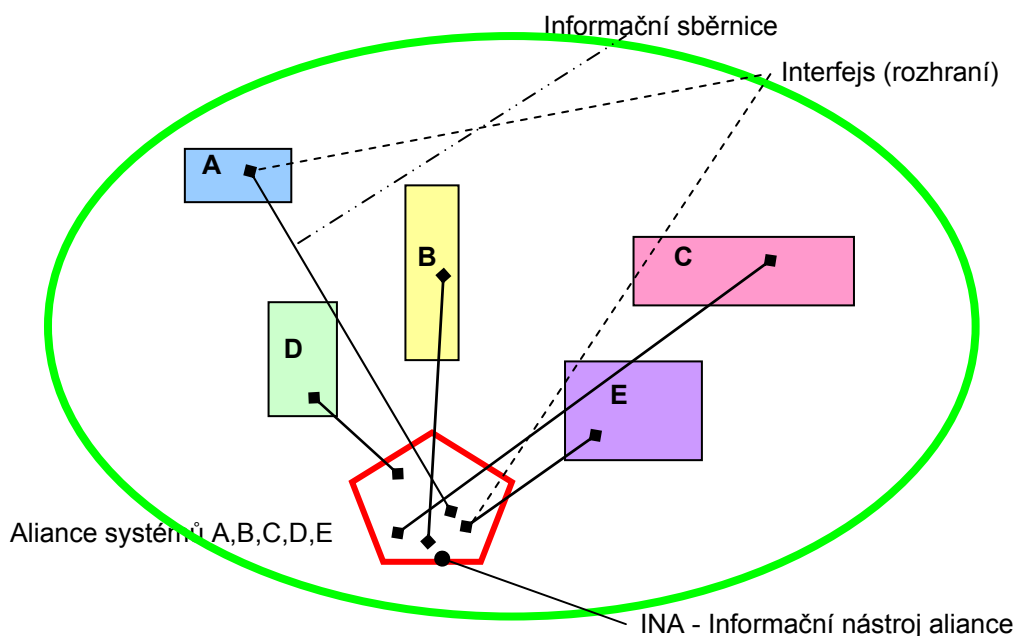
2.Heterogenní sítě aliancí

V předchozích pracích o systémových aliancích byl vesměs přijímán předpoklad, že uvažována je jedna systémová aliance se strukturou podobnou schématickému obr. 1.

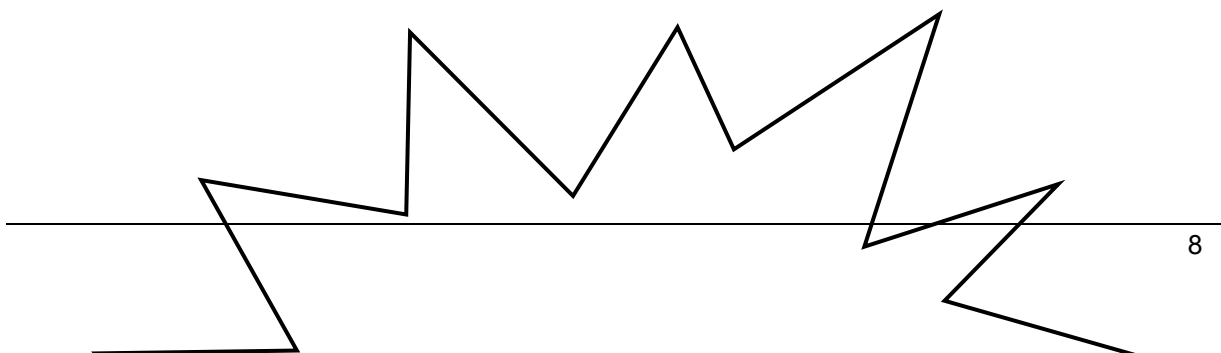
V takové alianci bylo předpokládáno působení jistého počtu dílčích systémů A, B, C...X a informačního nástroje aliance INA, její činnost monitorujícího a koordinujícího. Spojení a přenos informací mezi jednotlivými systémy takové aliance uskutečňují sběrnice, sýkající se s členy aliance prostřednictvím příslušných rozhraní (interfejsů).

Je zřejmé, že u takové struktury má INA velmi důležité postavení a že jeho funkční chyby či selhání mohou mít velmi negativní vliv na činnost celé aliance.

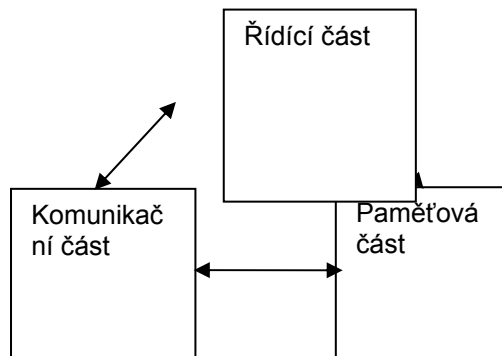
INA může být řešen velmi různým způsobem, avšak v rámcovém uspořádání se jeho vnitřní struktura bude podobat té, naznačené na obr. 2.



Obr. 1: Základní struktura systémové aliance



INA

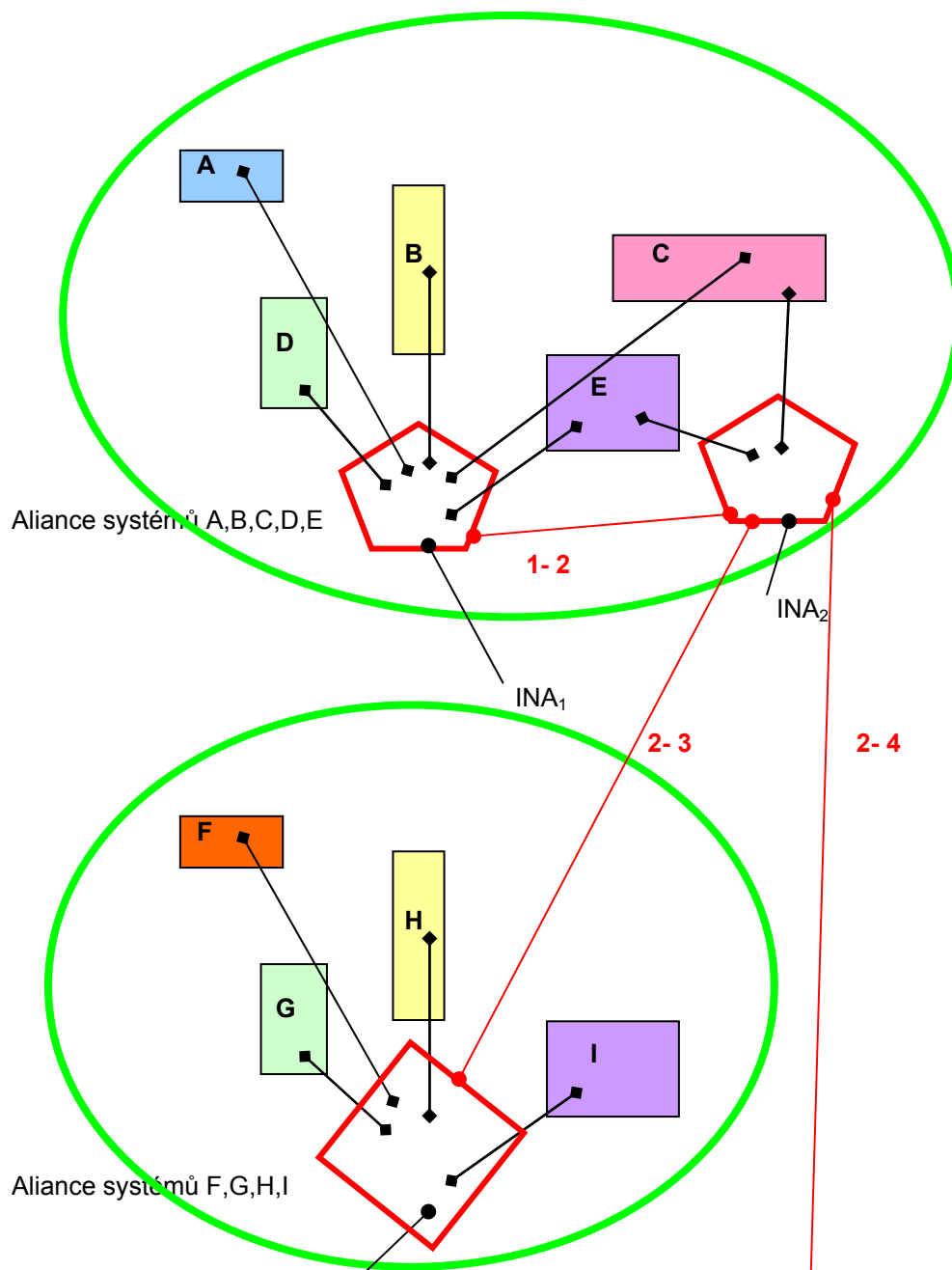


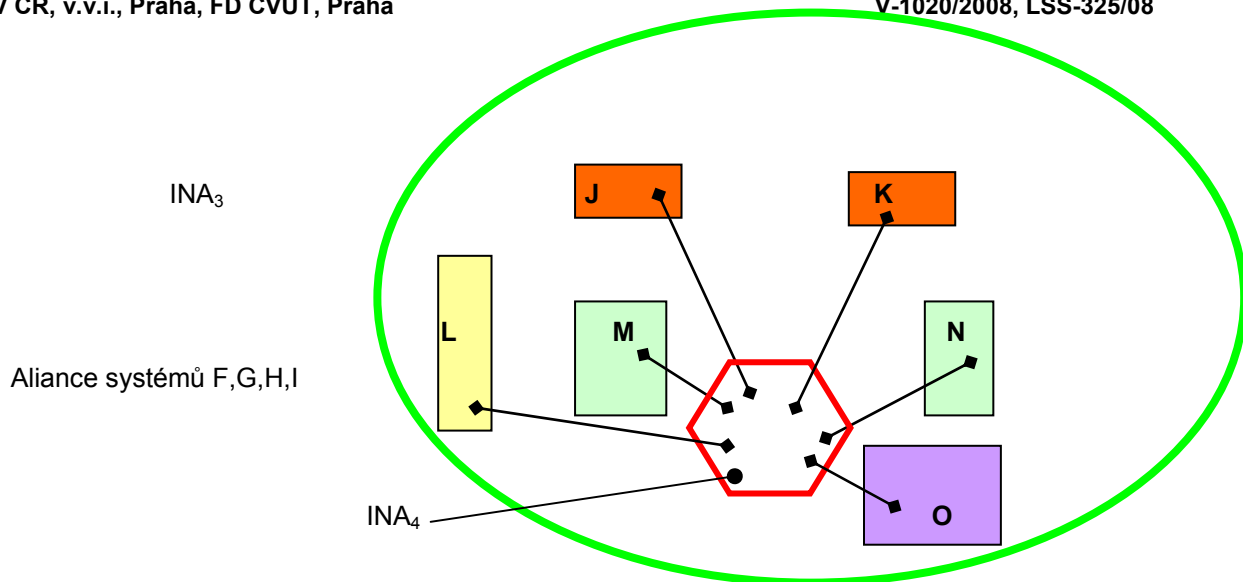
Obr.2: Základní části vnitřní struktury informačního nástroje aliance

V obr. 1 je INA naznačen jako prostorově i funkčně koncentrovaný blok. Je však zřejmé, že jeho činnost může být rozdělena mezi více bloků podobného charakteru, které mohou mít také různou vnitřní strukturu. Ta je schématicky naznačená na obr. 2. Pro označení hranic INA je zde použita hvězdice, abychom naznačili, že může působit na větší počet systémů v dané alianci sdružených. Jestliže pak bude funkce INA rozdělena v dané alianci mezi několik dílčích infoemačních nástrojů, mluvíme o heterogenní síti aliancí s distribuovanými INA. Ve vnitřních strukturách jednotlivých INA může přitom být uplatněn např. větší počet komunikačních a paměťových částí apod.

Předpokládejme nyní, že na řešení jistého problému či pro zajištění jisté náročné činnosti dojde ke spolupráci několika (někdy i značného počtu) jednotlivých systémových aliancí, které mohou být značně heterogenní jak co do své vnitřní struktury, tak co do svých funkcí. Pro takový systémový útrar použijeme označení heterogenní síť aliancí (*HNA z anglického Heterogeneous Network of Alliances*).

Podobně jako u jednotlivé aliance samé, i u celé heterogenní sítě aliancí může být výsledná činnost sítě koordinována jistým dílčím útvarem, který v následujících schématech budeme označovat jako koordinační útvar – KU. Funkce KU může být ovšem za jistých podmínek distribuována na dílčí INA jednotlivých v síti spolupracujících aliancí. V takto zobecněném pojetí může být struktura HNA podobná té, naznačené na obr.3.





Obr.3: Heterogenní síť aliancí 5ti systémů A,B,C,D,E, 4 systémů F,G,G,I a 6ti systémů J,K,L,M,,N,O.

V první zde naznačené alianci její činnost řídí dva informační nástroje, INA_1 a INA_2 . Mezi nimi je tedy třeba zajistit komunikaci a koordinaci. V obr. 3 to představuje červenou sběrnici 1-2. Spolupráci mezi aliancí A,B,C,D,E s dalšími aliancemi sítě pak zajišťují sběrnice 2-3 a 2-4. Příklad zde naznačený je velmi jednoduchý, ale i z něj je zřejmé, že spojení mezi aliancemi sítě může být uspořádáno velmi mnoha způsoby, nehledě na to, že v jistých případech je může zprostředkovat i přímé spojení mezi některými systémy v síti působících systémů, náležejících k různým aliancím (taková alternativa je naznačena na obr. 4, kde spojení mezi aliancemi A,B,C,D a F,G,H,I není mezi příslušnými INA, ale přímo mezi systémy E a I - fialově naznačená sběrnice). Pochopitelně v takových případech je styk mezi odpovídajícími INA pomalejší (zprostředkuje ho sériový přenos po několika sběrnících). Kromě toho je výhodné, dochází-li k takovému přímému spojení především mezi systémy stejné, nebo alespoň příbuzné povahy (v obr. 4 to naznačuje stejná barva značek pro systém E a systém I).

Heterogenní síť aliancí HNA uskutečňují obvykle celou řadu funkcí. Budeme je označova $F = \{F_k\}$, $k = 1 \dots K$.

Všechny tyto funkce jsou závislé na třech základních faktorech, na struktuře sítě StS, na souboru systémových parametrů sítě $X = \{x_i\}$, $i = 1 \dots N_s$ a na hodnotě vektoru nezávisle proměnných $P = \{p_j\}$, $j = 1 \dots J$.

Struktura sítě StS závisí jednak na způsobu uspořádání a funkčního propojení jednotlivých aliancí v ní působících, ale též na vnitřních struktuách jednotlivých aliancí StA a v nich se dále uplatňují struktury St jednotlivých dílčích systémů té které aliance. Všechny tyto tři hierarchické úrovně struktury sítě mohou mít vliv nejen na

její funkce, ale především na její funkční spolehlivost a bezpečnost. O těchto aspektech se blíže zmíníme dále v kap. 4.

Soubor systémových parametrů sítě se skládá z parametrů x_i všech N_s dílčích systémů v jednotlivých aliancích sítě působících a přijmeme-li zjednodušující předpoklad, že všechny hodnoty x_i jsou pouze reálná čísla (tento předpoklad lze obvykle přijmout), můžeme stav parametrů sítě vyjádřit polohou vektoru X v prostoru $\{X\}$ systémových parametrů sítě.

Jestliže jsme dále schopni specifikovat meze ΔF , vymežující do jaké míry se aktuální funkční vlastnosti sítě mohou odchylovat od požadovaných (nominálních) jejich vlastností F_0 (jak je z teorie tolerancí známo – viz např. [8], stanovení mezí ΔF může být někdy značně složitou a náročnou záležitostí), a jestliže máme k dispozici analytický nástroj, pomocí něhož jsme schopni pro daný vektor X určit odpovídající hodnoty složek souboru F systémových funkcí sítě, jsou splněny předpoklady k tomu, abychom v prostoru $\{X\}$ mohli vymezt jistou jeho část R_A (tzv. oblast přijatelnosti), pro níž platí, že jestliže

$$X \in R_A, \\ \text{je též } F - F_0 \leq \Delta F \dots\dots\dots(1)$$

(zde ovšem musíme znaménko minus interpretovat jako vzdálenost vektorů F a F_0 měřenou příslušnou metrikou v K -rozměrném prostoru systémových funkcí).

Na hodnoty systémových parametrů x_i v síti se uplatňující však působí soubor nezávisle proměnných P . Ty mohou mít různou fyzikální povahu, vždy se mezi nimi však uplatňuje čas $p = t$.

Vlivem nezávisle proměnných se hodnoty P mění a koncový bod vektoru X se v prostoru $\{X\}$ proto pohybuje po jisté trajektorii $\Psi(P)$. Vzhledem k všudypřítomnosti času se pro ni ustálil název „čára života“ (life curve).

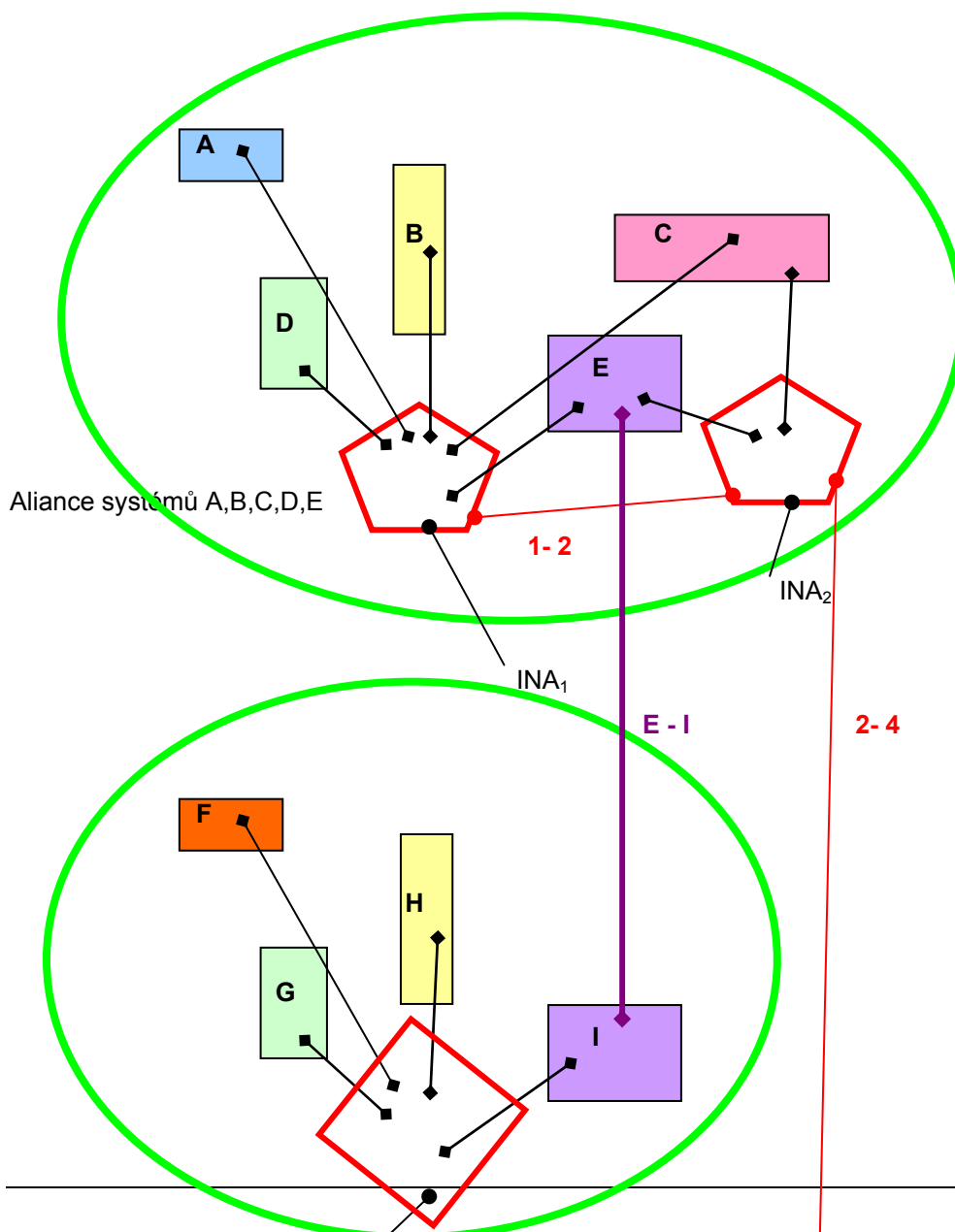
Tato trajektorie pak též vyjadřuje dynamiku chování uvažované sítě.

Je zřejmo, že pokud je $\Psi(P) \in R_A$, je splněna podmínka (1) a síť je schopna plnit požadované funkce. Pokud se $\Psi(P)$ přiblíží nebezpečně blízko hranicím R_A vzniká nebezpečí selhání sítě. Pravděpodobností vzniku takové situace se budeme zabývat v kap. 4 této zprávy.

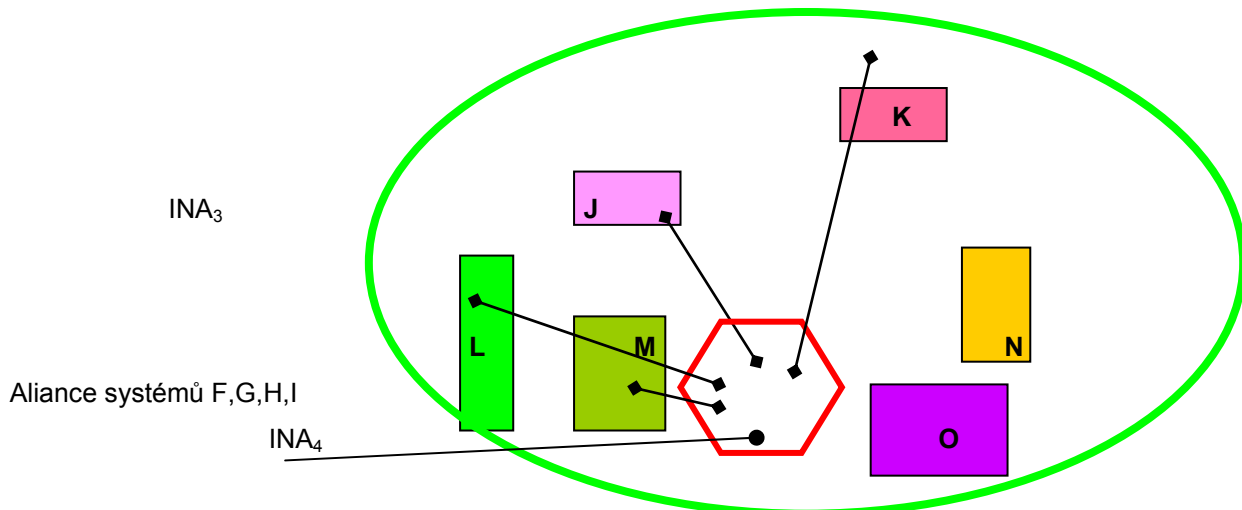
V teorii systémů a většinou též i v teorii systémových aliancí se vyskytují jen zřídka případy, kdy je třeba uvažovat také jiný význam složek vektoru nezávisle proměnných P než čas.

U heterogenních sítí aliancí to však může být již jinak. Lze si poměrně snadno představit heterogenní síť aliancí, v níž sice je vždy chování všech dílčích aliancí závislé na změnách času, ale u níž též některé dílčí aliance mohou být významně ovlivňovány též jinými (a to rozličnými) nezávisle proměnnými.

Pak ovšem je trajektorie $\Psi(P)$ takové sítě parametrizována souborem složek příslušných hodnot vektoru P a její dynamická analýza je podstatně složitější.



Aliance systémů F,G,H,I

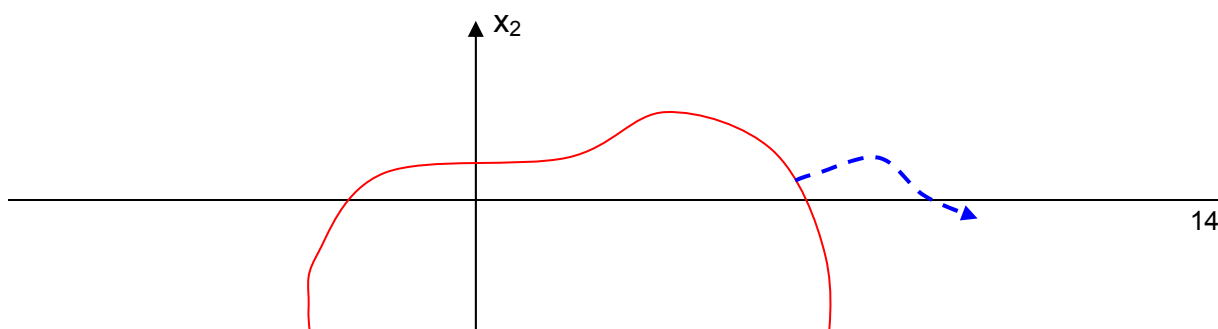


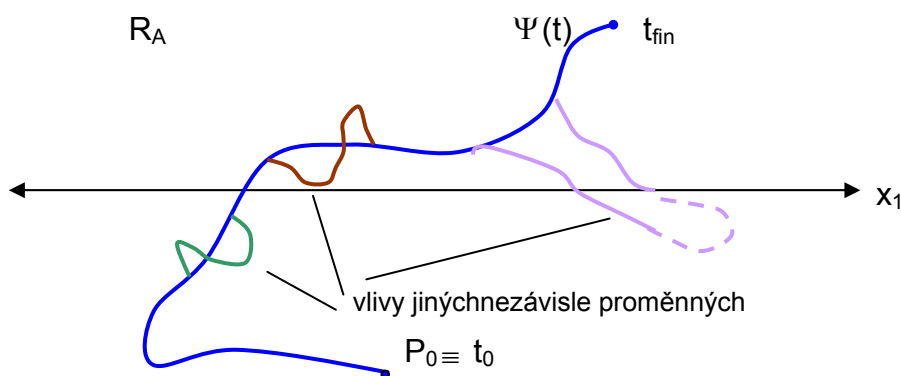
Obr.4: Heterogenní síť aliancí 5ti systémů A,B,C,D,E, 4 systémů F,G,G,I a 6ti systémů J,K,L,M,.N,O se spojením mezi aliancemi A,B,C,D,E a F,G,H,I zprostředkovanou přímým spojením systémů E a I.

3. Dynamika sítí

U heterogenních sítí systémových aliancí se mohou dynamické hlediska uplatňovat v několika rovinách.

První je existenční rovina funkce celé sítě. Tak jako každý reálný objekt, i heterogenní síť systémových aliancí svoji činnost a projevy svých systémových funkcí F za jistého stavu P_0 na ni působících nezávisle proměnných P začíná a za jiného stavu P_{fin} nezávisle proměnných P ji končí. To se týká především absolutně nezávislé a nevratné proměnné, tj. času t . Všechny ostatní nezávisle proměnné mohou za jistých podmínek opakovaně nabývat stejných hodnot a jejich průběh může mít tedy vratný charakter. To znamená, že každá trajektorie $\Psi(P)$ vychází z jistého bodu P_0 v prostoru $\{X\}$ a směřuje do bodu P_{fin} , v němž její pohyb uvnitř oblasti přijatelnosti R_A končí. Kromě toho, že je vždy ovlivňována nevratným a námi neovlivnitelným průběhem času t (to reprezentuje trajektorie $\Psi(t)$), na průběh trajektorie $\Psi(P)$ mohou působit i jiné nezávisle proměnné a projevy jejich působení mohou být případně též vratné. Tyto vlivy jsou na trajektorii $\Psi(t)$ jakoby namodulovány. Příklad, kreslený ovšem z grafických důvodů pouze pro dva parametry x_1 a x_2 je naznačen na obr.5.





Obr. 5: Příklad namodulování vlivů jiných nezávisle proměnných na trajektorii $\Psi(t)$

Protože však i všechny vlivy jiných nezávisle proměnných než času probíhají nutně v čase, nemohou se průběhy výsledné trajektorie $\Psi(P)$ i při vratném působení těchto nezávisle proměnných vrátit do téhož bodu prostoru $\{X\}$. Za jistých okolností však trajektorie $\Psi(P)$ může vlivem jisté nezávisle proměnné opustit oblast R_A a pak se do ní opět vrátit. To je naznačeno u fialové čáry v obr. 5, může to však nastat i u čáry života, ovlivňované pouze časem, jestliže do vhodných členů sítě jsou zvnějšku přivedena dostatečná množství energie, hmot a vhodných informací. Pokud tomu tak není schopnost sítě vykonávat požadované funkce tím, že čára jejího života překročí hranice R_A nenávratně končí.

Kromě takovéto *celoživotní dynamiky* mohou však složitější objekty, heterogenní sítě aliancí zejména, vykazovat i dynamiku jinou, kterou bychom nazvali *dynamikou operační*. Tím rozumíme rytmické změny v hodnotách parametrů sítě, resp. jejich jednotlivých komponent, přičemž ovšem celá síť zůstává stále akceschopná, a to i v případech, kdy ta či ona její komponenta selže či je nějakým vnějším zásahem vyřazena z provozu.

Taková operační dynamika se může projevat zejména u složitějších a sofistikovanějších sítí a může být základem pro některé vyšší formy jejich činnosti. Projevuje se bezesporu i u biologických informačních sítí, především v mozcích vyšších živočichů i v mozku člověka a některé práce z posledních let (např. [4, 6]) naznačují, že v takové operační dynamice velmi složitých a rozsáhlých heterogenních sítí systémových aliancí by mohl být spatřován základ pro vznik funkce vědomí.

Operační dynamika sítě se může též významně podílet na zvýšení její celkové funkční spolehlivosti. O některých takových aspektech se zmíníme v další kapitole.

Při úvahách o operační dynamice sítí je však třeba vzít v úvahu i průběhy změn struktury sítě, k nimž dochází v průběhu funkce sítě při jejím reagování na změny vnějších podmínek a též v průběhu procesu učení sítě.

V klasické teorii neuronových sítí, biologických i umělých se předpokládá, že v procesu učení sítě dochází k adaptaci hodnot synaptických vah (přesněji řečeno synaptických průchodností, které nemusejí být vždy jen aproximovány reálnými čísly), případně i jiných parametrů jednotlivých prvků (neuronů) sítě.

Kromě toho je však známo, že v průběhu života sítě se vlivem opakovaných procesů učení na nové podněty mění výrazně i sama struktura sítě. Vznikají tak velmi mnohá nová synaptická spojení na nově vytvořených axonech i dendritech, realizujících interakce mezi dříve nekomunikujícími částmi sítě. Vznikají i samy nové neurony a některé dřívější odumírají. Dosud však není dostatečně objasněn mechanismus orientace nově vytvářených axonových a dendritických tras. Nelze vyloučit ani myšlenku, že se zde mohou uplatňovat též podobné principy, jakými je vybírána nejvhodnější trajektorie trasy cest mravenců za potravou, založené na sledování cesty úspěšných jedinců ostatními. Modelově tyto principy fungují dobře především u velmi velkých počtů jedinců (viz např. [9]).

4. Funkční spolehlivost a bezpečnost heterogenní sítě aliancí

S rostoucí složitostí sítě a počtem aliancí v ní působících i s rostoucí složitostí jednotlivých aliancí a počtem systémů je tvořících rostou zákonitě také požadavky na funkční spolehlivost a bezpečnost celé sítě.

Připomeňme zde, že pod pojmem spolehlivosti jakéhokoliv funkčního celku rozumíme pravděpodobnost, že všechny jeho pro danou situaci významné funkce se nebudou v celém uvažovaném intervalu změn na celek působících nezávisle proměnných (především pak času) odchylovat od požadovaných jejich hodnot (hodnot nominálních) více, než je přijatelné.

Bezpečností pak rozumíme pravděpodobnost, že v celém takovém intervalu změn nezávisle proměnných na uvažovaný celek působících nedojde jeho činností k narušení funkce jeho okolí, především pak že nedojde k ohrožení lidských subjektů s uvažovaným celkem interagujících či v jeho okolí se nalézajících.

U vymezení obou těchto pojmů zůstává očividně otevřená jak otázka velikosti přijatelných odchylek ΔF uvažovaných funkcí F příslušného celku (u pojmu

spolehlivosti), tak otázka velikosti uvažovaného okolí v němž příslušný celek působí (u pojmu bezpečnosti).

V obou případech jsou příslušné meze v podstatě neurčité a jejich specifikace je vždy silně ovlivněna dohodou o tom, co je ještě pro daný případ přijatelné.

To je jedním z hledisek, které vedle rozměru úlohy (počtu N parametrů x_i , nezávisle proměnných p_j a složitosti struktury S_t) činí tak obtížnou úlohu stanovení tzv. oblastí přijatelnosti R_A , jako takové části prostorů parametrů $X = \{x_i\}$, ve které se může pohybovat vektor X vlivem změn nezávisle proměnných, aby celek měl ještě přijatelné chování.

Jedním z dlouho osvědčených cest, na jejichž základě se mohou jednotlivé celky a také heterogenní sítě aliancí s požadavky na jejich spolehlivost vyrovnávat, je princip zálohování.

Obvykle je chápán jako vložení takových nadbytečných – redundantních členů, prvků, systémů a případně celých dílčích aliancí do struktury uvažovaného celku tak, aby v případě selhání či neuspokojivé funkce některého z nich mohl celek ještě přijatelně fungovat.

V případě heterogenní sítě aliancí však toto vložení strukturální redundance může být nahrazeno tím, že některé dílčí aliance jsou schopny v případě potřeby rozšířit svoje dílčí soubory činností tak, aby zálohově mohly alespoň po jistou dobu vykonávat též ty funkce, které za daného stavu v síti jsou v neuspokojivém stavu.

Záloha tak může být rozprostřena mezi členy sítě, některé či všechny.

Řízení funkce takto distribuované zálohy může v heterogenní síti aliancí zajišťovat buď ústřední informační orgán sítě, nebo může být toto řízení distribuováno mezi jednotlivé aliance v síti působící (za předpokladu, že mezi jejich jednotlivými INA existují podmínky pro spolupráci takového druhu).

U takovýchto sítí s distribuovaným řízením záloh mohou být dosaženy extrémně vysoké hodnoty celkové spolehlivosti jejich funkce. Tento princip je uplatňován zejména u rozsáhlejších sítí, svoji jsou podstatou více vystaveny případnému působení rušivých (až destruktivních) vlivů, jako jsou nadnárodní a mezinárodní sítě finanční a obchodní, sítě výzvědné a též sítě teroristické.

V extrémních případech se v takových sítích mohou uplatnit též prvky principů řízení na základě vzájemných reakcí členů hejna, kde vliv centrálního řízení téměř či zcela mizí a je nahražován interakcemi mezi členy hejna navzájem. Informační sběrnice v takovéto struktuře působí pak především mezi jednotlivými sousedy.

Dlužno podotknout, že pojem sousedů ve složitých heterogenních sítích aliancí, mezi nimiž se uplatňují při distribuovaném řízení záloh též principy principy hejna, nemusí mít pouze geometrický smysl, ale že se může jednat také o sousedy ve smyslu funkcím, bez ohledu na to, jak jsou si geometricky vzdáleni. To je ovšem možné pouze, pokud délky sběrnic mezi nimi působících nevede k příliš velkým časovým zpožděním při výměně potřebných informací.

V každém případě je však u distribuovaného řízení záloh uvažovat dynamiku celého procesu činnosti sítě i její reakce na vlivy nezávisle proměnných, které by mohly způsobit pokles její celkové funkční spolehlivosti. Opoždění v realizaci korekčních zásahů při narušení činnosti sítě by snadno mohlo vést ke vzniku fatálních situací, u nichž pak dynamika jejich vývoje může nabýt charakteru lavinového šíření poruch, rozsahem a svými důsledky stále narůstajících.

Příkladů takového lavinového šíření poruch ve složitých celcích je možno nalézt velmi mnoho. Do této skupiny fatálních událostí, jejichž následky mohou přerůst až do katastrofických rozměrů patří např. rozsáhlé výpadky energetických sítí (známé black-out-y), vznik velkých požárů, velké krachy finančních systémů, rozpady dopravních soustav, kritové stavy funkce obranných aliancí, selhání sítí záchranných akcí apod. Téměř vždy lze při zpětné analýze jejich průběhu zjistit, že dynamika jejich vývoje nebyla závčas rozpoznána a že příslušné regulační a korekční zásahy byly uplatněny pozdě (a nebo pak již vůbec ne).

Je zřejmé, že provádění predikční diagnostiky vývoje chování celé příslušné sítě a jejích nejvýznamnějších členů může poskytnou podklady k včasnému uskutečnění potřebných korekčních zásahů (včasné aktivace zálohových funkcí, včasné zahájení korekčních opatření a včasné provedení záchranných akcí).

Některé heterogenní sítě mohou nadto pracovat s dynamicky proměnnou strukturou, nebo vůbec bez pevné struktury. Ta je pak vytvářena podle daných aktuálních podmínek pouze jako dočasně existující soubor jednotlivých elementárních strukturálních podstromů a to jen na základě rámcových směrnic k činnosti sítě a je velmi dynamicky proměnná. V takových sítích se mohou též uplatnit principy samoorganizace (viz např. [11,12]).

Někteří členové takové sítě mohou ovšem být specializováni na různé specifické druhy činnosti. Např. u sítě agentů ve společensky působících sítích to mohou být

- tzv. kazatelé, tj. ti co jsou navenek iditelní, šíří rámcové informace, ale sami nic fyzicky nevykonávají ani nic neorganizují,

- tzv. skrytí vykonavatelé, komunikující a aktivní jen v rámci příslušné části sítě
- celkoví vykonavatelé působící v rámci celé sítě.

Za jistých podmínek mohou dokonce vznikat aliance jednotlivých specializovaných či univerzálních agentů, které mohou navzájem kooperovat pro dosažení společných (ale ne nutně všech) cílů. Při takové kooperaci se ovšem mohou uplatnit prvky zpravodajských her - zamlčování a popírání některých dílčích informací, šíření klamných informací, využívání rozporů mezi tvrzeními a skutečným chováním apod.

Pak může vznikat a být užíváno několik různých obrazů daného objektu - deklarované a pozorované a další (vytvářené, resp. prezentované, které opět nemusí být totožné). V celé heterogenní síti o N členech může tedy být uplatňováno $N+K$ modelů, kde K představuje stupeň redundance.

V některých případech však mnohé členy sítě nekomunikují se všemi ostatními jejími členy. Pak v síti vznikají a působí dynamicky proměnné sub-sítě, které mohou představovat jakýsi její malý svět.

Heterogenní sítě aliancí mohou pak v zásadě operovat podle následujícího dynamického scénáře:

Předpokládejme, že i -tý člen sítě (např. i -tá v ní působící systémová aliance) rozpozná v čase $t_{i,r}$ jistou informaci I_i . Tu je pak schopna v čase $t_{i,r} + t_{i,p}$ klasifikovat co do jejího významu. Pak může nastat některý z těchto stavů:

- Informace I_i je klasifikována jako celkově nevýznamná a proto je buď jen zaznamenána (pro případ, že by mohla být užitečná v budoucnu nebo hned vymazána a zapomenuta).
- Informace I_i je klasifikována jako významná pro vlastní činnosti i -tého člena sítě a je v čase $t_{i,v}$ lokálně využita. O výsledku mohou, ale též nemusí být informováni další členové sítě.
- Informace I_i je klasifikována jako významná pro jiné členy sítě a proto je jim v čase $t_{i,r} + t_{i,p} + t_{i,k}$ předána.
- Ty si správnost klasifikace jejího významu sami ověří a podle výsledku se rozhodnou v časech $t_{j \neq i}$ o jejím svém lokálním využití.

Takto může být též stimulováno zopakování rozhodnutí nad některými či všemi dosud zapamatovanými informacemi.

Je zřejmé, že v efektivně fungující síti nesmí být velký rozdíl mezi časy t_i a $t_i v$, resp. t_j . Jestliže síť nemá mít sklon k stavovým oscilacím, neměl by tento rozdíl překročit dobu mezi příchodem nových informací do sítě.

V celkové dynamice funkce sítě se však mohou uplatnit též faktory selektivního výběru partnerů komunikace, t.j. někteří členové sítě si mohou vybírat podle nějakých lokálních kritérií ty, které jsou ochotni kontaktovat a též míru a způsob komunikace s nimi. V některých případech při formování takové komunikace a spolupráce v síti může působit též náhodný výběr.

V sítích s řízeným výběrem partnerů komunikace hrají významnou roli též takové faktory, jako osobní či skupinová sympatie či naopak antipatie vůči některým jiným partnerům sítě. Svou roli v vytváření komunikační struktury sítě může hrát též dostupnost jednotlivých spojení, jejich rychlost a spolehlivost a v sítích s výrazným podílem funkce lidského činitele též případná dočasná nedostupnost partnerů (cestování, pracovní zatížení, nemoc, dovolená a pod.)

Důležitým aspektem je též možnost infiltrace takovýchto heterogenních s systémových aliancí.

To je pochopitelně možné buď celkovým ovlivněním komunikačních možností celé sítě, např. celkovým rušením, nebo prostřednictvím některého člena, který v síti již působí nebo posléze pokusem o cílené infiltrační vniknutí do sítě. To souvisí s možnostmi šíření falešných myšlenek (cílů činnosti sítě) a následného znehodnocení takto infiltrovaných členů sítě pro její původní činnost. Takto infiltrovaní členové sítě na sebe mohou též záměrně soustředit (nalákat) předpokládaná protipatření sítě.

Z tohoto pohledu jsou heterogenní sítě zranitelné především na jejich komunikačních hranicích a nebo při vyměnách členů (přijímání, vylučování). Uzavřená síť s pevným počtem členů je proti takovým vlivům do jisté míry sice imunní, má však problémy s uzavřenou strukturou komunikace, protože vzájemná komunikace více členů pevné skupiny může být snáze identifikovatelná a následně pak celkově napadnutelná.

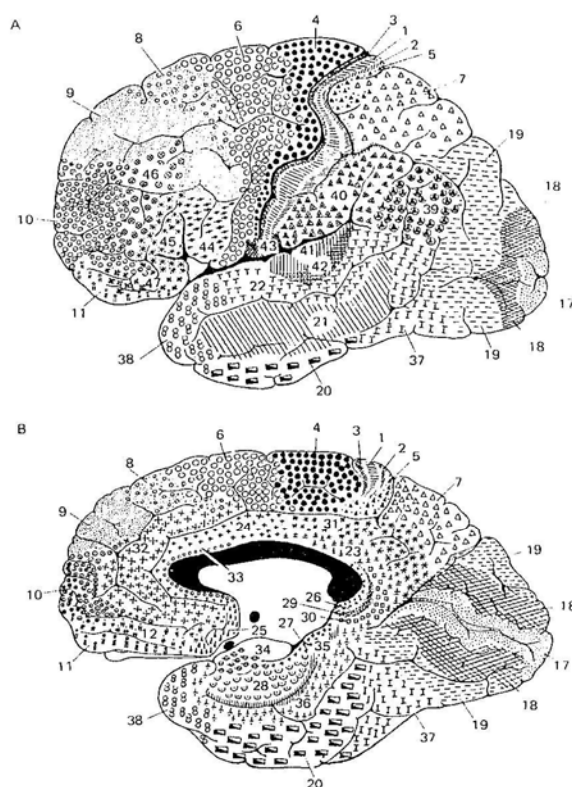
5. Možnost projevů vědomí a pozornosti ve složitých heterogenních sítích aliancí

V současné době je již poměrně široce přijímána myšlenka, že projevy vědomí a pozornosti lidského mozku jako extrémně složitě heterogenní sítě dílčích systémových aliancí jednotlivých uskupení informačních prvků bezprostředně souvisí

s dynamickým chováním celé této neobyčejně rozsáhlé sítě – či spíše celé řady sítí. Systémové aliance v něm působící jsou představovány účelově se chovajícími skupinami jednotlivých neuronů a jiných buněk na jeho informační aktivitě se podílejících.

Bádání v tomto směru má nejen fundamentální význam pro naše postupné přibližování se k pochopení činnosti našeho mozku, ale též pro celou řadu bezprostředních reálných, zejména technických aplikací, především pak těch, které souvisejí s bezpečností a spolehlivostí interakce lidského činitele s dopravními prostředky a s řízením toků dopravy.

Starší práce v oblasti neurologie a věd o mozku vesměs předpokládaly, že pro jednotlivé významné činnosti a řízení funkce lidského těla jsou zejména na povrchu kortexu našeho mozku vymezeny jisté specifické, tzv. projekční oblasti. Ty jsou do značné míry zjištělné experimentálně a Brodmann jich našel více než 50 (viz obr.6).



mozku

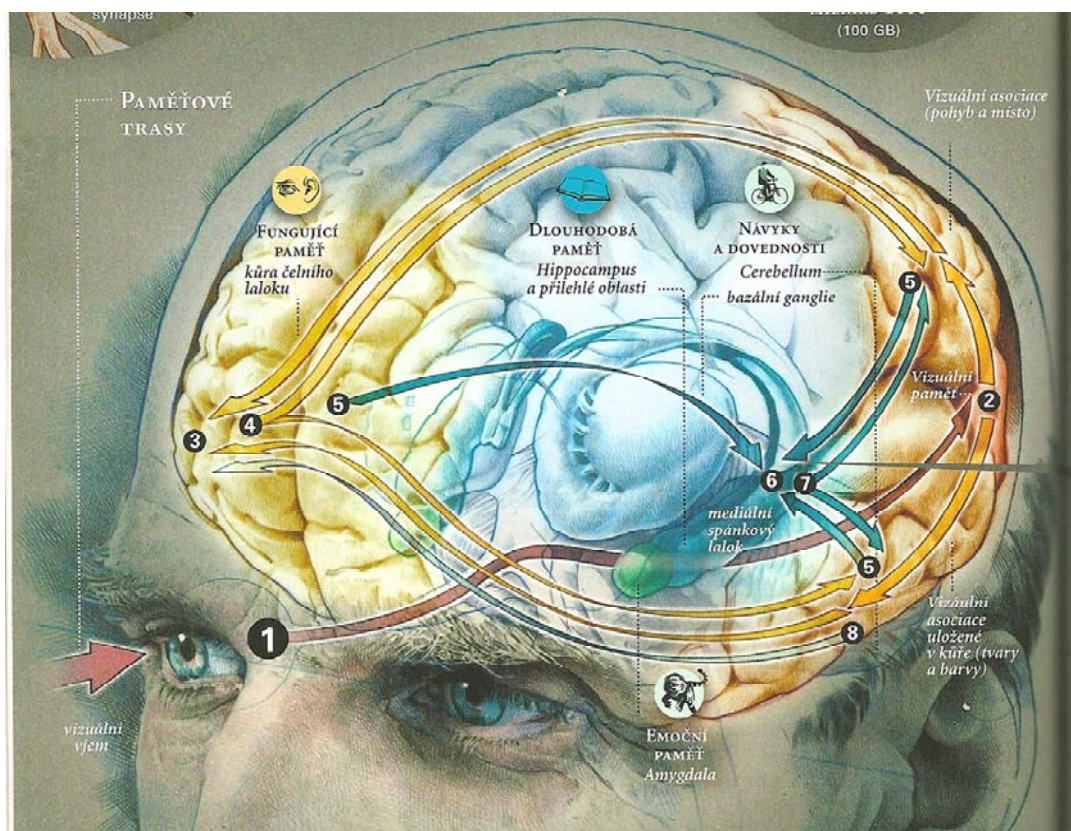
o pojetí k pochopení funkce takto vymežit a

vysvětlit nelze.

Mezi ně patří především funkce paměti, vědomí a pozornosti. Ty však mají pro náš život i pro námi v této zprávě přednostně sledovanou problematiku dopravních aplikací přednostní význam.

Jak ukazuje obr.7, převzatý z [13], je podle současných poznatků funkce paměti realizována součinností řady různých částí mozku, uskutečňující se

v dynamicky proměnných interakcích. Ty se navzájem liší zejména co do délky uchovávání příslušných vjemů.



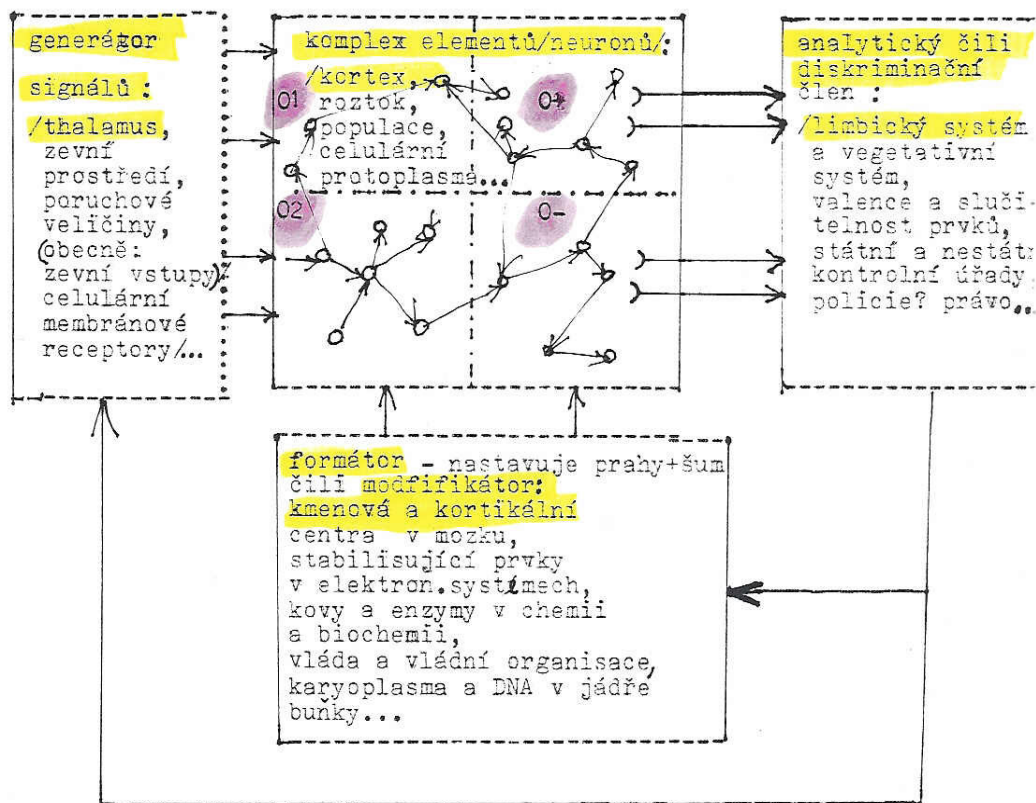
Obr. 7: Ke struktuře funkce paměti v mozku člověka, převzato z [13]

Jistým protipólem tohoto přístupu pak jsou do nedávna téměř zapomenuté práce Farleye a Clarka, vycházející z představy o dynamickém formování struktury neuronové sítě v kortexu při procesu jeho postupného učení. Faberem upravené schema Farleyova a Clarkova modelu dynamické neuronové sítě (viz [14]) je naznačeno na obr. 8.

Farley a Clark již v r. 1953 předpokládali, že výchozí, zcela náhodně propojená síť neuronů v bloku, který nazvali komplexem a který je modelem kortexu v mozku nenarozeného dítěte, dosud neovlivněného vnějšími vlivy, se postupně jejich působením organizuje tak aby mohla realizovat některé důležité funkce.

Tato organizace probíhá periodicky za synchronizačního působení generátoru signálů, jehož funkci v mozku zastává thalamus.

Kritéria pro tuto adaptivní organizaci poskytuje analytický či diskriminační člen v mozku představovaný limbickým a vegetativním systémem. Vlastní adaptivní proces organizace komplexu pak řídí tzv. formátory, představované kmenovými a kortikálními centry v mozku. Ta byla později také v mozku objevena



Obr. 8: Farleyova a Clarkova adaptivně se učící neuronová síť (upraveno J. Faberem)

Je pozoruhodné, že algoritmy učení a samoorganizace neuronových sítí na podobném základě vypracované skutečně fungují (viz např. [14]) a že v mozku existují uskupení neuronů, která skutečně pracují jako zmíněné formátory.

Nabízí se proto představa, že cesta k objasnění funkce vědomí a pozornosti může být, podobně jak to naznačuje např. S. Greenfield v [2] a [4], v poznání dynamiky působení informačních vln šířících se v mimořádně složitém pracovním poli jednotlivých částí mozku, zejména kortexu a v jejím stimulačním a tlumícím ovlivňování jeho dalšími částmi.

Přitom však je třeba vzít v úvahu, že původní Farleyuv a Clarkův model pracuje pouze s dynamikou učebního procesu, tj. se změnami hodnot parametrů jednotlivých neuronových elementů v komplexu sítě v kortexu.

Možnost, že v takové síti samé se mohou šířit různé informační vlny a že v něm mohou vznikat lokální informační ohniska se stabilními či nestabilními stavy nebyla, pokud je známo, dosud hlouběji zkoumána, i když náznaky podobného uvažování lze vycítit ve zmíněných pracech S. Greenfieldové. Ta sama též váže myšlenku vzniku funkce vědomí především na dosažení jisté kvantitativní míry složitosti neuronových sítí mozku (na rozdíl od Ch. Kocha [3], který akcentuje kvalitativní pojetí, podobající se Brodmannově pojetí).

6. Diskuze a závěr

Lze se domnívat, že pravda bude někde mezi oběma těmito přístupy, tj. že podstatou vědomí a předpokladem jeho vzniku mohou být složité dynamické děje informačních vln, šířících se v dostatečně rozsáhlých a dostatečně specificky strukturovaných sítích specializovaných neuronových aliancí.

Analýza takových sítí a dynamiky jejich chování představuje ovšem velmi náročný a pravděpodobně značně dlouhodobý úkol zásadního charakteru. Práce prováděné v rámci tohoto grantu si nemohou činit nárok na jeho řešení, mohou však k němu nezanednatelným způsobem přispět a mohou zejména posloužit k využití některých poznatků o chování takových velmi rozsáhlých informačních struktur k aplikacím, především v oblasti interakce člověka s dopravními prostředky.

Zejména v tom směru předpokládáme proto orientaci dalších prací, při nichž bychom chtěli věnovat pozornost mj. též procesům zapomínání a faktorům neurčitosti takových heterogenních informačních sítích.

7. Reference:

- [1]...Novák M.: Časové závislosti funkcí systémových aliancí
Výzkumná zpráva ÚI AV ČR, v.v.i. č. V-989/2007, Praha, duben 2007
- [2]...Koch Ch., Greenfield. S.A.: How does consciousness happen?
Scientific American, October 2007, vol. 297, No.4, 50-57
- [3]...Crick F., Koch Ch: A Framework for Consciousness,
Nature Neuroscience, vol.6, February 2003, 119-126
- [4]...Greenfield S.A.: The Private Life of the Brain
J. Wiley, 2000
- [5]...Koch Ch.: The Quest for Consciousness: A Neurobiological Approach
Roberts and Co, Publishers, 2004

- [6]...Greenfield S.A., Collins T.F.T.: A Neuroscientific Approach to Consciousness, Progress in Brain Research, vol. 150, 2005, 11-23
- [7]...Cahil L.: Jeho mozek, její mozek
Scientific American, české vydání, květen červen 2007, 64-71
- [8]...Novák M.: Teorie tolerancí soustav, Academia, Praha, 1987
- [9]...Pavelka M.: Roj – využití rojové inteligence v dopravě a jinde
Přednáška na semináři teorie informatiky, Ústav řídicí techniky a telematiky FD ČVUT, Praha, 26.10.2007
- [10]...Moos P.: Komplex Assesment of Reliability and Safety in the Transport Systems
Konference Opotřebení, Spolehlivost, diagnostika, Univerzita obrany, Brno, 30.10.2007, s.191-196
- [11]...Wolfram S.: A New Kind of Science"
Wolfram Media, Inc.
Champaign IL 2002, 192 pages, IBSN: I-57955-088-8
- [12]...Bělinová Z.: Self-organization in transportation – reality or myth?
Transtec Prague, 2007, 13. – 15. 9. 2007
- [13]...Foer J.: Pamatujte si to.
National geographpic magazine, česko, listopad 2007, 58-83
- [14]...Faber J., Tichý T., Novák M., Votruba Z., Pilařová M., Leso M., Faber V., Fábera V.: Transcranial direkt current stimulation (TDCS) controlled by EEG analysis and psychotests
Konference Brno, 10.10.2007 Bezpecnost