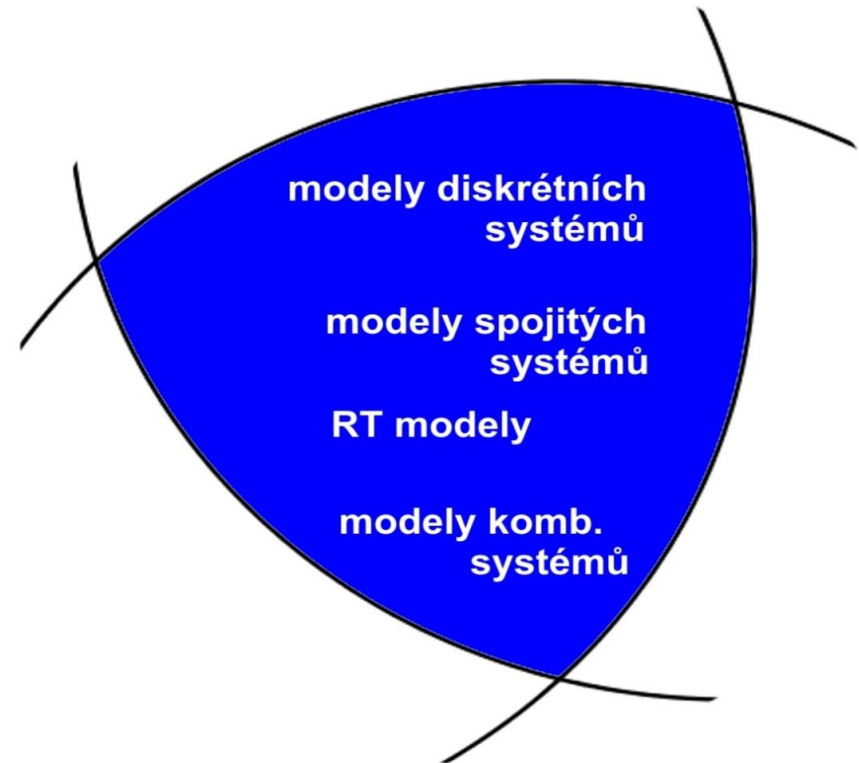
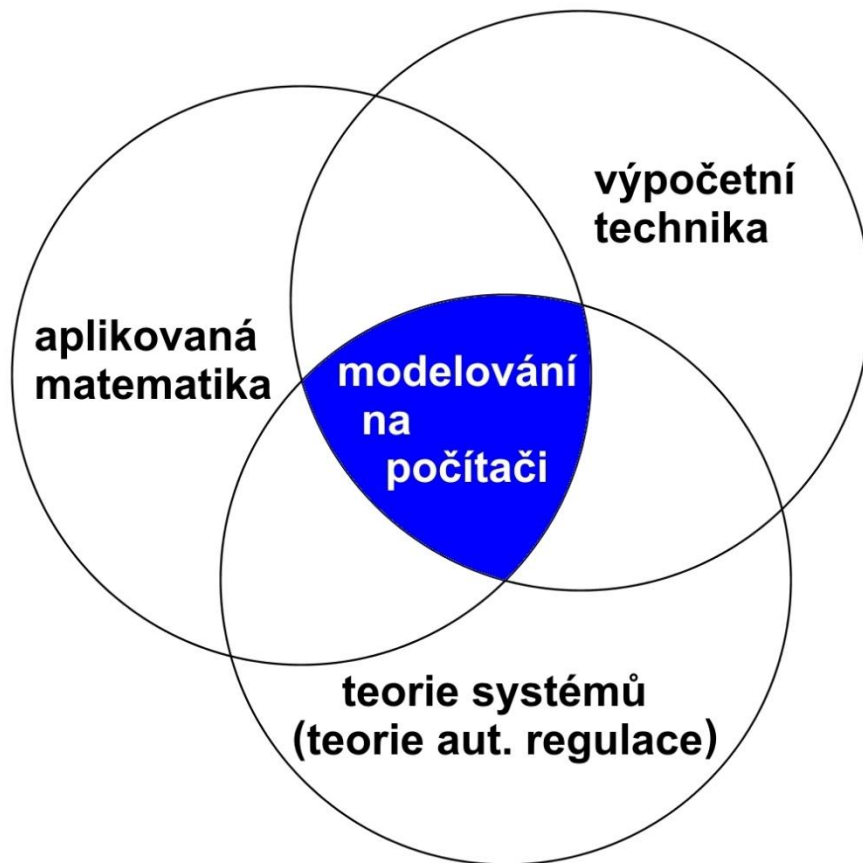


CO JE A NENÍ NOVÉHO V MODELOVÁNÍ DYNAMICKÝCH SPOJITÝCH SYSTÉMŮ NA POČÍTAČI ZA PŮL STOLETÍ

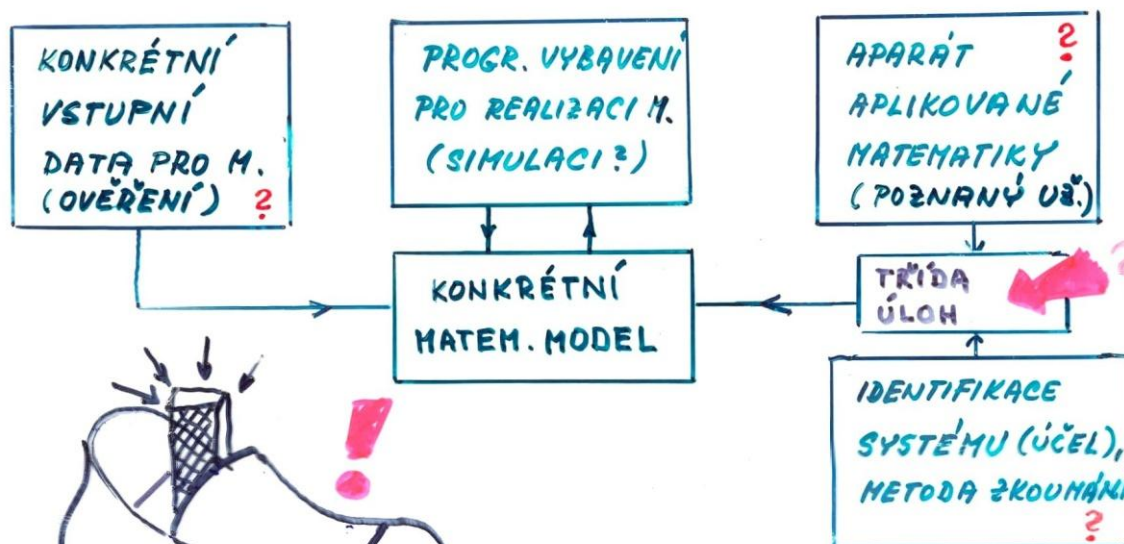
Historické rozdělení počítačových modelů

Modelování jako průnik instrumentária kybernetiky



Motto: Stará slída z počátku sedmdesátých let.

FORMULACE ÚLOHY (DEFINOVÁNÍ SYSTÉMU NA OBJEKTU)



Přednáška z předmětu „Modelování spojitéch dynamických systémů na počítači“.

Omyly a chyby matematických modelů a simulací.



Výuka univerzálních AP na VA v Brně (1957) se šíří do „civilu“

Úspěšný výzkum a výroba AP – vývoz do států RVHP.

Několik výpočetních laboratoří AP v praxi i akademickém světě.

Vznik celosvětových i národních společností pro simulaci systémů (semináře- Praha, Hradec n. M., Fačkovské sedlo).

Mezník : 7.Kongres AICA v Praze v roce 1973.

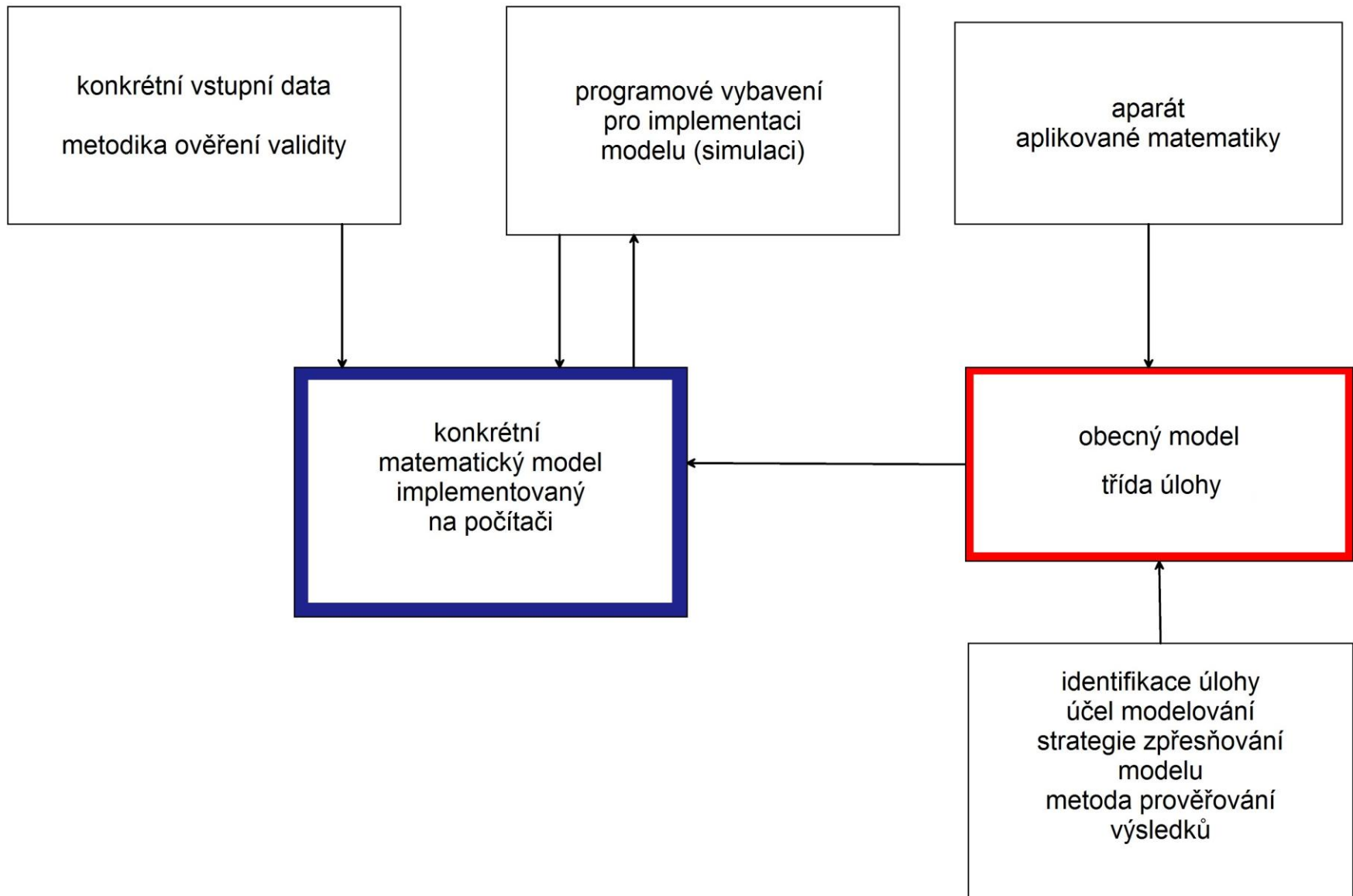
Účast špiček v oboru – věštba R. Vichnevského, nekrolog G. Korna.

Dovezené číslicové počítače dovolují stavbu složitějších programů.

**První přednášky z číslicového modelování spojitých systémů
I. Serba VUT v Brně (skripta 1971, 72, 74), P. Nevřiva VŠB Ostrava.**

VÚMS Praha je posílen VÚVT Žilina...

Vraťme se k inspirativní staré slídě:



Stavba obecného matematického modelu = **Definování systému na objektu**



Stavíme model základních charakteristik systému (viz teorie systémů)

–model chování prvků

–model vazeb mezi prvky (model struktury)

IDENTIFIKACE ÚLOHY, FORMULACE MODELU A ÚČELU MODELOVÁNÍ

- představa o chování a struktuře systému (mentální model)
- co víme o roli jednotlivých prvků (rovnice a přidružené parametry)
- představa o dovoleném rozsahu změn parametrů, o variantách nelinearit, ...
- představa o způsobu interpretace a verifikace výsledků modelování

Metoda pokusu a chyby je neprofesionální a pro velké systémy nepřijatelná.

CAF nemáme a nebude!

S nástupem PC obec odvážných simulantů roste.

Ke škodě modelování všeobecná znalost teorie systémů klesá.

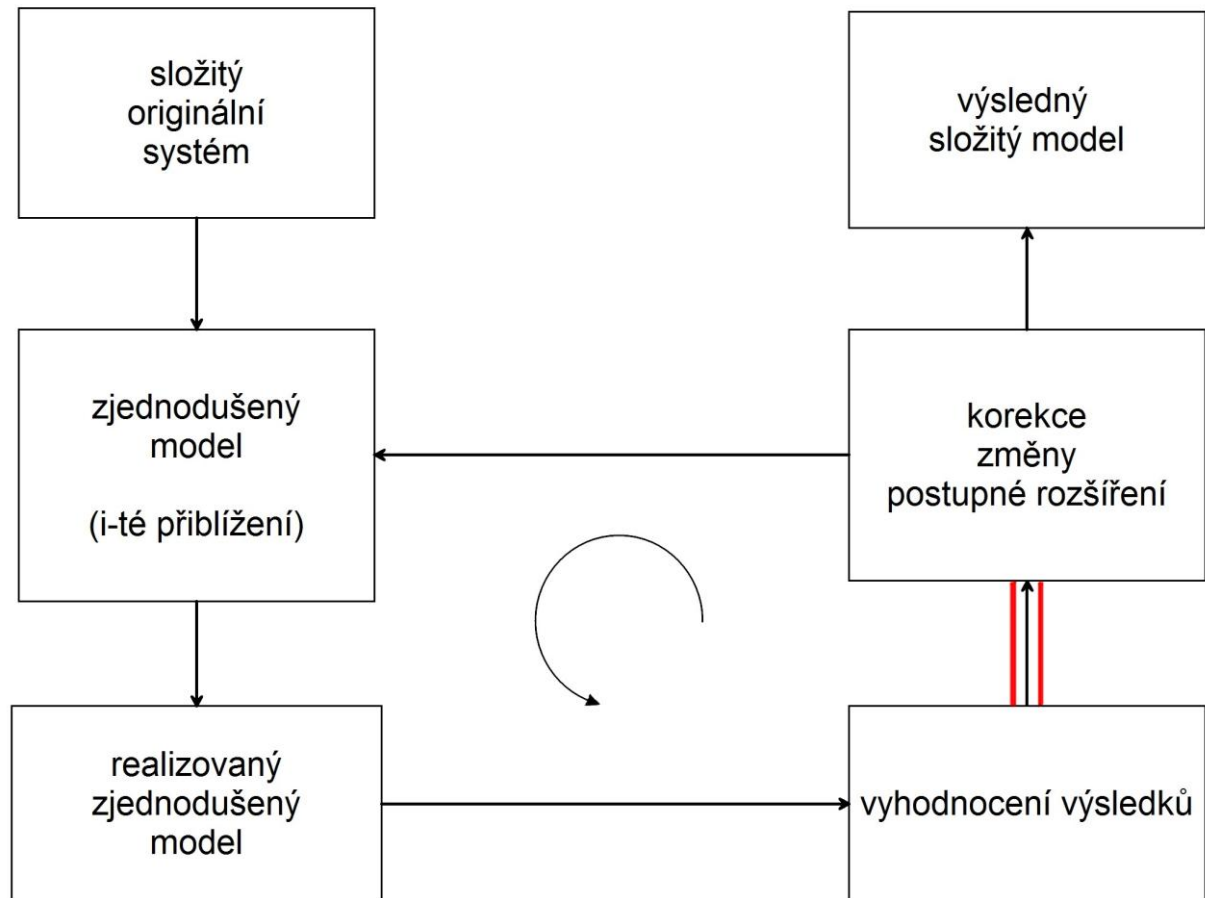
Omyly jsou častější než chyby  nespěchat k počítači!!!

Specifikum programového vybavení pro implementaci modelu a pro simulace.

Způsob výstavby modelu a experimentování kladou vysoké požadavky na řízení výpočtu a komunikační vrstvu jazyka.

Možnost komunikace v řeči klienta (názvy proměnných)?

Model je budován postupně:



Poznámka:

Stejné schéma bude platit pro experimentování s výsledným modelem. Blok změn se stane autonomní úlohou (př. strategie optimalizace).

Simulační jazyky pro spojité systémy následují analogový počítač

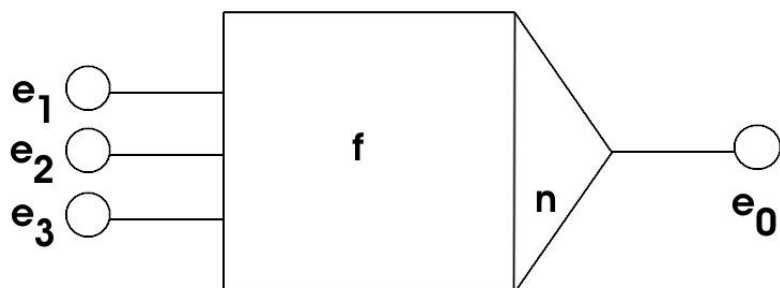
Kontinuita služby simulačních laboratoří (souběh AP+ČP až 7let)

Př. Simulační jazyk IBM 1130 (Continuous System Modeling Program)

Obsahuje 25 typů funkčních prvků (bloků), dokonalý styk uživatele s počítačem, plné ovládání a úplná dokumentace simulačního procesu.



Obecný funkční prvek CSMP:



$$e_0 = f(e_1, e_2, e_3, P_1, P_2, P_3)$$

$e_1, e_2, e_3 \dots$ vstupní proměnné
 $n \dots$ číslo bloku
 $P_1, P_2, P_3 \dots$ přidružené parametry
 $e_0 \dots$ výstupní proměnná
 $f \dots$ funkční vztah (typ bloku)
 $n \dots$ číslo bloku

**První domácí simulační jazyk ANALOG MSP vznikl na VUTu v Brně
(Serba, Pulda – 1971)**

Koncepčně souhlasil s CSMP.

Obsahoval 28 typů bloků.

**Jazyk byl používán především
ve výuce modelování.**

**Komunikaci obstarával psací
stroj.**

**Jazyk dovoloval automatické
řízení simulačních běhů
pomocí řídicího programu
na děrné pásce.**



**Vývoj simulačních prostředků sledoval vývoj programovacích technik
a přístrojového vybavení. **Pokrok je nedozírný!****

Dnes existuje řada simulačních jazyků univerzálních a ještě víc jazyků „šitých na míru uživatele“.

Je zabezpečena vizualizace dat (vstupních i výstupních).

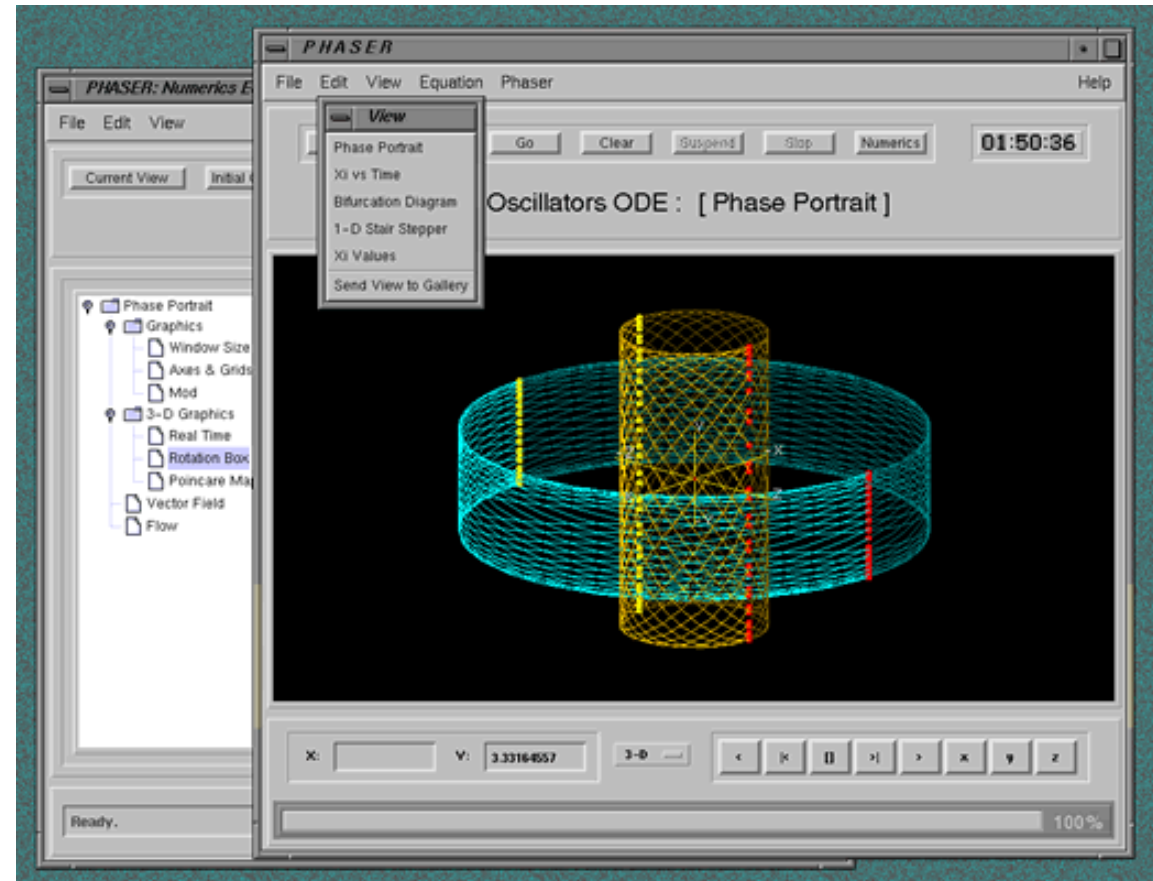
Modelář splývá s klientem.

Př. Jazyk PHASER

Řada pracovních oken, různé formy zápisu úlohy a výstupu výsledků.

Do „střev“ koupeného jazyka bohužel nevidíme.

Producent jazyka bere vše na svá bedra!
Bez odpovědnosti za náš výsledek!



Jsou vůbec v době matematických balíků a PC simulační jazyky potřebné?
Záleží na úloze! Velcí uživatelé nadále pěstují své simulační laboratoře.

Spolehlivost výsledků modelování – metody verifikace modelu

-testování ověřenou úlohou

-analýza chyb modelu pomocí vhodného matematického aparátu



Teorie chyb dynamických systémů

Chyby dělíme do tří skupin:

α (chyby parametrů), β (chyby počátečních podmínek) a λ (chyby v řádu derivací)

Chyby zkoumáme odděleně a výslednou chybu „skládáme“.

Modelové řešení je chápáno jako perturbovaný výstup ideálního modelu (Poincare).

Konstrukce chybových rovnic vychází z podmínky malých odchylek a z možnosti linearizace úlohy. To dovoluje užití „všemocné“ Taylorovy řady ...

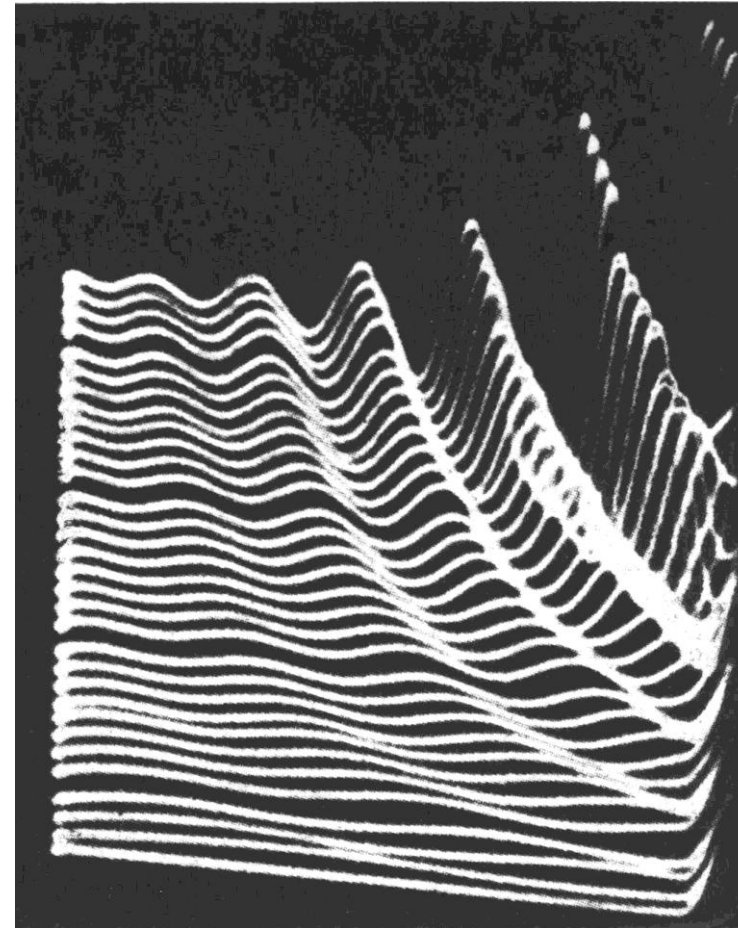
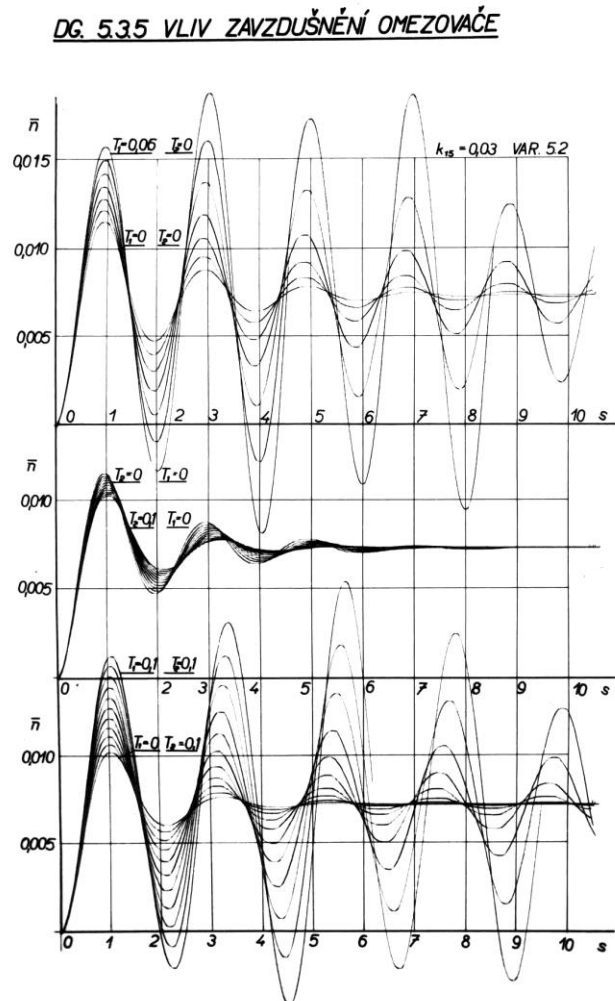
(Chyby α a β dobře řeší teorie citlivosti, chyby λ teorie kmitání soustav).

VIZUALIZACE MODELOVÝCH DAT (grafika pro modelování)

Poznámka:

Grafika sama je plná modelů (globální a lokální modely odrazu paprsku, průsvitnost prostředí...)

U AP byl grafický výstup samozřejmostí.



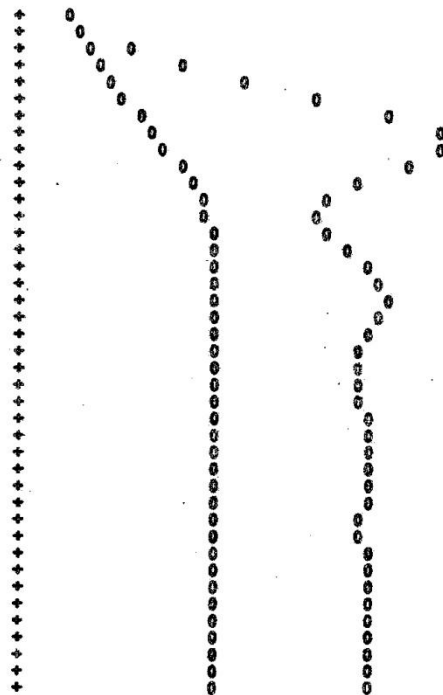
Výstup analogového repetičního výpočtu
(50řešení soustavy ODR/sec, VA 1965)

Bez souřadnicového zapisovače byl u ČP grafický výstup problematický

RESET

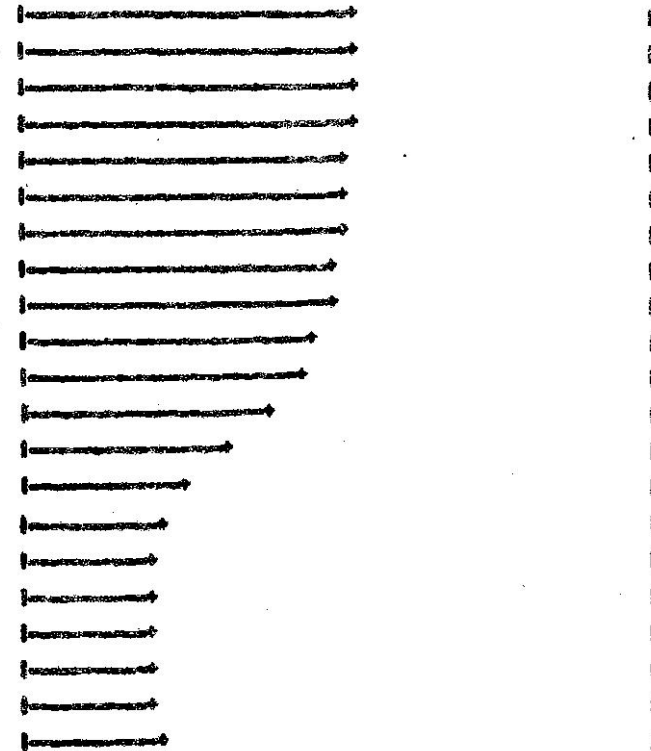
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40

IMP[1]



-4.0000

4.0000



Pseudografika: ANALOG MSP

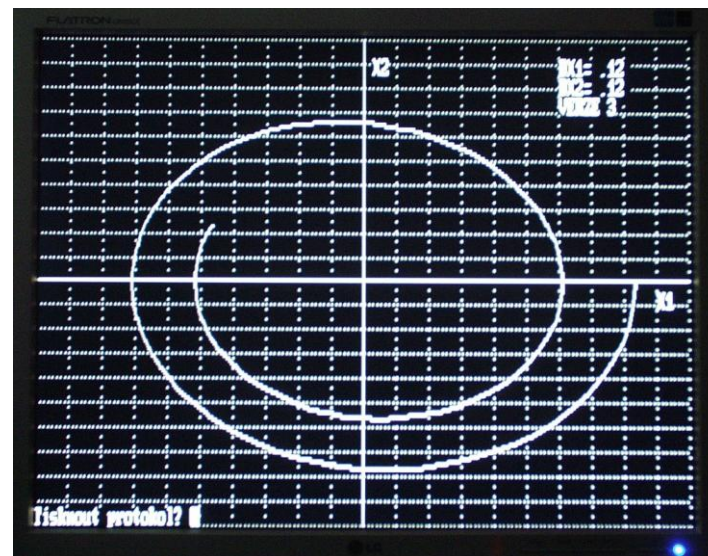
CSMP

Až první PC poskytují možnost grafického výstupu

```
== MEDA-RK4 ==
PROGRAM PREDSTAVUJE MALY DIFERENCIALNI ANALYZATOR,
KTERY RESI SOUSTAVU N DIFERENCIALNICH ROVNIC
METODOU RUNGE-KUTTA 4. RADU.
- PRAVE STRANY DIF. ROV.  $DX(1)/DT=F(1)$ , PRIPADNE
- DALSI DOPLNUJICI ROVNICE, JE TREBA ZAPSAT
DO RADKU 3260 - 3290
- ALGEBRAICKE PROMENNE ZAPIS JAKO Y(I) PRO VYSTUP
- PRO SNADNOU ZMENU KOEFICIENTU V ROVNICICH
JE VHODNE VAR. KOEF. OZNACIT JAKO PRVKY Q(J)
- JESTLI JE  $N>10$  NEBO  $J>10$ , JE NUTNO DIMENZOVAT
-V RADKU 40,50
- KONTROLNI BODY JSOU ULOZENY V RADCICH 3600,3620
- MERITKA SOURADNIC BODU JE MOZNO MODIFIKOVAT
V RADCICH 3440 - 3450
- POPIS KRIVEK V GRAFU JE UMISTEN DO SLOUPCE
URCENEHO KRITICKYM CASEM. V TOMTO CASE LZE
PROVEST I VYPIS VEKTORU RESENI S MAX. PRESNOSTI.
-V DIALOGU JE SOUHLAS VYJADREN CISLICI JEDNA,
NESOUHLAS NULOU.

tohu pokracovat? _
```

Př. Jazyk MEDA-RK4 na PP01 v BASICu GWS
(J. Serbová 1989/90).

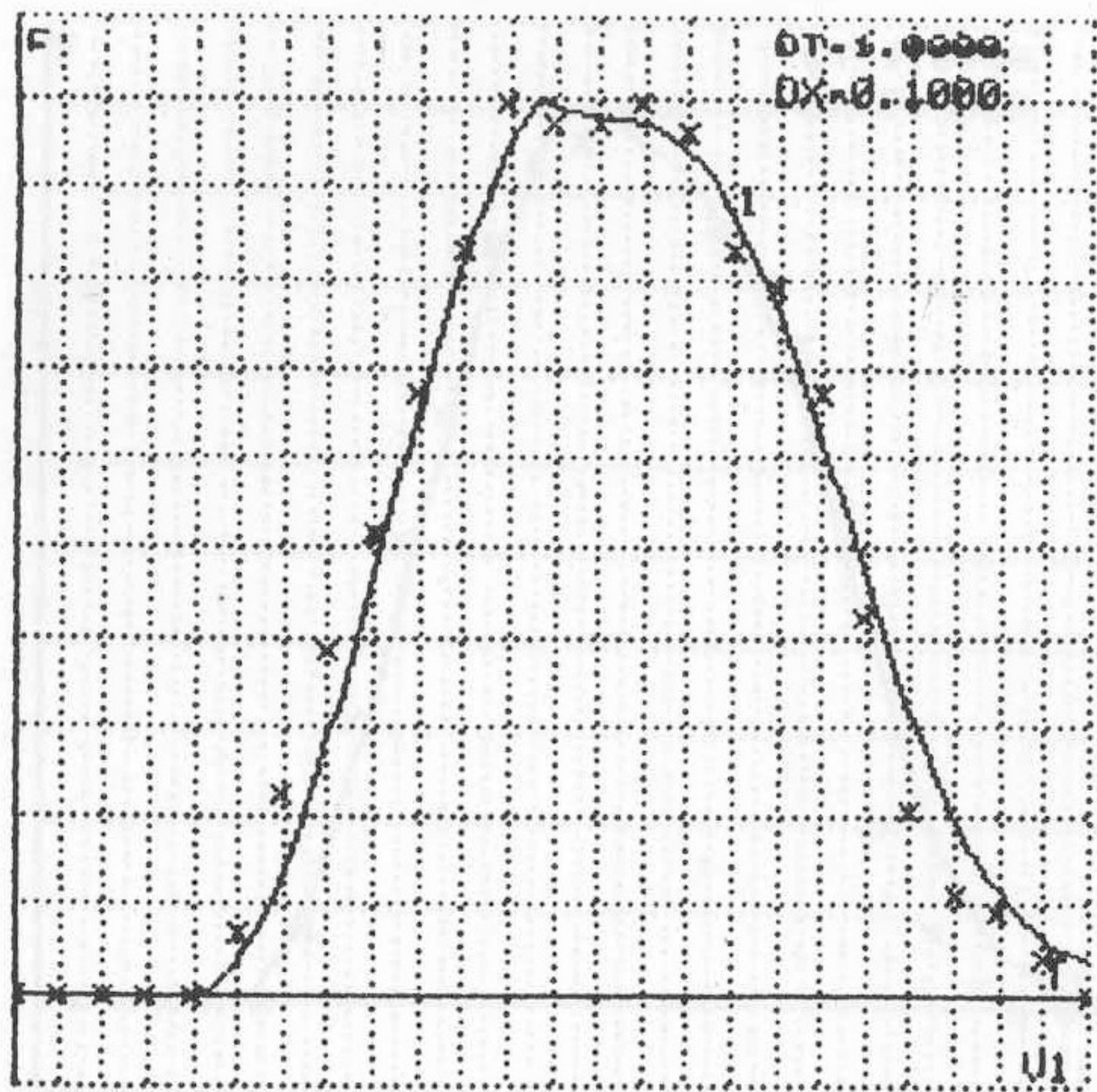


Jako monitor sloužil TV JUNOŠŤ,
foto jako trvalý grafický výstup.

Diplomová práce Les. Fak. VŠZ v Brně (1989)

Konstrukce matematického modelu chování transpiračního proudu stromu

Transpirační proud dubu - evidenční číslo 179,
pokusná plocha Mlynářův luh 1988



HW sestava pro MEDA-RK4

14.6.1988

$d = 165$

koeficient determinace 0.985

Grafický výstup (přes ADT 4700)

Záhy se situace lepší:

