

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI

Nositelka Řádu práce

Fakulta strojní

Obor 23-40-8

Automatizované systémy řízení
výrobních procesů ve strojírenství

Katedra technické kybernetiky

IDENTIFIKACE DVOUROZMĚRNÉHO AREA MAX MODELU
NA PRINCIPU MAXIMÁLNÍ VÝROBNOSTI

Eva Z O U B K O V Á

Vedoucí práce: Ing. Libor Tůma

Katedra technické kybernetiky
VŠST Liberec

Konzultant : Ing. Vladimír Dzacík, CSc.

Katedra technické kybernetiky
VŠST Liberec

KTK-ASŠSP-130

Rozsah práce a příloh:

Počet stran : 43

Počet obrázků: 2

Počet příloh : 3

23.května 1986

Vysoká škola: **VŠST Liberec** Fakulta: **strojní**
Katedra: **technické kybernetiky** Školní rok: **1985/86**

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro **s. Evu Zoubkovou**
obor **23-40-8 ASŘ výrobních procesů ve strojírenství**

Vedoucí katedry Vám ve smyslu nařízení vlády ČSSR č. 90/1980 Sb., o státních závěrečných zkouškách a státních rigorózních zkouškách, určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: **Identifikace dvourozměrného ARMAX modelu na principu maximální věrohodnosti**

Zásady pro vypracování:

1. Zvládnout teorii pravděpodobnostního popisu ARMAX modelu a princip maximální věrohodnosti odhadu parametru.
2. Zobecnění danou teorii na vícerozměrový případ.
3. Sestavit program pro identifikaci dvourozměrného ARMAX modelu s použitím dané teorie.
4. Ověřit sestavený program na modelu zkapalňovače hélia (FEROX Děčín).

V 39/86 S

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 5
PSČ 461 17

KTK/ASŘ-S

Rozsah grafických prací:

Rozsah průvodní zprávy:

40 - 50 stran

Seznam odborné literatury:

- 1/ Kadeřábek, J., Kracík, V.: Úvod do teorie pravděpodobnosti a příbuzných oblastí. Skripta VŠST Liberec, 1970.
- 2/ Šebková, I.: Identifikace ARMAX modelu na principu maximální věrohodnosti. Dipl.práce VŠST 1985.
- 3/ Hanuš, B.: Teorie automatického řízení I, II. Skripta VŠST, 1982.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Liber Tůma

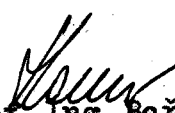
Datum zadání diplomové práce:

4.10.1985

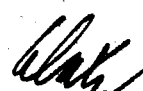
Termín odevzdání diplomové práce:

23.5.1986




Prof. Ing. Bořivoj Hanuš, DrSc.

Vedoucí katedry


Doc. Ing. Ján Alaxin, CSc.

Děkan

V Liberci dne 30.9. 1985

Nístopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci
vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury.

Eva Zoubková
Eva Zoubková

V Liberci dne 23.května 1986

Chtěla bych tímto poděkovat Ing. Liboru Tůmovi za vedení mé práce, za pomoc a čas, který věnoval této práci při jejím vypracování. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Vladimíru Kracíkovi, CSc. za cenné rady v oblasti teorie a vlastní realizace diplomové práce.

Obsah

	Strana
Úvodní zadání	2
Místopřisečné prohlášení	3
Obsah	5
1. Úvod	8
2. Řešení úlohy maximalizace věro- hodnostní funkce gradientní metodou	13
2.1. Věrohodnostní funkce parametrů ARMAX modelu	16
3. Popis algoritmu programu	21
3.1. Popis hlavního programu	23
3.2. Výpočet hodnoty věrohodnostní funkce /podprogram VYPP/	24
3.3. Popis dílčích podprogramů využí- vaných hlavním programem	25
3.4. Popis vstupního souboru	31
3.5. Popis výstupního souboru	33

3.6.	Příklad použití programu	35
3.7.	Omezení programu	37
4.	Použití programu pro identifikaci soustavy skapalňovače hélia	38
5.	Závěr	40
6.	Seznam použité literatury	41
7.	Seznam příloh	43

NOTA:

...,"Podstatně zvýšit využití výpočetní techniky v automatizovaných systémech řízení technologických procesů a v systémech automatizovaného projektování a modelování."

/Hlavní směry hospodářského a sociálního
rozvoje ČSSR na léta 1986-1990/

1. ÚVOD

Všeobecný pokrok vědy a techniky v současném období, které označujeme jako období vědeckotechnické revoluce, je charakterizován zásadními objevy v nejrůznějších oblastech lidské činnosti, progresivními technologiemi i novými výrobními prostředky. Jedním z účinných prostředků dosahování větších výrobních výkonů je zdokonalování řízení výrobních procesů aplikací automatizovaných systémů řízení na různých úrovních, využívající nejnovější vědecké a technické poznatky.

Pozornost řídicích orgánů ČSSR je proto trvale věnována zavádění a využívání výpočetní techniky. Tento úkol se také stal předmětem jednání XVII. sjezdu KSČ a byl formulován v dokumentu "Hlavní směry hospodářského a sociálního rozvoje ČSSR na léta 1986-1990 a výhled na období do roku 2000", který byl tímto sjezdem schválen.

Proces automatizace výroby se tedy stává jedním z podstatných rysů a nejperspektivnějších směrů vědeckotechnické revoluce.

V posledním období se stále častěji setkáváme s pojmy simulace a identifikace dynamických systémů. Vyšetřování vlastností rozsáhlých a složitých soustav již není možné jednorázovým analytickým výpočtem. Mimo to je třeba poznat chování těchto soustav v různých mezních situacích ještě před jejich realizací. Vytvoření modelu na počítači se nazývá simulace.

Při simulaci vycházíme obvykle z formálního systému, který získáme analýzou objektu a se kterým potom experimentujeme, abychom zjistili jeho vlastnosti za různých podmínek okolí.

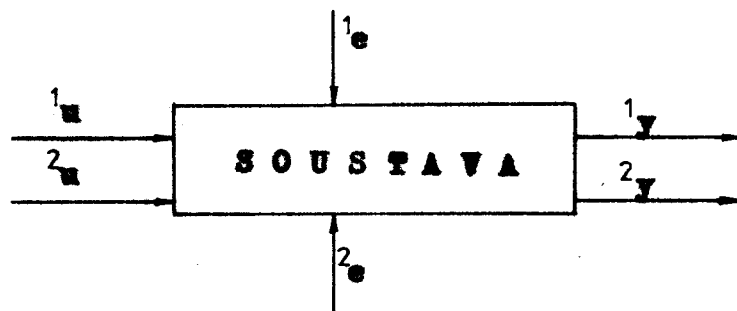
Se simulací spouští identifikace. Identifikace se zabývá úlohou definice systému, tj. vytvoření modelu soustavy, popř.

Již definovaný systém zpřesňuje. Jestliže je struktura modelu předem odhadnuta, určují se pak jen parametry modelu. Pravděpodobnostní přístup předpokládá neznámý parametr jako náhodnou proměnnou, jejíž hustota pravděpodobnosti charakterizuje neurčitost parametru.

Tato diplomová práce je příspěvkem k problematice identifikace dvouřezměrného ARMAX modelu, který je popsán lineárními diferenčními rovnicemi:

$$\begin{aligned}
 {}^1y_K &= {}^{11}a_0 {}^1y_{K-1} + {}^{11}a_1 {}^1y_{K-2} + \dots + {}^{11}a_{NA_{11}} {}^1y_{K-NA_{11}-1} + {}^{12}a_0 {}^2y_{K-1} + \\
 &+ \dots + {}^{12}a_{NA_{12}} {}^2y_{K-NA_{12}-1} + {}^{11}b_0 {}^1u_{K-1} + \dots + {}^{11}b_{NB_{11}} {}^1u_{K-NB_{11}-1} + \\
 &+ {}^{12}b_0 {}^2u_{K-1} + \dots + {}^{12}b_{NB_{12}} {}^2u_{K-NB_{12}-1} + {}^{11}e_0 {}^1e_K + \dots + \\
 &+ {}^{11}e_{NC_{11}} {}^1e_{K-NC_{11}} + {}^{12}e_0 {}^2e_K + \dots + {}^{12}e_{NC_{12}} {}^2e_{K-NC_{12}} \\
 {}^2y_K &= {}^{21}a_0 {}^1y_{K-1} + {}^{21}a_1 {}^1y_{K-2} + \dots + {}^{21}a_{NA_{21}} {}^1y_{K-NA_{21}-1} + {}^{22}a_0 {}^2y_{K-1} + \\
 &+ \dots + {}^{22}a_{NA_{22}} {}^2y_{K-NA_{22}-1} + {}^{21}b_0 {}^1u_{K-1} + \dots + {}^{21}b_{NB_{21}} {}^1u_{K-NB_{21}-1} + \\
 &+ {}^{22}b_0 {}^2u_{K-1} + \dots + {}^{22}b_{NB_{22}} {}^2u_{K-NB_{22}-1} + {}^{21}e_0 {}^1e_K + \dots + \\
 &+ {}^{21}e_{NC_{21}} {}^1e_{K-NC_{21}} + {}^{22}e_0 {}^2e_K + \dots + {}^{22}e_{NC_{22}} {}^2e_{K-NC_{22}}
 \end{aligned} \quad (1)$$

které popisují soustavu:



Obr. 1

Potom $y = \begin{bmatrix} {}^1y \\ {}^2y \end{bmatrix}$, $u = \begin{bmatrix} {}^1u \\ {}^2u \end{bmatrix}$, $e = \begin{bmatrix} {}^1e \\ {}^2e \end{bmatrix}$, kde

1y je posloupnost N hodnot 1.výstupu

2y je posloupnost N hodnot 2.výstupu

1u je posloupnost N hodnot 1.vstupu

2u je posloupnost N hodnot 2.vstupu

1e je 1.posloupnost nezávislých Gaussovských veličin, kde

$$E {}^1e_k = 0, \text{ var } ({}^1e_k) = 1, \quad k=0, \dots, N$$

2e je 2.posloupnost nezávislých Gaussovských veličin, kde

$$E {}^2e_k = 0, \text{ var } ({}^2e_k) = 1, \quad k=0, \dots, N$$

Tedy např. ${}^1y = \begin{bmatrix} {}^1y_0 \\ {}^1y_1 \\ \vdots \\ {}^1y_N \end{bmatrix}$, ${}^2y = \begin{bmatrix} {}^2y_0 \\ {}^2y_1 \\ \vdots \\ {}^2y_N \end{bmatrix}$

Diferenční rovnici (1) pak můžeme zapsat v maticovém tvaru (2) s použitím operátorové matice Δ .

Pozn.: Operátorová matice Δ má tvar:

$$\Delta = \begin{bmatrix} 0 & 0 & . & . & . & . & 0 \\ 1 & 0 & . & . & . & . & 0 \\ & 1 & 0 & . & . & . & 0 \\ \hline & & & & & & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad \text{a tedy} \quad \Delta^2 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & . & . & . & . & 0 \\ 0 & 0 & . & . & . & . & 0 \\ 1 & 0 & . & . & . & . & 0 \\ & 1 & . & . & . & . & 0 \\ \hline & & & & & & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$y = \begin{bmatrix} \Delta A_{11} & \Delta A_{12} \\ \Delta A_{21} & \Delta A_{22} \end{bmatrix} y + \begin{bmatrix} \Delta B_{11} & \Delta B_{12} \\ \Delta B_{21} & \Delta B_{22} \end{bmatrix} u + \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} \\ C_{21} & C_{22} \end{bmatrix} e,$$

(2)

kde matice $A_{11}, A_{12}, A_{21}, \dots, C_{22}$ mají tvar:

$$\text{např. } A_{11} = {}^{11}a_0 E + {}^{11}a_1 \Delta + {}^{11}a_2 \Delta^2 + \dots + {}^{11}a_{NA_H} \Delta^{NA_H}$$

Rovnici (2) lze napsat ve tvaru:

$$y = s A y + s B u + C e, \quad (3)$$

což je rovnice konečnorozměrných vektorů y, u, e

$$\text{a kde } s = \begin{bmatrix} \Delta & 0 \\ 0 & \Delta \end{bmatrix}$$

Člen $C e$ v rovnici (3) představuje šum /neovladatelný/. V případě, že $C = E$, nasývá se model (1) regresní a identifikace jeho koeficientů /stanovení vhodných odhadů/ na základě znalosti jistého konečného úseku posloupností ${}^1y_K, {}^2y_K, {}^1u_K, {}^2u_K$ řešit problémy. Jednoduchost tohoto problému je v podstatě dána tím, že aposteriorní rozdělení koeficientů ${}^{11}a, {}^{12}a, {}^{21}a, {}^{22}a, {}^{11}b, {}^{12}b, {}^{21}b, {}^{22}b, {}^{11}c, {}^{12}c, {}^{21}c, {}^{22}c$, kde např.

$${}^{11}a = ({}^{11}a_0, {}^{11}a_1, \dots, {}^{11}a_{NA_H}).$$

v regresním modelu je normální a jeho charakteristiky se snadno určí.

Výhody Gaussovskeho rozdělení jsou dány tím, že hustota je exponenciální funkce kvadratického funkcionálu, který je přístupný matematickému zpracování.

V případě $C \neq E$ uvedené výhody odpadají. Aposteriorní rozdělení koeficientů již není smoharozměrné normální rozdělení /obecně Gausse-Wishartovo rozdělení/. Charakteristiky tohoto rozdělení /např. vektor středních hodnot, kovarianční matice/ nelze již explicitně získat.

V práci je zpracován odhad koeficientů dvourozměrného ARMAX modelu na principu maximální věrohodnosti. V důsledku

uvedených příčin nalse maximalizaci věrohodnostní funkce
provést explicitně, proto byl zvolen gradientní postup.

2. ŘEŠENÍ ÚLOHY MAXIMALIZACE VĚROHODNOSTNÍ FUNKCE GRADIENTNÍ METODOU

Označme hustotu rozdělení pravděpodobnosti hodnot určitého vektoru y s některým parametrem rozdělení θ /např. μ, λ / jako $f(y, \theta)$. Potom dosadíme-li do $f(y, \theta)$ naměřené pevné hodnoty vektoru y , je hustota rozdělení pravděpodobnosti funkcí θ a tuto funkci pak nazýváme věrohodnostní funkcí θ . Dále máme odhadnout tento parametr θ tak, aby pro $\hat{\theta}$ byla $f(y, \theta)$ maximální, tj.:

$$\max_{\theta} f(y, \theta) = f(y, \hat{\theta})$$

Takto získaný odhad se nazývá maximálně věrohodný.

V případě, že apriorní rozdělení parametru θ je přibližně rovnoměrné na nějaké velké oblasti hodnot vektoru y , představuje věrohodnostní funkce $f(y, \hat{\theta})$ až na normovací konstantu aposteriorní rozdělení parametru θ při dané realizaci y . Maximálně věrohodný odhad $\hat{\theta}$ představuje tedy aposteriorně nejpravděpodobnější hodnotu θ .

Velíme-li dále za parametr θ střední hodnotu $\mu = E y$, pak hustota mnohazměrného Gausseva rozdělení $N(\mu, S)$ má tvar:

$$f(y, \mu) = (2\pi)^{-\frac{n}{2}} |S|^{-\frac{1}{2}} \exp\left(-\frac{1}{2} (y - \mu)^T S^{-1} (y - \mu)\right) \quad (4)$$

kde S je kovarianční matice:

$$S = E(y - \mu)(y - \mu)^T$$

Při použití Gausseva normálního rozdělení využíváme s vý-

hedou pro maximalizaci věrohodnostní funkce jejího logaritmu, neboť platí pro libovolné θ :

$$\ln f(y, \hat{\theta}) = \ln f(y, \theta)$$

a hustotu pravděpodobnosti lze vyjádřit v exponenciálním tvaru.

Ukažme, že marginální rozdělení vektoru y_1 je opět normální $N(\mu_1, S_{11})$:

Označíme-li kvadratickou formu v exponentu rovnice (4) jako

$$Q = w^T S^{-1} w \quad \text{pro } w = y - \mu$$

$$\text{a rozdělíme } S^{-1} = \begin{bmatrix} S^{11} & S^{12} \\ S^{21} & S^{22} \end{bmatrix} \text{ a } w = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \end{bmatrix} \quad \text{pro } \begin{aligned} w_1 &= \mu_1 - y_1 \\ w_2 &= \mu_2 - y_2 \end{aligned}$$

pak zřejmě

$$\begin{aligned} Q &= \begin{bmatrix} w_1^T & w_2^T \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S^{11} & S^{12} \\ S^{21} & S^{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \end{bmatrix} = \\ &= w_1^T S^{11} w_1 + w_2^T S^{21} w_1 + w_1^T S^{12} w_2 + w_2^T S^{22} w_2 \end{aligned} \quad (5)$$

Zřejmě matice S^{11} , S^{22} jsou symetrické a $S^{21} = S^{12T}$.

Rozepíšeme-li dále $S \cdot S^{-1} = E$ jako

$$\begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S^{11} & S^{12} \\ S^{21} & S^{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} E_1 & 0 \\ 0 & E_2 \end{bmatrix}, \quad \text{plyne z toho}$$

$S_{11} S^{12} + S_{12} S^{22} = 0$ a odtud $S_{12} = -S_{11} S^{12} S^{22-1}$ a dosa-

díme-li do rovnosti $S_{11} S^{11} + S_{12} S^{21} = E_1$, pak

$$S^{11} - S^{12} S^{22^{-1}} S^{21} = S_{11}^{-1}$$

V rovnici (5) však můžeme vyjádřit

$$\begin{aligned} w_1^T S^{12} w_2 + w_2^T S^{21} w_1 + w_2^T S^{22} w_2 &= \\ &= (w_2^T + w_1^T S^{12} S^{22^{-1}}) S^{22} (w_2 + S^{22^{-1}} S^{21} w_1) + w_1^T S^{12} S^{22^{-1}} S^{21} w_1 \end{aligned}$$

a dosazením zpět do (4) dostáváme:

$$Q = (w_1^T (S^{11} - S^{12} S^{22^{-1}} S^{21}) w_1 + (w_2^T + w_1^T S^{12} S^{22^{-1}}) S^{22} (w_2 + S^{22^{-1}} S^{21} w_1))$$

$$\text{Odtud lze zapsat } Q_1 = (w_1^T S_{11}^{-1} w_1)$$

a tedy můžeme marginální rozdělání y_1 zapsat jako $N(\mu_1, S_{11})$.

Z uvedeného také vyplývá, že podmíněné rozdělání $p(y_2/y_1)$ je normální

$$N(\mu_2 - S^{22^{-1}} S^{21} (y_1 - \mu_1), S^{22^{-1}}).$$

Ukažme dále, že má-li vektor y rozdělání $N(\mu, S)$, pak vektor $z = v + T y$ má rozdělání $N(v + T\mu, T S T^T)$: Je-li matice T čtvercová a regulární, plyne uvedené tvrzení z transformace hustoty, a dále

$$E z = v + T E y = v + T \mu \text{ a}$$

$$\begin{aligned} E(z - v - T\mu)(z - v - T\mu)^T &= E(v + T y - v - T\mu)(v + \\ &+ T y - v - T\mu)^T = E T(y - \mu)(y - \mu)^T T^T = T S T^T \end{aligned}$$

a tedy pro $z = v + T y$ platí $N(v + T\mu, T S T^T)$, je-li $\mu = E y$.

Pozn.: Je-li však M rozměr vektoru y a N rozměr vektoru z , přičemž platí $M > N$ /stejně vektor v má rozměr N a matice T rozměr $N \times M$ /, pak použitím

pravidla o marginálním rozdělení lze doplnit maticí T vhodnými řádky na čtvercovou regulární o rozměru $M \times M$ a vektor V na rozměr M .

2.1. VĚROHODNOSTNÍ FUNKCE PARAMETRŮ A R M A X MODELU

Při vyjádření věrohodnostní funkce vycházíme z obrazového zápisu ARMAX modelu dvouparametrové soustavy /viz (3) /:

$$y = s A y + s B u + C d ,$$

$$\text{odtud } C^{-1}(E - s A) y = s C^{-1} B u + d ,$$

má-li však hustota pravděpodobnosti $f(d)$ rozdělení $N[0, E]$, pak $f(d + s C^{-1} B u)$ má rozdělení $N[s C^{-1} B u, E]$.

Obmažeme-li $x = s C^{-1} B u + d$ s hustotou pravděpodobnosti $f(x)$, pak obecně pro $F \cdot y = x$ platí, že $f(y) = f(F y) \cdot |F|$ a tedy pro hustotu pravděpodobnosti normálního rozdělení pro

$$C^{-1}(E - s A) y = x , \text{ kde}$$

$$f(x) = \frac{1}{(2\pi)^n} e^{-\frac{1}{2}(x - s B u)^2}$$

dosáváme

$$f(y) = \frac{1}{(2\pi)^n} |C^{-1}(E - s A)| e^{-\frac{1}{2}((E - s A)y - s B u)^2} \quad (6)$$

kde n je rozměr vektoru x , resp. y .

Určeme nejprve hodnotu determinanta $|C^{-1}(E - sA)|$.

Protože $|C^{-1}(E - sA)| = \frac{|E - sA|}{|C|} = \frac{1 - 0}{|C|}$, stačí

určit hodnotu determinanta matice C , kterou však můžeme podle (2) zapsat jako

$$C = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} \\ C_{21} & C_{22} \end{bmatrix} \quad , \text{odtud pak pro komutující matice } C_{11} ,$$

C_{12}, C_{21}, C_{22} platí:

$$\det C = \det \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} \\ C_{21} & C_{22} \end{bmatrix} = \det \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} \\ 0 & C_{22} - C_{11}^{-1} C_{21} C_{12} \end{bmatrix} =$$

$$= |C_{11}| \cdot |C_{22} - C_{11}^{-1} C_{21} C_{12}| = |C_{11}| \cdot \frac{|C_{11} C_{22} - C_{21} C_{12}|}{|C_{11}|} =$$

$$= |C_{11} C_{22} - C_{21} C_{12}|$$

Vzhledem k tomu, že matice $[C_{11} C_{22} - C_{21} C_{12}]$ má na hlavní diagonále prvky o hodnotě ${}^{11}e_0 \cdot {}^{22}e_0 - {}^{21}e_0 \cdot {}^{12}e_0$, je hodnota determinantu

$$|C_{11} C_{22} - C_{21} C_{12}| = ({}^{11}e_0 \cdot {}^{22}e_0 - {}^{21}e_0 \cdot {}^{12}e_0)^{N+1}, \quad (7)$$

kde $N+1$ je rozměr matic $C_{11}, C_{12}, C_{21}, C_{22}$.

Dále můžeme upravit tvar exponentu

$$- \frac{1}{2} (C^{-1} (E - sA) y - s C^{-1} B u)^2 = - \frac{1}{2} (C^{-1} y - C^{-1} X q)^2,$$

$$\text{kde } q^T = [{}^{11}a_0 \quad {}^{11}a_1 \quad \dots \quad {}^{11}a_{N_A} \quad {}^{12}a_0 \quad \dots \quad {}^{12}a_{N_A} \quad {}^{11}b_0 \quad \dots \quad {}^{11}b_{N_B}]$$

$$\begin{bmatrix} {}^{12}b_0 \dots {}^{12}b_{NB_{12}} & {}^{21}a_0 \dots {}^{21}a_{NA_{21}} & {}^{22}a_0 \dots {}^{22}a_{NA_{22}} & {}^{21}b_0 \dots {}^{21}b_{NB_{21}} \\ {}^{22}b_0 \dots {}^{22}b_{NB_{22}} \end{bmatrix}$$

a matice

$$X = \begin{bmatrix} \Delta^1 y \dots \Delta^{(NA_{11}+1)} y & \Delta^2 y \dots \Delta^{(NA_{12}+1)} y & \Delta^1 u \dots \Delta^{(NB_{11}+1)} u & \Delta^2 u \dots \Delta^{(NB_{12}+1)} u \\ 0 \dots 0 & 0 \dots 0 & 0 \dots 0 & 0 \dots 0 \\ 0 \dots 0 & 0 \dots 0 & 0 \dots 0 & 0 \dots 0 \\ \Delta^1 y \dots \Delta^{(NA_{11}+1)} y & \Delta^2 y \dots \Delta^{(NA_{12}+1)} y & \Delta^1 u \dots \Delta^{(NB_{11}+1)} u & \Delta^2 u \dots \Delta^{(NB_{12}+1)} u \end{bmatrix}$$

kde Δ značí operátor spoždění, tj. např.:

$$\text{je-li } {}^1y = \begin{bmatrix} {}^1y_0 \\ {}^1y_1 \\ \vdots \\ {}^1y_N \end{bmatrix}, \text{ pak } \Delta \cdot {}^1y = \begin{bmatrix} 0 \\ {}^1y_0 \\ \vdots \\ {}^1y_{N-1} \end{bmatrix} \text{ a tedy } \Delta^J \cdot {}^1y = \begin{bmatrix} 0 \\ \vdots \\ 0 \\ {}^1y_0 \\ \vdots \\ {}^1y_{N-J} \end{bmatrix} \left. \vphantom{\begin{bmatrix} 0 \\ \vdots \\ 0 \\ {}^1y_0 \\ \vdots \\ {}^1y_{N-J} \end{bmatrix}} \right\} J \text{ nulových prvků}$$

Osnačíme-li dále $C^{-1} y = \tilde{y}$, pak stejně i $C^{-1} \Delta \cdot {}^1y = \Delta \cdot {}^{1c} \tilde{y}$
a tedy i $C^{-1} X$ osnačíme jako $\tilde{X}$, kde

$$\tilde{X} = \begin{bmatrix} \Delta^{1c} \tilde{y} \dots \Delta^{(NA_{11}+1)} \tilde{y} & \dots & 0 \\ 0 \dots 0 & \dots & \Delta^{(NB_{12}+1)} \tilde{u} \end{bmatrix}$$

Pak s použitím rovnosti (7) sepíšeme rovnici (6) ve tvaru

$$f(y) = k ({}^{11}e_0 \cdot {}^{22}e_0 - {}^{12}e_0 \cdot {}^{21}e_0)^{-(N+1)} \exp\left(-\frac{1}{2}(\tilde{y} - \tilde{X} q)^2\right)$$

$$\text{a tedy} \quad P = \lg(f(y)) =$$

$$= \lg(k) - (N + 1) \lg({}^{11}c_0 {}^{22}c_0 - {}^{12}c_0 {}^{21}c_0) - \frac{1}{2} (\hat{y} - \hat{X} q)^2. \quad (8)$$

přičemž $(\hat{y} - \hat{X} q)^2 = (\hat{y}^T - q^T \hat{X}^T) (\hat{y} - \hat{X} q)$ a odtud doplněním na čtverec dostaneme pro q

$$q = (\hat{X}^T \hat{X})^{-1} \cdot \hat{X}^T \cdot \hat{y} \quad (9)$$

Výpočet maximálně věrohodného odhadu spočívá v tom, že maximum funkce $P(q, C)$, tj. logaritmu věrohodnostní funkce (6), kde parametry jsou koeficienty matice C a vektoru q , hledáme jako

$$\max_C P(q, C) = \max_C \max_q P(q, C) = \max_C \hat{P}(C)$$

Výpočet $\max_q P(q, C) = \hat{P}(C)$ se provede podle (9), poněvadž

$P(q, C)$ při pevném C je kvadratickou funkcí q a pro výpočet $\max_C \hat{P}(C)$ se použije gradientní metody.

Výpočet gradientu vzhledem k C .

Označíme-li $s = y - X q$, pak sepíšeme z výrazu (8)

$$\frac{1}{2} (\hat{y} - \hat{X} q)^2 = \frac{1}{2} (C^{-1} s)^2 = \frac{1}{2} (C^{-1} s, C^{-1} s) = h$$

Stanovme $\frac{\partial h}{\partial {}^{ij}c_k}$.

derivujeme-li vztah $C C^{-1} = E$, dostaneme

$$C' C^{-1} + C (C^{-1})' = 0 \rightarrow (C^{-1})' = -C^{-1} C' C^{-1} \quad \text{a tedy}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial h}{\partial^{ij}c_k} &= -\frac{1}{2}((C^{-1})' \cdot z, C^{-1} z) - \frac{1}{2}(C^{-1} z, (C^{-1})' z) = \\ &= -((C^{-1})' z, C^{-1} z) = (C^{-1} C' C^{-1} z, C^{-1} z) \end{aligned}$$

Je-li podle (2)

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & c_{22} \end{bmatrix} \quad \text{a} \quad c_{11} = {}^{11}c_0 E + {}^{11}c_1 \Delta + \dots$$

$$\dots + {}^{11}c_{NC_M} \Delta^{NC_M}$$

apod. c_{12}, c_{21}, c_{22} , pak

$$C' = \frac{\partial C}{\partial^{ij}c_k} = \begin{bmatrix} 0 & \Delta^k \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\text{např.: } \frac{\partial C}{\partial^{11}c_2} = \begin{bmatrix} \Delta^2 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \quad \text{nebo} \quad \frac{\partial C}{\partial^{21}c_1} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ \Delta & 0 \end{bmatrix}$$

a tedy pak pro gradient z rovnice (8) :

$$\begin{aligned} {}^{ij}g_k &= \frac{\partial P}{\partial^{ij}c_k} = -\frac{N+1}{{}^{11}c_0 {}^{22}c_0 - {}^{12}c_0 {}^{21}c_0} \cdot \frac{\partial({}^{11}c_0 {}^{22}c_0 - {}^{12}c_0 {}^{21}c_0)}{\partial^{ij}c_k} + \\ &+ (C^{-1} \frac{\partial C}{\partial^{ij}c_k} C^{-1} z, C^{-1} z) \end{aligned} \quad (10)$$

Samotný gradientní postup $\max_C \hat{P}(C)$ je pak volen jako nalezení lokálního maxima v daném gradientním směru a v tomto bodě lokálního maxima nový přepočít gradientu, přičemž výpočet končí pro

$$|g| = \sqrt{\sum_{i,j,k} {}^{ij}g_k^2} < \varepsilon \quad , \text{ kde } \varepsilon \text{ je volená přesnost výpočtu}$$

3. POPIS ALGORITMU PROGRAMU

Součástí diplomové práce je vypracování programu pro výpočet maximálně věrohodných odhadů koeficientů dvourozměrného ARMAX modelu. Program je zhotoven v programovacím jazyce FORTRAN IV na počítači EC 1033.

Programovací jazyk FORTRAN IV nedovoluje používat indexování od 0, v důsledku toho je provedena v programu úprava indexů oproti teoretické části tak, že indexování začíná od 1. V matematických vztazích je používáno značení odpovídající použitým identifikátorům proměnných použitých v programu. Pokud je použito značení v lomených závorkách /např. (2)/, vyjadřuje to, že daný vztah odpovídá matematické formulaci v kulatých závorkách v teoretické části /např. (2)/.

Algoritmus programu je sestaven na základě teoretické části, tzn. řeší výpočet maximálně věrohodných odhadů koeficientů polynomů $A_{11}, A_{12}, A_{21}, A_{22}, B_{11}, B_{12}, B_{21}, B_{22}, C_{11}, C_{12}, C_{21}, C_{22}$ jako prvků matic A, B, C dvourozměrného ARMAX modelu ve tvaru:

$$y = s A y + s B u + C e \quad [3]$$

Program umožňuje dvojí zadání vstupních dat:

- 1/ Hodnoty veličin u , resp. y jsou odečteny ze skutečné soustavy a tvoří tedy přímo vstupní data.
- 2/ Hodnoty veličin u , resp. y jsou uměle vytvářeny programem na zvoleném ARMAX modelu /tj. jako vstupní údaje jsou vloženy koeficienty polynomů $A_{11}, A_{12}, A_{21}, A_{22}, B_{11}, B_{12}, B_{21}, B_{22}, C_{11}, C_{12}, C_{21}, C_{22}$ /.

Bílý šum e^1 a e^2 je pak vytvářen pomocí posloupnosti náhodných čísel s normálním rozdělením.

Vstupní veličiny 1u a 2u je možno zvolit buď jako posloupnosti náhodně volených skoků nebo jako jednotkové skoky.

Výstupní veličiny 1y a 2y jsou pak vytvářeny z diferenciálních rovnic:

$$\begin{aligned} Y1/K = & A11/1 \cdot Y1/K-1/+ \dots + A11/NA11 \cdot Y1/K-NA11/+ \\ & + A12/1 \cdot Y2/K-1/+ \dots + A12/NA12 \cdot Y2/K-NA12/+ \\ & + B11/1 \cdot U1/K-1/+ \dots + B11/NB11 \cdot U1/K-NB11/+ \\ & + B12/1 \cdot U2/K-1/+ \dots + B12/NB12 \cdot U2/K-NB12/+ \\ & + C11/1 \cdot E1/K/+ \dots + C11/NC11 \cdot E1/K-NC11+1/+ \\ & + C12/1 \cdot E2/K/+ \dots + C12/NC12 \cdot E2/K-NC12+1/ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y2/K = & A21/1 \cdot Y1/K-1/+ \dots + A21/NA21 \cdot Y1/K-NA21/+ \\ & + A22/1 \cdot Y2/K-1/+ \dots + A22/NA22 \cdot Y2/K-NA22/+ \\ & + B21/1 \cdot U1/K-1/+ \dots + B21/NB21 \cdot U1/K-NB21/+ \\ & + B22/1 \cdot U2/K-1/+ \dots + B22/NB22 \cdot U2/K-NB22/+ \\ & + C21/1 \cdot E1/K/+ \dots + C21/NC21 \cdot E1/K-NC21+1/+ \\ & + C22/1 \cdot E2/K/+ \dots + C22/NC22 \cdot E2/K-NC22+1/ \end{aligned}$$

Uvažujeme, že $Y1/K$, $Y2/K$, $U1/K$, $U2/K$, $E1/K$, $E2/K$ jsou nulové pro $K \leq 0$.

Program využívá osmi vytvořených podprogramů: VYPP, MATICE, ALFA, BETA, GAMA, VEKTOR, SUMA a URND, dále pak podprogram MINV pro inverzi matice z knihovny podprogramů počítače EC 1033.

3.1. POPIS HLAVNÍHO PROGRAMU

Na základě teoretické části je sestaven algoritmus, který můžeme rozdělit do následujících bodů:

1/ Zadání vstupních údajů, tj. počet pořadnic sledovaného časového úseku, odhady stupňů polynomiálních matic a dále pořadnice vektorů $\underline{U1}$, $\underline{U2}$, $\underline{Y1}$ a $\underline{Y2}$ /podrobněji kapitola 3.4./

2/ Výpočet gradientu pro počáteční, volené koeficienty prvků matice $\mathbf{C}$ a určení

$$\hat{P}(\mathbf{C}) = \max_q P(\mathbf{C}, q) \quad \text{pro } \mathbf{C} = \text{konst.}$$

3/ Hledání lokálního maxima funkce P /viz (8)/ ve směru vypočteného gradientu diskrétní Newtonovou metodou; druhá derivace je nahrazena poměrnou diferencí druhého řádu.

Tj. určení $\max_{\mathbf{C}} \hat{P}(\mathbf{C})$

4/ Výpočet nového gradientu v místě lokálního maxima bodu 3.

5/ Je-li norma gradientu větší než zvolené kladné číslo ε , pokračuje výpočet tímto bodem 3.

Pozn.: Počáteční koeficienty prvků matice $\mathbf{C}$ jsou algoritmem voleny tak, že $\mathbf{C} = \mathbf{E}$.

3.2. VÝPOČET HODNOTY VĚROHODNOSTNÍ FUNKCE /PODPROGRAM VYPP/

Na základě teoretické části lze algoritmus výpočtu hodnoty věrohodnostní funkce rozdělit do následujících bodů:

1/ Řešení rovnic:

$$\underline{Z1} = \underline{Y1} * \underline{C}^{-1}$$

$$\underline{ZU1} = \underline{U1} * \underline{C}^{-1}$$

$$\underline{Z2} = \underline{Y2} * \underline{C}^{-1}$$

$$\underline{ZU2} = \underline{U2} * \underline{C}^{-1}$$

použitím podprogramu VEKTOR.

Matice $\underline{C}$ je tvořena polynomiálními maticemi $C11, C12, C21$ a $C22$ /viz popis podprogramu VEKTOR/.

2/ Výpočet hodnot matice Π použitím podprogramu MATICE

$$\Pi = (\underline{X}^T * \underline{X})^{-1},$$

kde matice $\underline{X}$ je maticí dat a má tento tvar /vektorový/:

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} \Delta \underline{Z1} \dots \Delta^{NA11} \underline{Z1} & \Delta \underline{Z2} \dots \Delta^{NA12} \underline{Z2} & \Delta \underline{ZU1} \dots \Delta^{NB11} \underline{ZU1} & \Delta \underline{ZU2} \dots \Delta^{NB12} \underline{ZU2} \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ \Delta \underline{Z1} \dots \Delta^{NA21} \underline{Z1} & \Delta \underline{Z2} \dots \Delta^{NA22} \underline{Z2} & \Delta \underline{ZU1} \dots \Delta^{NB21} \underline{ZU1} & \Delta \underline{ZU2} \dots \Delta^{NB22} \underline{ZU2} \end{bmatrix}$$

Inverzi provádíme využitím podprogramu MINV z knihovny podprogramů počítače EC 1033.

3/ Výpočet vektoru $\underline{G}$ použitím podprogramu ALFA:

$$\underline{G} = \underline{X}^T * \underline{Z} \quad , \quad \text{kde } \underline{Z} = \begin{bmatrix} \underline{Z1} \\ \underline{Z2} \end{bmatrix}$$

4/ Výpočet vektoru maximálně věrohodných odhadů koeficientů polynomů $A11, A12, A21 \dots B22$ /značíme $\hat{A}11, \hat{A}12, \hat{A}21 \dots \hat{B}22$ /.

Nechť $\underline{Q} = (\underline{X}^T * \underline{X})^{-1} * \underline{G}$, pak $\underline{Q}^T$ má tvar:

$$\underline{Q}^T = [\hat{A}11/1/ \hat{A}11/2/ \dots \hat{A}11/NA11/ \hat{A}12/1/ \dots \hat{A}12/NA12/ \hat{B}11/1/ \dots$$

... $\hat{B}_{11}/NB_{11}/ \hat{B}_{12}/1/...$ $\hat{B}_{12}/NB_{12}/ \hat{A}_{21}/1/...$ $\hat{A}_{21}/NA_{21}/ \hat{A}_{22}/1/...$
 ... $\hat{A}_{22}/NA_{22}/ \hat{B}_{21}/1/...$ $\hat{B}_{21}/NB_{21}/ \hat{B}_{22}/1/...$ $\hat{B}_{22}/NB_{22}/]$

5/ Výpočet hodnoty logaritmu věrohodnostní funkce P:

$$P = 0.5 * (\underline{G}^T * \underline{T} * \underline{G}^T - \underline{Z}^T * \underline{Z}) - N * \text{ALOG} (\text{ABS} (\underline{CK})),$$

kde $\underline{CK} = C_{11}/1/ * C_{22}/1/ - C_{12}/1/ * C_{21}/1/$ a kde ALOG znamená přirozený logaritmus.

3.3. POPIS DÍLČÍCH PODPROGRAMŮ VYUŽÍVANÝCH HLAVNÍM PROGRAMEM

PODPROGRAM ALFA:

vytváří výpočet skalárního součinu: $\underline{C} = \underline{A} \cdot \underline{A}' \underline{B}$

Definice podprogramu: SUBROUTINE ALFA /A,B,C,N,NJ,L/

Algoritmus podprogramu: $\underline{C} = \sum_{I=1}^{NJ} \underline{A}/I/ * \underline{B}/I+L/$,

kde $\underline{A}/I/$ je prvek vstupního vektoru $\underline{A}$

$\underline{B}/I/$ je prvek vstupního vektoru $\underline{B}$

$\underline{C}$ je výstupní proměnná

$\underline{N}$ je rozměr vstupních vektorů $\underline{A}, \underline{B}$

$\underline{L}$ je posuv vektoru $\underline{B}$ /tj. $\underline{A}' \underline{B}$ /

PODPROGRAM MINV:

počítá inverzní matici ve tvaru: $\Pi = \Pi^{-1}$

Definice podprogramu: MINV /A,N,D,IM,IN/ .

kde A je vstupně-výstupní vektor, na kterém jsou uloženy
po sloupcích prvky matice Π , tj. deklarace vektoru A
v hlavním programu musí být větší nebo rovna $N \times N$

N je rozměr sloupce matice Π v hlavním programu

D je determinant matice Π

IM } jsou pomocné proměnné-vektory typu INTEGER, jejichž
IN } deklarace v hlavním programu není menší než N

PODPROGRAM URND:

generuje náhodná čísla s normálním rozložením $N(0,1)$

Definice podprogramu: REAL FUNCTION /IY/ ,

kde IY je vstupně-výstupní parametr

Pozn.: Má-li být podprogram URND využit v hlavním programu
pro získání posloupnosti náhodných čísel, je nutné,
aby skutečný parametr volání procedury neměnil
v hlavním programu svoji hodnotu.

PODPROGRAM MATICE:

vytváří výpočet součinu dvou matic: $\underline{T} = \underline{P}^T * \underline{P}$

Definice podprogramu: SUBROUTINE MATICE /T,N,NA11,NA12,NB11,
NB12,Z1,Z2,ZU1,ZU2,IR,IS,IT,IV,IO,KZ,
LL/

Algoritmus podprogramu: $\underline{T} = \underline{P}^T * \underline{P}$,

kde matice $\underline{P}$ je obecně označení pro submatice $\underline{P1}$ a $\underline{P2}$ ve

$$\text{tvaru } \underline{X} = \begin{bmatrix} \underline{P1} & \underline{0} \\ \underline{0} & \underline{P2} \end{bmatrix}.$$

Matice $\underline{P}$ má obecně tento tvar:

$$\underline{P} = \begin{bmatrix} \Delta \underline{Z1} \Delta^2 \underline{Z1} \dots \Delta^{NA11} \underline{Z1} & \Delta \underline{Z2} \dots \Delta^{NA12} \underline{Z2} & \Delta \underline{ZU1} \dots \Delta^{NB11} \underline{ZU1} & \Delta \underline{ZU2} \dots \\ \dots \Delta^{NB12} \underline{ZU2} \end{bmatrix}$$

Vypočtené prvky matice $\underline{T}$ jsou ukládány po sloupcích do výsledného vektoru $\underline{T}$ v důsledku následujícího použití podprogramu MINV.

Popis formálních parametrů podprogramu:

$\underline{T}$ je výstupní vektor

$\underline{N}$ je rozměr vstupních vektorů $\underline{Z1}, \underline{Z2}, \underline{ZU1}, \underline{ZU2}$

$\underline{NA11}$ je počet koeficientů polynomu $\underline{A11}$

$\underline{NA12}$ je počet koeficientů polynomu $\underline{A12}$

$\underline{NB11}$ je počet koeficientů polynomu $\underline{B11}$

$\underline{NB12}$ je počet koeficientů polynomu $\underline{B12}$

$\underline{Z1}$ je vstupní vektor

$\underline{Z2}$ je vstupní vektor

ZU1 je vstupní vektor

ZU2 je vstupní vektor

IZ = $NA11 + NA12 + NB11 + NB12$

IR = $NA11 + 1$

IS = $NA11 + NA12$

IT = $IR + NA12$

IV = $IS + NB11$

IO = $IT + NB11$

KZ = $IZ + JZ$, kde $JZ = NA21 + NA22 + NB21 + NB22$

LL je proměnná charakterizující tvar vstupních dat; pro výpočet prvků $P1^T * P1$ je $LL=0$ a pro $P2^T * P2$ je $LL=1Z$

V důsledku zjednodušení programu byly pro výpočet jednotlivých prvků vektoru T použity dva podprogramy BETA a GAMA.

PODPROGRAM VEKTOR:

řeší rovnici:
$$\begin{bmatrix} \underline{E} \\ \underline{F} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underline{S} \\ \underline{T} \end{bmatrix} * C^{-1}$$

Definice podprogramu: SUBROUTINE VEKTOR /A,B,C,D,E,F,S,T,N,
NCA,NCB,NGC,NCD,CK/

Algoritmus podprogramu: Vztah $\begin{bmatrix} \underline{E} \\ \underline{F} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underline{S} \\ \underline{T} \end{bmatrix} * C^{-1}$ lze upravit

na tvar $C * \begin{bmatrix} \underline{E} \\ \underline{F} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underline{S} \\ \underline{T} \end{bmatrix}$, kde matice $C = \begin{bmatrix} C11 & C12 \\ C21 & C22 \end{bmatrix}$

a pro polynomiální matice $C11, C12, C21$ a $C22$ platí:

např. $C11 = C11/1/ * E + C11/2/ * D + C11/3/ * D^2 + \dots$

$$\dots + C_{11}/NC_{11}/ * \Delta^{NC_{11}-1}$$

Pro výpočet prvků vektorů $\underline{E}$ a $\underline{F}$ můžeme tedy použít následující postup:

$$\begin{bmatrix} C_{11}/1/ * E + \dots + C_{11}/NC_{11}/ * \Delta^{NC_{11}-1} \\ C_{21}/1/ * E + \dots + C_{21}/NC_{21}/ * \Delta^{NC_{21}-1} \\ \dots + C_{12}/NC_{12}/ * \Delta^{NC_{12}-1} \\ \dots + C_{22}/NC_{22}/ * \Delta^{NC_{22}-1} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \underline{E} \\ \underline{F} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underline{S} \\ \underline{T} \end{bmatrix}$$

Tuto rovnici můžeme přepsat do tvaru soustavy dvou diferenčních rovnic:

$$\begin{aligned} C_{11}/1/ * E/I/ + C_{11}/2/ * E/I-1/ + \dots + C_{11}/NC_{11}/ * E/I-NC_{11}+1/ + \\ + C_{12}/1/ * F/I/ + \dots + C_{12}/NC_{12}/ * F/I-NC_{12}+1/ &= S/I/ \\ C_{21}/1/ * E/I/ + \dots + C_{21}/NC_{21}/ * E/I-NC_{21}+1/ + C_{22}/1/ * \\ * F/I/ + \dots + C_{22}/NC_{22}/ * F/I-NC_{22}+1/ &= T/I/ \end{aligned}$$

$$\text{Označíme-li } G/I/ = C_{11}/1/ * E/I/ + C_{12}/1/ * F/I/$$

$$H/I/ = C_{21}/1/ * E/I/ + C_{22}/1/ * F/I/$$

a dále $CK = C_{11}/1/ * C_{22}/1/ - C_{12}/1/ * C_{21}/1/$, potom z uvedeného vyplývá:

$$E/I/ = \frac{\begin{vmatrix} G/I/ & C_{12}/1/ \\ H/I/ & C_{22}/1/ \end{vmatrix}}{CK} \quad \text{a} \quad F/I/ = \frac{\begin{vmatrix} C_{11}/1/ & G/I/ \\ C_{21}/1/ & H/I/ \end{vmatrix}}{CK}$$

Výpočet $G/I/$ a $H/I/$ lze na následující tvar:

$$G/I/ = S/I/ - \sum_{j=2}^{NC_{11}} C_{11}/j/ * E/N-j+1/ - \sum_{j=2}^{NC_{12}} C_{12}/j/ * F/N-j+1/$$

$$H/I/ = T/I/ - \sum_{J=2}^{NC21} C21/J/ * E/N-J+1/ - \sum_{J=2}^{NC22} C22/J/ * F/N-J+1/$$

Výpočet uvedených sum řeší podprogram SUMA.

Popis formálních parametrů podprogramu:

A je vstupní vektor C11

B je vstupní vektor C12

C je vstupní vektor C21

D je vstupní vektor C22

E je výstupní vektor

F je výstupní vektor

S je vstupní vektor

T je vstupní vektor

N je rozměr vstupních a výstupních vektorů

NCA je rozměr vstupního vektoru A

NGB je rozměr vstupního vektoru B

NCC je rozměr vstupního vektoru C

NGD je rozměr vstupního vektoru D

CK = C11/1/ * C22/1/ - C12/1/ * C21/1/

3.4. POPIS VSTUPNÍHO SOUBORU

Vstupní datový soubor má dvěji tvar podle toho, zda vytváříme model soustavy nebo počítáme s reálnými daty.

1. Pokud vytváříme model soustavy, má vstupní soubor tvar / $MX+0$ / :

MX

$N, KK, IKU, IKE, ALAN, KP1$

$NA11, A11/1/, A11/2/, \dots, A11/NA11/$

$NA12, A12/1/, A12/2/, \dots, A12/NA12/$

$NA21, A21/1/, A21/2/, \dots, A21/NA21/$

$NA22, A22/1/, A22/2/, \dots, A22/NA22/$

$NB11, B11/1/, B11/2/, \dots, B11/NB11/$

$NB12, B12/1/, B12/2/, \dots, B12/NB12/$

$NB21, B21/1/, B21/2/, \dots, B21/NB21/$

$NB22, B22/1/, B22/2/, \dots, B22/NB22/$

$NC11, C11/1/, C11/2/, \dots, C11/NC11/$

$NC12, C12/1/, C12/2/, \dots, C12/NC12/$

$NC21, C21/1/, C21/2/, \dots, C21/NC21/$

$NC22, C22/1/, C22/2/, \dots, C22/NC22/ ,$

kde jednotlivé proměnné znamenají:

MX je rozlišovací parametr tvaru vstupních dat

N je počet pořadí vektorů $\underline{Y1}, \underline{Y2}, \underline{U1}, \underline{U2}, \underline{E1}, \underline{E2}$

KK je parametr pro generátor náhodných čísel

IKU je parametr pro směnu realizace vektoru $\underline{U1}, \underline{U2}$

IKE je parametr pro směnu realizace vektoru $\underline{E1}, \underline{E2}$

$ALAN$ je koeficient redukce

KP1 je maximální počet přepočtů gradientu věrohodnostní funkce

NA11 je počet koeficientů polynomu A11

A11/1/ až A11/NA11/ jsou hodnoty koeficientů polynomu A11

NA12 je počet koeficientů polynomu A12

A12/1/ až A12/NA12/ jsou hodnoty koeficientů polynomu A12

⋮

NC22 je počet koeficientů polynomu C22

C22/1/ až C22/NC22/ jsou hodnoty koeficientů polynomu C22

2. Pokud počítáme s reálnými daty, má vstupní soubor tento tvar /NX=0/ :

NX

N,ALAM,KP1

NA11,NA12,NA21,NA22

NB11,NB12,NB21,NB22

NC11,NC12,NC21,NC22

U1/1/,U1/2/,...,U1/N/

U2/1/,U2/2/,...,U2/N/

Y1/1/,Y1/2/,...,Y1/N/

Y2/1/,Y2/2/,...,Y2/N/ ,

kde proměnné NX,N,ALAM,KP1,NA11,NA12,NA21,NA22,NB11,NB12,NB21,NB22,NC11,NC12,NC21,NC22 jsou shodné s předcházejícím případem.

Navíc jsou tu proměnné:

U1/1/ až U1/N/ jsou hodnoty vstupního vektoru U1

U2/1/ až U2/N/ jsou hodnoty vstupního vektoru U2

Y1/1/ až Y1/N/ jsou hodnoty vstupního vektoru Y1

$Y2/1/$ až $Y2/N/$ jsou hodnoty vstupního vektoru $Y2$

3.5. POPIS VÝSTUPNÍHO SOUBORU

Standardně se úvedem tiskne vstupní soubor ve tvaru:

1. Identifikujeme-li model soustavy, je zajištěn tisk koeficientů polynomů $A11, A12, A21 \dots C22$ a tisk parametrů $N, KK, IKU, IKE, ALAN$ a $KP1$.
2. Identifikujeme-li skutečnou soustavu, je zajištěn tisk počtu koeficientů polynomů $NA11, NA12, NA21 \dots NC22$ a tisk parametrů $N, ALAN, KP1$.

Dále se tisknou tyto výstupní údaje:

- 1/ Tisk vektoru Q pro daný tvar prvků matice C a odpovídající hodnota věrohodnostní funkce P :

TISK Q :

$Q/1/ \quad Q/2/ \quad \dots \dots \dots \quad Q/KZ/$

TISK $P/0/$:

kde hodnota $Q/1/$ je maximálně věrohodný odhad koeficientu $A11/1/$

$\vdots$

hodnota $Q/NA11/$ je maximálně věrohodný odhad koeficientu $A11/NA11/$

$\vdots$

hodnota $Q/KZ/$ je maximálně věrohodný odhad koeficientu $B22/NB22/$

a $KZ=NA11 + NA12 + NB11 + NB12 + NA21 + NA22 + NB21 + NB22$

- 2/ Tisk hodnoty normy gradientu věrohodnostní funkce ve tvaru:

TISK D1 - GRADIENT:

3/ Tisk hodnot jednotlivých složek normovaného vektoru gradientu G_{11}, G_{12}, G_{21} a G_{22} ve tvaru:

TISK G:

$G_{11}/1/ \dots G_{11}/NC_{11}/ \quad G_{12}/1/ \dots G_{12}/NC_{12}/ \quad G_{21}/1/ \dots$
 $\dots G_{21}/NC_{21}/ \quad G_{22}/1/ \dots G_{22}/NC_{22}/$

4/ Jestliže výpočet proběhne maximálně zadaným počtem cyklů KP_1 , tiskne se výsledný maximálně věrohodný odhad koeficientů polynomů $A_{11}, A_{12}, A_{21} \dots G_{22}$ ve tvaru:

TISK VÝSLEDNĚHO C:

$C_{11}/1/ \dots C_{11}/NC_{11}/ \quad C_{12}/1/ \dots \dots \dots C_{22}/NC_{22}/$

TISK VÝSLEDNĚHO Q:

$Q/1/ \quad Q/2/ \dots Q/KZ/$

Jestliže výpočet neproběhne daným počtem KP_1 , pokračuje se dál přepočtem hodnot prvků matice C a pro tuto matici se tiskne vektor Q a odpovídající hodnota věrohodnostní funkce ve tvaru:

TISK Q:

$Q/1/ \quad Q/2/ \dots Q/KZ/$

TISK P:

5/ Výpočet pokračuje přepočtem hodnot koeficientů polynomů C_{11}, C_{12}, C_{21} a C_{22} a je opět zajištěn tisk odpovídajícího vektoru Q a hodnoty P . Dále se tisknou hodnoty koeficientů polynomů z matice C a to ve stejném tvaru jako v předcháze-

jejích případech.

6/ V případě, že v daném směru gradientu bylo dosaženo lokálního maxima, pokračuje výpočet přepočtem gradientu a tisk výstupního souboru pokračuje dle bodu 2/. Není-li ovšem tato podmínka splněna, výstupní soubor se tiskne dle bodu 5/.

3.6. PŘÍKLAD POUŽITÍ PROGRAMU

Volíme model soustavy v tomto tvaru:

$${}^1y_K = 0,6 {}^1y_{K-1} + 0,2 {}^1y_{K-2} + 0,1 {}^2y_{K-1} + 1,0 {}^1u_{K-1} - 0,1 {}^2u_{K-1} + \\ + 1,0 {}^1e_K + 0,2 {}^1e_{K-1} + 0,5 {}^2e_K$$

$${}^2y_K = 0,2 {}^1y_{K-1} + 0,5 {}^2y_{K-1} - 0,2 {}^2y_{K-2} + 0,2 {}^1u_{K-1} + 1,0 {}^2u_{K-1} + \\ + 0,2 {}^1e_K + 1,0 {}^2e_K - 0,1 {}^2e_{K-1}$$

Dále jsou voleny vstupní hodnoty takto:

$$N = 1000$$

$$KK = 10$$

$$IKU = 10$$

$$IKE = 20$$

$$ALAN = 0,1$$

$$KP1 = 10$$

Vstupní datový soubor má tuto podobu:

formát čtení

01

I2

1000	10	10	20	0.1	10	4I5,1X,F5.3,I5
02	0.6	0.2				I2,5/F10.3/
01	0.1					I2,5/F10.3/
01	0.2					I2,5/F10.3/
02	0.5	-0.2				I2,5/F10.3/
01	1.0					I2,5/F10.3/
01	-0.1					I2,5/F10.3/
01	0.2					I2,5/F10.3/
01	1.0					I2,5/F10.3/
02	1.0	0.2				I2,5/F10.3/
01	0.3					I2,5/F10.3/
01	0.2					I2,5/F10.3/
02	1.0	-0.1				I2,5/F10.3/

Výstupní soubor má tento tvar:

TISK VEKTORU A11,A12,A21,A22:

0.6 0.2

0.1

0.2

0.5 -0.2

TISK VEKTORU B11,B12,B21,B22:

1.0

-0.1

0.2

1.0

TISK VEKTORU C11,C12,C21,C22:

1.0 0.2

0.3

0.2

1.0 -0.1

N = 1000

KK = 10

IKU = 10

IKE = 20

ALAM = 0.1

KP1 = 10

Dále jsou dle algoritmu programu zajištěny tisky C, G, Q, P a D1.

Na konci výpočtu se tiskne výsledné Q a C ve tvaru:

TISK VÝSLEDNĚHO C:

0.1005E 01 0.2253E 00 0.2643E 00 0.2109E 00 0.1014E 01
0.4612E-01

TISK VÝSLEDNĚHO Q:

0.6012E 00 0.1766E 00 0.2049E 00 0.9675E 00 -0.1410E 00
0.1570E 00 0.4621E 00 -0.1590E 00 0.1923E 00 0.1068E 01

3.7. OMEZENÍ PROGRAMU

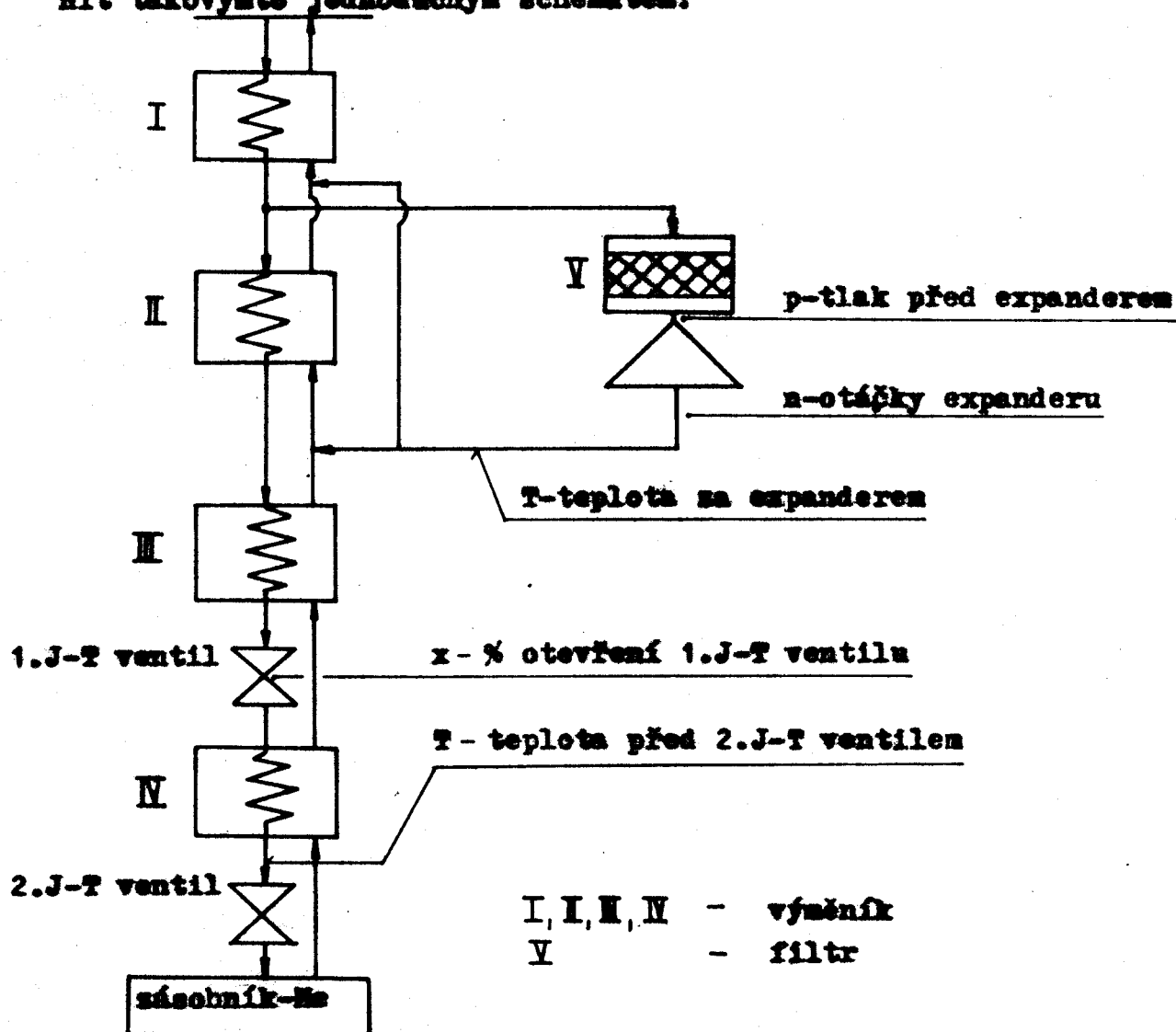
Počet pořadnic N vektorů Y_1, Y_2, U_1, U_2 je omezen kapacitou paměti počítače. Pro daný program počet pořadnic nesmí přesáhnout hodnotu 1000, podobně počet koeficientů jednotlivých polynomů $NA_{11}, NA_{12}, NA_{21}, NA_{22}, NB_{11}, NB_{12}, NB_{21}, NB_{22}, NC_{11}, NC_{12}, NC_{21}$ a NC_{22} nesmí přesáhnout hodnota 10.

Navíc ještě součet těchto počtu koeficientů musí být < 20 .

4. POUŽITÍ PROGRAMU PRO IDENTIFIKACI SOUSTAVY SKAPALŇOVAČE HÉLIA

Ve spolupráci s n.p. Perox Džčín byla na VŠST v Liberci v roce 1984 řešena problematika číslíkové regulace skapalňovače hélia.

Regulovanou část technologické soustavy můžeme znázornit takovými jednoduchým schématem:



Obr. 2

Z n.p. Perox Děčín byly získány hodnoty naměřených pořadnic veličin T , p , n , x s časovou periodou 1s. Prokušební výpočet identifikace technologické soustavy sestaveným programem bylo použito vzorkování s periodou 10s s odečtením hodnot pořadnic na proložené hladké křivce naměřených dat.

Pro identifikaci soustavy popsané na obr. 2 byly jako vstupní veličiny voleny:

- 1u ... x - % otevření 1.J-T ventilu
- 2u ... n - otáčky expanderu

jako výstupní veličiny:

- 1y ... T - teplota za expanderem
- 2y ... p - tlak před expanderem

Z dostupných naměřených hodnot bylo vybráno 500 dat pro identifikaci technologické soustavy.

Protokol výpočtu je uveden jako příloha diplomové práce.

5. ZÁVĚR

Předložená diplomová práce řeší identifikaci dvourozměrné soustavy A R M A X modelem na principu maximální věrohodnosti.

Na základě teoretické části byl sestaven a odladěn program v jazyku FORTRAN IV.

Sestavený program, tak jak je předkládán v příloze diplomové práce, uvažuje nemulový tvar polynomiálních matic A_{11} až C_{22} , tj. odhad jejich stupňů zahrnuje alespoň nulový, absolutní člen.

Program byl v rámci diplomové práce odladěn na zvolenémkušebním modelu soustavy- tedy koeficienty prvků matic A, B a C dvourozměrného ARMAX modelu byly pevně dány. Pro tytokušební výpočty bylo dosaženo dobrých výsledků. Chyba identifikovaných koeficientů od zadaných je ovšem nepřímo úměrná druhé odmocnině počtu naměřených pořadnic pro celkový časový úsek identifikace.

Dále byl program vyskousěn pro identifikaci reálné části soustavy skapalňovače hélia, kdy vstupními veličinami jsou otáčky expanderu a nastavení J-T ventilu a výstupními pak teplota za expanderem a tlak před expanderem. Z dostupných 500-ti naměřených hodnot jsou získané výsledky velmi příznivé, otáskou však zůstává hledání maxima věrohodnostní funkce zvolenou diskretní Newtonovou metodou, která v některých případech nevykazuje dobrou konvergenci. Volba vhodného maximalizačního postupu může být dalším námětem seřektivnější použité identifikační metody.

6. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1/ Kadeřábek, J., Krasík, V.: Úvod do teorie pravděpodobnosti
a příbuzných oblastí
Skripta VŠST
VŠST Liberec, 1970

2/ Šebková, I.: Identifikace ARMAX modelu na principu maxi-
mální věrohodnosti
Diplomová práce
VŠST Liberec, 1985

3/ Hamuš, B.: Teorie automatického řízení I, II
Skripta VŠST
VŠST Liberec, 1982

4/ Proskurjakov, S. A., Olehla, M., Tišer, J.: Základy numerických
metod a programování
Skripta VŠST
VŠST Liberec, 1982

5/ Kadeřábek, J.: Matematika II
Skripta VŠST
VŠST Liberec, 1979

6/ Hamuš, B., Tůma, L.: Návrh číslicových P I D regulátorů
pro řízení otáček expanderu a nasta-
vení 1. J-T ventilu skapalňovače

hólia ZRH 203

Správa VŠST - KTK

VŠST Liberec, 1984

7/ Vogel, J., Klatař, Č.: Základy numerické matematiky

a programování

Skripta ČVUT

ČVUT Praha, 1981

7. SEZNAM PŘÍLOH

1. Výpis programu pro identifikaci dvourozměrného ARMAX modelu
2. Příklad použití programu pro identifikaci zvoleného ARMAX modelu
3. Příklad použití programu pro identifikaci soustavy skapalňovače hélia

PŘÍLOHA Č.1

C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C

IDENTIFIKACE DVOUPOZMERNEHO A R M A X MODELU

HLAVNI PROGRAM

```

DIMENSION IN(20),IN(20)
DIMENSION Y1(1000),Y2(1000),U1(1000),U2(1000),E1(10),E2(10)
DIMENSION Z1(1000),Z2(1000),ZU1(1000),ZU2(1000)
DIMENSION A11(10),A12(10),A21(10),A22(10),B11(10),B12(10),B21(10),
/B22(10),C11(10),C12(10),C21(10),C22(10)
DIMENSION G11(10),G12(10),G21(10),G22(10)
READ(5,120) NX
IF(NX.EQ.0) GOTO 500
READ(5,100) N,KK,IKU,IKE,ALAM,KP1
READ(5,120) NA11,(A11(I),I=1,NA11)
READ(5,120) NA12,(A12(I),I=1,NA12)
READ(5,120) NA21,(A21(I),I=1,NA21)
READ(5,120) NA22,(A22(I),I=1,NA22)
READ(5,120) NB11,(B11(I),I=1,NB11)
READ(5,120) NB12,(B12(I),I=1,NB12)
READ(5,120) NB21,(B21(I),I=1,NB21)
READ(5,120) NB22,(B22(I),I=1,NB22)
READ(5,120) NC11,(C11(I),I=1,NC11)
READ(5,120) NC12,(C12(I),I=1,NC12)
READ(5,120) NC21,(C21(I),I=1,NC21)
READ(5,120) NC22,(C22(I),I=1,NC22)
120  FORMAT(12,5F10.3)
100  FORMAT(4I5,1X,F5.3,I5)
WRITE(6,150) (A11(I),I=1,NA11)
150  FORMAT('1'//////16X,'TISK PARAMETRU MODELU'//16X,21(1H-)////3X,
/'TISK VEKTORU A11,A12,A21,A22:'//5(3X,F10.3))
WRITE(6,170) (A12(I),I=1,NA12)
170  FORMAT(5(3X,F10.3))
WRITE(6,170) (A21(I),I=1,NA21)
WRITE(6,170) (A22(I),I=1,NA22)
WRITE(6,180) (B11(I),I=1,NB11)
180  FORMAT(//3X,'TISK VEKTORU B11,B12,B21,B22:'//5(3X,F10.3))
WRITE(6,170) (B12(I),I=1,NB12)
WRITE(6,170) (B21(I),I=1,NB21)
WRITE(6,170) (B22(I),I=1,NB22)
WRITE(6,190) (C11(I),I=1,NC11)
190  FORMAT(//3X,'TISK VEKTORU C11,C12,C21,C22:'//5(3X,F10.3))
WRITE(6,170) (C12(I),I=1,NC12)
WRITE(6,170) (C21(I),I=1,NC21)
WRITE(6,170) (C22(I),I=1,NC22)
WRITE(6,160) N,KK,IKU,IKE,ALAM,KP1
160  FORMAT(//3X,'N   =',I5//3X,'KK   =',I5//3X,'IKU =',I5//
/3X,'IKE =',I5//3X,'ALAM=',F5.3//3X,'KP1 =',I5)
DO 1 I=1,10
E1(I)=0.
1  E2(I)=0.
AL=12.
KL=KK+IKU
KE=KK+IKE
DO 2 I=1,N
UK1=URND(KU)-0.5
UK2=URND(KU)-0.5
U1(I)=UK1/ABS(UK1)
U2(I)=UK2/ABS(UK2)
Y1(I)=0.
Y2(I)=0.

```

```

3      DC 3 J=1,NA11
      IF (I-J.GT.0) Y1(I)=Y1(I)+A11(J)*Y1(I-J)
      DC 4 J=1,NA21
4      IF (I-J.GT.0) Y2(I)=Y2(I)+A21(J)*Y1(I-J)
      DC 5 J=1,NA12
5      IF (I-J.GT.0) Y1(I)=Y1(I)+A12(J)*Y2(I-J)
      DC 6 J=1,NA22
6      IF (I-J.GT.0) Y2(I)=Y2(I)+A22(J)*Y2(I-J)
      DC 7 J=1,NB11
7      IF (I-J.GT.0) Y1(I)=Y1(I)+B11(J)*U1(I-J)
      DC 8 J=1,NB12
8      IF (I-J.GT.0) Y1(I)=Y1(I)+B12(J)*U2(I-J)
      DC 9 J=1,NB21
9      IF (I-J.GT.0) Y2(I)=Y2(I)+B21(J)*U1(I-J)
      DC 10 J=1,NB22
10     IF (I-J.GT.0) Y2(I)=Y2(I)+B22(J)*U2(I-J)
      E1(I)=SQRT(AL)*(URND(KF)-0.5)
      E2(I)=SQRT(AL)*(LRND(KF)-0.5)
      DC 11 J=1,NC11
11     Y1(I)=Y1(I)+C11(J)*E1(J)
      DC 12 J=1,NC12
12     Y1(I)=Y1(I)+C12(J)*E2(J)
      DC 13 J=1,NC21
13     Y2(I)=Y2(I)+C21(J)*E1(J)
      DC 14 J=1,NC22
14     Y2(I)=Y2(I)+C22(J)*E2(J)
      DC 2 J=2,10
      K=11-J
      E1(K+1)=E1(K)
      E2(K+1)=E2(K)
2      GOTO 600
500    READ(5,104) N,ALAM,KP1
104    FORMAT(15,1X,F5.3,I5)
      READ(5,100) NA11,NA12,NA21,NA22
      READ(5,100) NB11,NB12,NB21,NB22
      READ(5,100) NC11,NC12,NC21,NC22
      DC 47 I=1,N
47     READ(5,103) Y1(I),Y2(I),U2(I),U1(I)
103    FORMAT(2X,F6.3,2X,F6.4,2X,F6.2,2X,F6.3)
      WRITE(6,210) NA11,NA12,NA21,NA22,NB11,NB12,NB21,NB22,NC11,NC12,
/NC21,NC22,N,ALAM,KP1
210    FORMAT('1'//////16X,'TISK PARAMETRU SOUSTAVY'//16X,23(1H-)//16X,
/'TISK NA11,NA12,NA21,NA22:'//4(3X,I5)//3X,
/'TISK NB11,NB12,NB21,
/NB22:'//4(3X,I5)//3X,'TISK NC11,NC12,NC21,NC22:'//4(3X,I5)//3X,
/'N'='',15//3X,'ALAM='',F5.3//3X,'KP1'='',I5)
600    WRITE(6,110)
110    FORMAT('1'//////16X,'IDENTIFIKACE-MAXIMALNE VEROHODNY ODHAD'//16X,
/38(1H-)//16X)
      DC 15 I=1,10
      C11(I)=0.
      C12(I)=0.
      C21(I)=0.
15     C22(I)=0.
      C11(1)=1.
      C22(1)=1.
      CK=C11(1)*C22(1)-C12(1)*C21(1)
      KF=0.
      AF2=ALAM
      CALL VYPF(NA11,NA12,NA21,NA22,NB11,NB12,NB21,NB22,NC11,NC12,NC21,
/NC22,A11,A12,A21,A22,B11,B12,B21,B22,C11,C12,C21,C22,Y1,Y2,U1,U2,
/Z1,Z2,ZU1,ZU2,CK,L,PP3)
      WRITE(6,50) PP3
50     FORMAT(/3X,'TISK P(0):',2X,E11.4)
60     PF1=PP3
      KF=KP+1

```

```

AF1=ABS(AP2)
DC 19 I=1,N
Z1(I)=Y1(I)
Z2(I)=Y2(I)
DC 20 J=1,NA11
20 IF(I-J.GT.0) Z1(I)=Z1(I)-A11(J)*Y1(I-J)
DC 21 J=1,NA21
21 IF(I-J.GT.0) Z2(I)=Z2(I)-A21(J)*Y1(I-J)
DC 22 J=1,NA12
22 IF(I-J.GT.0) Z1(I)=Z1(I)-A12(J)*Y2(I-J)
DC 23 J=1,NA22
23 IF(I-J.GT.0) Z2(I)=Z2(I)-A22(J)*Y2(I-J)
DC 24 J=1,NB11
24 IF(I-J.GT.0) Z1(I)=Z1(I)-B11(J)*U1(I-J)
DC 25 J=1,NB12
25 IF(I-J.GT.0) Z1(I)=Z1(I)-B12(J)*U2(I-J)
DC 26 J=1,NB21
26 IF(I-J.GT.0) Z2(I)=Z2(I)-B21(J)*U1(I-J)
DC 27 J=1,NB22
19 IF(I-J.GT.0) Z2(I)=Z2(I)-B22(J)*U2(I-J)
CALL VEKTOB(C11,C12,C21,C22,ZU1,ZU2,Z1,Z2,N,NC11,NC12,NC21,NC22,
/OK)
CALL VEKTOB(C11,C12,C21,C22,Z1,Z2,ZU1,ZU2,N,NC11,NC12,NC21,NC22,
/OK)
DC 27 I=1,NC11
27 CALL ALFA(Z1,ZU1,G11(I),N,N-I+1,I-1)
DC 28 I=1,NC12
28 CALL ALFA(Z2,ZU1,G12(I),N,N-I+1,I-1)
DC 29 I=1,NC21
29 CALL ALFA(Z1,ZU2,G21(I),N,N-I+1,I-1)
DC 30 I=1,NC22
30 CALL ALFA(Z2,ZU2,G22(I),N,N-I+1,I-1)
G11(1)=G11(1)-N*C22(1)/OK
G12(1)=G12(1)+N*C21(1)/OK
G21(1)=G21(1)+N*C12(1)/OK
G22(1)=G22(1)-N*C11(1)/OK
D=0.
DC 31 I=1,NC11
31 D=D+G11(I)**2
DC 32 I=1,NC12
32 D=D+G12(I)**2
DC 33 I=1,NC21
33 D=D+G21(I)**2
DC 34 I=1,NC22
34 D=D+G22(I)**2
D1=SQRT(D)
WRITE(6,52) D1
52 FORMAT(/5X,'TISK D1=GRADIENT:',E11.4)
DC 35 I=1,NC11
35 G11(I)=G11(I)/D1
DC 36 I=1,NC12
36 G12(I)=G12(I)/D1
DC 37 I=1,NC21
37 G21(I)=G21(I)/D1
DC 38 I=1,NC22
38 G22(I)=G22(I)/D1
WRITE(6,131) (G11(I),I=1,NC11),(G12(I),I=1,NC12),(G21(I),I=1,NC21),
/, (G22(I),I=1,NC22)
131 FORMAT(/3X,'TISK G:',/5(3X,E11.4))
IF(KP.GT.KP1) GOTO 200
DC 39 I=1,NC11
39 C11(I)=C11(I)+G11(I)*AP1
DC 40 I=1,NC12
40 C12(I)=C12(I)+G12(I)*AP1
DC 41 I=1,NC21

```

```

41  C21(I)=C21(I)+G21(I)*AP1
    DC 42 I=1,NC22
42  C22(I)=C22(I)+G22(I)*AP1
    CK=C11(I)*C22(I)-C12(I)*U21(I)
    CALL VYPP(NA11,NA12,NA21,NA22,NB11,NB12,NB21,NB22,NC11,NC12,NC21,
/NC22,A11,A12,A21,A22,B11,B12,B21,B22,C11,C12,C21,C22,Y1,Y2,U1,U2,
/Z1,Z2,ZU1,ZU2,CK,N,PP2)
    WRITE(6,132) PP2
132  FORMAT(/3X,'TISK P:',2X,E11.4)
    AF2=AP1
    IF(PP2.EQ.PP1) AP2=-AP1/2
70  DC 43 I=1,NC11
43  C11(I)=C11(I)+G11(I)*AP2
    DC 44 I=1,NC12
44  C12(I)=C12(I)+G12(I)*AP2
    DC 45 I=1,NC21
45  C21(I)=C21(I)+G21(I)*AP2
    DC 46 I=1,NC22
46  C22(I)=C22(I)+G22(I)*AP2
    CK=C11(I)*C22(I)-C12(I)*U21(I)
    CALL VYPP(NA11,NA12,NA21,NA22,NB11,NB12,NB21,NB22,NC11,NC12,NC21,
/NC22,A11,A12,A21,A22,B11,B12,B21,B22,C11,C12,C21,C22,Y1,Y2,U1,U2,
/Z1,Z2,ZU1,ZU2,CK,N,PP3)
    WRITE(6,132) PP3
    WRITE(6,133) (C11(I),I=1,NC11),(C12(I),I=1,NC12),(C21(I),I=1,NC21)
/, (C22(I),I=1,NC22)
133  FORMAT(/3X,'TISK Q:',/5(3X,E11.4))
    BLAM=ALAM
    D1=((PP3-PP2)/AP2-(PP2-PP1)/AP1)/(AP1+AP2)
    IF(D1.LT.0) BLAM=(-AP2-(PP3-PP2)/(AP2*D1))/2
    IF(ABS(BLAM).LT.ALAM/2**KP) GOTO 63
    AF1=AP2
    AF2=BLAM
    PF1=PP2
    PF2=PP3
    GOTO 70
200  WRITE(6,201) (C11(I),I=1,NC11),(C12(I),I=1,NC12),(C21(I),I=1,NC21)
/, (C22(I),I=1,NC22)
201  FORMAT(/3X,'TISK VYSLEDNEHO Q:',/5(3X,E11.4))
    WRITE(6,202) (A11(I),I=1,NA11),(A12(I),I=1,NA12),(B11(I),I=1,NB11)
/, (B12(I),I=1,NB12),(A21(I),I=1,NA21),(A22(I),I=1,NA22)
/, (B21(I),I=1,NB21),(B22(I),I=1,NB22)
202  FORMAT(/3X,'TISK VYSLEDNEHO Q:',/5(3X,E11.4))
    STOP
    END

C
C
C PODPROGRAMY PRUHLAVNI PROGRAM
C -----
C
C
C PODPROGRAM P(C)
C
    SUBROUTINE VYPP(NA11,NA12,NA21,NA22,NB11,NB12,NB21,NB22,NC11,NC12,
/NC22,A11,A12,A21,A22,B11,B12,B21,B22,C11,C12,C21,C22,Y1,Y2,
/U1,U2,Z1,Z2,ZU1,ZU2,CK,N,P)
    DIMENSION A11(NA11),A12(NA12),A21(NA21),A22(NA22),B11(NB11),
/B12(NB12),B21(NB21),B22(NB22),C11(NC11),C12(NC12),C21(NC21),
/C22(NC22)
    DIMENSION Y1(N),Y2(N),U1(N),U2(N),Z1(N),Z2(N),ZU1(N),ZU2(N)
    DIMENSION G(20),U(20),T(400)
    DIMENSION IM(20),IN(20)
    IZ=NA11+NA12+NB11+NB12
    JZ=NA21+NA22+NB21+NB22
    IF=NA11+1

```

```

JF=NA21+1
JS=NA11+NA12
JS=NA21+IA22
IT=IR+NA12
JT=JR+NA22
IV=IS+NB11
JV=JS+NB21
IC=IT+NB11
JC=JT+NB21
IF=IZ+1
KZ=IZ+JZ
LZ=KZ**2
CALL VEKTOR(C11,C12,C21,C22,Z1,Z2,Y1,Y2,N,NC11,NC12,NC21,NC22,
/CK)
CALL VEKTOR(C11,C12,C21,C22,ZU1,ZU2,U1,U2,N,NC11,NC12,NC21,NC22,
/CK)
CALL ALFA(Z1,Z1,PY1,N,N,0)
CALL ALFA(Z2,Z2,PY2,N,N,0)
PF=PY1+PY2
CALL MATICE(T,N,NA11,NA12,NB11,NB12,Z1,Z2,ZU1,ZU2,IZ,IR,IS,IT,
/IV,IO,KZ,0)
CALL MATICE(T,N,NA21,NA22,NB21,NB22,Z1,Z2,ZU1,ZU2,JZ,JR,JS,JT,
/JV,JO,KZ,I7)
DC 1 J=1,I7
DC 1 M=1,JZ
I=(J-1)*K7+M+IZ
T(I)=0.
I=(M+I7-1)*K7+J
1 T(I)=0.
CALL MINH(T,KZ,0,IM,IN)
DC 20 H=1,NA11
20 CALL ALFA(Z1,Z1,G(H),N,N-M,H)
DC 21 M=IR,IS
21 CALL ALFA(Z2,Z1,G(H),N,N-M+NA11,M-NA11)
DC 22 M=IT,IV
22 CALL ALFA(ZU1,Z1,G(H),N,N-M+IS,M-IS)
DC 23 M=IO,I7
23 CALL ALFA(ZU2,Z1,G(H),N,N-M+IV,M-IV)
DC 24 M=1,NA21
24 CALL ALFA(Z1,Z2,G(M+IZ),N,N-M,H)
DC 25 M=JR,JS
25 CALL ALFA(Z2,Z2,G(M+IZ),N,N-M+NA21,M-NA21)
DC 26 M=JT,JV
26 CALL ALFA(ZU1,Z2,G(M+I7),N,N-M+JS,M-JS)
DC 27 M=JO,JZ
27 CALL ALFA(ZU2,Z2,G(M+I7),N,N-M+JV,M-JV)
P=0.
WRITE(6,100)
100 FORMAT(/3X,'TISK Q:')
DC 28 M=1,KZ
Q(M)=0.
DC 28 K=1,KZ
KI=(M-1)*K7+K
Q(M)=Q(M)+T(KI)*G(K)
28 P=P+G(K)*T(KI)*G(M)
WRITE(6,200) (Q(M),M=1,KZ)
200 FORMAT(5(3X,E11.4))
P=0.5*(P-PP)-N*ALOG(ABS(CK))
DC 30 M=1,NA11
30 A11(M)=Q(M)
DC 31 M=1,NA12
31 A12(M)=Q(M+NA11)
DC 32 M=1,NB11
32 B11(M)=Q(M+IS)
DC 33 M=1,NB12

```

```

33      B12(M)=Q(M+IV)
        DC 34 M=1,NA21
34      A21(M)=Q(M+IZ)
        DC 35 M=1,NA22
35      A22(M)=Q(M+IZ+NA21)
        DC 36 M=1,NB21
36      B21(M)=Q(M+IZ+JS)
        DC 37 M=1,NB22
37      B22(M)=Q(M+IZ+JV)
        RETURN
        END

```

```

C
C
C POOPROGRAM MATICE
C

```

```

      SUBROUTINE MATICE(T,N,NA11,NA12,NB11,NB12,Z1,Z2,ZU1,ZU2,IZ,IR,
/IS,IT,IV,IO,KZ,LL)
      DIMENSION T(400)
      DIMENSION Z1(N),Z2(N),ZU1(N),ZU2(N)
      DC 1 M=1,NA11
      DC 1 J=N,NA11
      I=(J+LL-1)*KZ+M+LL
1      CALL ALFA(Z1,Z1,T(I),N,N-J,J-M)
      DC 2 M=IR,IS
      DC 2 J=M,IS
      I=(J+LL-1)*KZ+M+LL
2      CALL ALFA(Z2,Z2,T(I),N,N-J+NA11,J-M)
      DC 3 M=IT,IV
      DC 3 J=M,IV
      I=(J+LL-1)*KZ+M+LL
3      CALL ALFA(ZU1,ZU1,T(I),N,N-J+IS,J-M)
      DC 4 M=IO,IZ
      DC 4 J=M,IZ
      I=(J+LL-1)*KZ+M+LL
4      CALL ALFA(ZU2,ZU2,T(I),N,N-J+IV,J-M)
      IF(NA11.EQ.1) GOTO 100
      CALL GAMA(NA12,NA11,IO,NA11)
      DC 5 J=IR,ID
      JM=J-NA11+1
      DC 5 M=JM,NA11
      I=(J+LL-1)*KZ+M+LL
5      CALL ALFA(Z1,Z2,T(I),N,N-M,NA11-J+M)
      CALL GAMA(NB11,NA11,ID,IS)
      DC 6 J=IT,ID
      JM=J-IS+1
      DC 6 M=JM,NA11
      I=(J+LL-1)*KZ+M+LL
6      CALL ALFA(Z1,ZU1,T(I),N,N-M,IS-J+M)
      CALL GAMA(NB12,NA11,ID,IV)
      DC 7 J=IO,ID
      JM=J-IV+1
      DC 7 M=JM,NA11
      I=(J+LL-1)*KZ+M+LL
7      CALL ALFA(Z1,ZU2,T(I),N,N-M,IV-J+M)
100      IF(NA12.EQ.1) GOTO 200
      CALL GAMA(NB11,NA12,ID,IS)
      DC 8 J=IT,ID
      JM=J-NA12+1
      DC 8 M=JM,IS
      I=(J+LL-1)*KZ+M+LL
8      CALL ALFA(Z2,ZU1,T(I),N,N-M+NA11,NA12-J+M)
      CALL GAMA(NB12,NA12,ID,IV)
      DC 9 J=IO,ID
      JM=J-NA12-NB11+1
      DC 9 M=JM,IS

```

```

      I=(J+LL-1)*KZ+M+LL
9      CALL ALFA(Z2,ZU2,T(I),N,N-H+NA11,NA12+NB11-J+M)
200   IF(NB11.EQ.1) GOTO 300
      CALL GAMA(NS12,NB11,ID,IV)
      DC 10 J=ID,ID
      JM=J-NB11+1
      DC 10 H=JM,IV
      I=(J+LL-1)*KZ+M+LL
10     CALL ALFA(ZU1,ZU2,T(I),N,N-M+IS,NB11-J+M)
300   CALL BETA(NA11,NA12,ID,0)
      DC 11 H=1,ID
      JM=M+NA11
      DC 11 J=JM,IS
      I=(J+LL-1)*KZ+M+LL
11     CALL ALFA(Z2,Z1,T(I),N,N-J+NA11,J-M-NA11)
      CALL BETA(NA11,NB11,ID,0)
      DC 12 H=1,ID
      JM=M+IS
      DC 12 J=JM,IV
      I=(J+LL-1)*KZ+M+LL
12     CALL ALFA(ZU1,Z1,T(I),N,N-J+IS,J-M-IS)
      CALL BETA(NA11,NB12,ID,0)
      DC 13 H=1,ID
      JM=M+IV
      DC 13 J=JM,I7
      I=(J+LL-1)*KZ+M+LL
13     CALL ALFA(ZU2,Z1,T(I),N,N-J+IV,J-M-IV)
      CALL BETA(NA12,NB11,ID,NA11)
      DC 14 H=1R,ID
      JM=M+NA12
      DC 14 J=JM,IV
      I=(J+LL-1)*KZ+M+LL
14     CALL ALFA(ZU1,Z2,T(I),N,N-J+IS,J-M-NA12)
      CALL BETA(NA12,NB12,ID,NA11)
      DC 15 H=1R,ID
      JM=M+NA12+NB11
      DC 15 J=JM,I7
      I=(J+LL-1)*KZ+M+LL
15     CALL ALFA(ZU2,Z2,T(I),N,N-J+IV,J-M-NA12-NB11)
      CALL BETA(NB11,NB12,ID,IS)
      DC 16 H=1T,ID
      JM=M+NB11
      DC 16 J=JM,I2
      I=(J+LL-1)*KZ+M+LL
16     CALL ALFA(ZU2,ZU1,T(I),N,N-J+IV,J-M-NB11)
      DC 17 H=1,I2
      DC 17 J=J,I2
      I=(J+LL-1)*KZ+M+LL
      I1=(H+IL-1)*KZ+J+LI
17     T(I1)=T(I)
      RETURN
      END

```

C

C

C PODPROGRAM ALFA

C

```

      SUBROUTINE ALFA(A,B,C,N,NJ,L)
      DIMENSION A(N),B(N)
      C=0.
      DC 1 I=1,NJ
1      C=C+A(I)*B(I+L)
      RETURN
      END

```

C

C

C PODPROGRAM BETA

C

```
      SUBROUTINE BETA(IA,IB,IO,IE)
      IC=IB+IE
      IF(IA.LE.IB) IO=IA+IE
      RETURN
      END
```

C

C

C PODPROGRAM GAMA

C

```
      SUBROUTINE GAMA(IA,IB,IO,IE)
      IC=IB+IE-1
      IF(IA.LT.IB) IO=IA+IE
      RETURN
      END
```

C

C

C PODPROGRAM VEKTOR

C

```
      SUBROUTINE VEKTOR(A,B,C,D,E,F,S,T,N,NCA,NCB,NCC,NCD,CK)
      DIMENSION A(NCA),D(NCB),C(NCC),D(NCD),E(N),F(N),S(N),T(N)
      E(1)=(S(1)*D(1)-T(1)*B(1))/CK
      F(1)=(T(1)*A(1)-S(1)*C(1))/CK
      DO 1 I=2,N
      CALL SUMA(A,NCA,I,N,E,D)
      CALL SUMA(D,NCB,I,N,F,C)
      CALL SUMA(C,NCC,I,N,E,D)
      CALL SUMA(D,NCD,I,N,F,C)
      G=S(I)-O-P
      H=T(I)-Q-R
      E(1)=(G*D(1)-H*B(1))/CK
      F(1)=(H*A(1)-G*C(1))/CK
      RETURN
      END
```

1

C

C

C PODPROGRAM SUMA

C

```
      SUBROUTINE SUMA(A,NC,I,N,V,D)
      DIMENSION V(N),A(NC)
      D=0.
      IF(NC.EQ.I) GOTO 2
      L=NC
      IF(I.LT.NC) L=I
      DO 1 J=2,L
      D=D+V(I-J+1)*A(J)
      RETURN
      END
```

1

2

C

C

C PODPROGRAM PRO GENERATOR NAHODNYCH CISEL

C

```
      REAL FUNCTION URND(IY)
      DOUBLE PRECISION S
      DATA M2,IA/1073741824,843314861/
      DATA IC,MIC,S/453316693,1693666955,1.4656612873D-09/
      IY=IY*IA
      IF(IY.GT.MIC) IY=(IY-MIC)-MIC
      IY=IY+IC
      IF(IY/2.GT.M2) IY=(IY-M2)-M2
      IF(IY.LT.0) IY=(IY+M2)+M2
      URND=IY*S
      RETURN
      END
```

PŘÍLOHA Č.2

TISK PARAMETRU MODELU

TISK VEKTORU A11,A12,A21,A22:

0.600	0.200
0.100	
0.200	
0.500	-0.200

TISK VEKTORU B11,B12,B21,B22:

1.000
-0.100
0.200
1.000

TISK VEKTORU C11,C12,C21,C22:

1.000	0.200
0.300	
0.200	
1.000	-0.100

N = 1000

KK = 10

IKU = 10

IKE = 20

ALAM=0.100

KP1 = 10

* * * * * SKIP TO CHANNEL 01 * * * * *

IDENTIFIKACE-MAXIMALNE VEROHODNY ODHAD

TISK G:
 0.6921E 00 0.1133E 00 0.1295E 00 0.1048E 01 -0.1344E 00
 0.1968E 00 0.4853E 00 -0.1633E 00 0.2074E 00 0.9878E 00

TISK F(0): -0.1075E 04

TISK D1=GRADIENT: 0.6991E 03

TISK G:
 0.1265E 00 0.1772E 00 0.6873E 00 0.6873E 00 0.8743E-01
 -0.1837E-01

TISK G:
 0.6823E 00 0.1213E 00 0.1499E 00 0.1027E 01 -0.1317E 00
 0.1731E 00 0.4891E 00 -0.1675E 00 0.2046E 00 0.1012E 01

TISK F: -0.1017E 04

TISK G:
 0.6772E 00 0.1266E 00 0.1701E 00 0.1007E 01 -0.1319E 00
 0.1499E 00 0.4881E 00 -0.1692E 00 0.2042E 00 0.1036E 01

TISK F: -0.9816E 03

TISK G:
 0.1025E 01 0.3543E-01 0.1375E 00 0.1375E 00 0.1017E 01
 -0.3674E-02

TISK G:
 0.6768E 00 0.1298E 00 0.1939E 00 0.9828E 00 -0.1356E 00
 0.1231E 00 0.4808E 00 -0.1676E 00 0.2065E 00 0.1063E 01

TISK F: -0.9635E 03

TISK G:
 0.1040E 01 0.5561E-01 0.2157E 00 0.2157E 00 0.1027E 01
 -0.5766E-02

TISK D1=GRADIENT: 0.1273E 03

TISK G:
 -0.3966E 00 0.6419E 00 0.2911E 00 0.2271E 00 -0.7602E-01
 0.5372E 00

TISK G:
 0.6529E 00 0.1483E 00 0.2115E 00 0.9724E 00 -0.1414E 00
 0.1152E 00 0.4454E 00 -0.1538E 00 0.1968E 00 0.1071E 01

TISK F: -0.9544E 03

TISK G:
 0.6276E 00 0.1672E 00 0.2324E 00 0.9534E 00 -0.1473E 00
 0.1091E 00 0.4051E 00 -0.1365E 00 0.1885E 00 0.1077E 01

TISK F: -0.9627E 03

TISK C:

0.9453E 00	0.2019E 00	0.2821E 00	0.2675E 00	0.1010E 01
0.1166E 00				

TISK G:

0.6523E 00	0.1487E 00	0.2120E 00	0.9721E 00	-0.1416E 00
0.1150E 00	0.4445E 00	-0.1535E 00	0.1966E 00	0.1072E 01

TISK F: -0.9544E 03

TISK C:

0.9955E 00	0.1304E 00	0.2497E 00	0.2422E 00	0.1019E 01
0.5083E-01				

TISK D1=GRADIENT: 0.1662E 03

TISK C:

0.5040E 00	0.2940E 00	-0.4385E 00	-0.4725E 00	0.3904E 00
0.3012E 00				

TISK G:

0.6337E 00	0.1594E 00	0.1863E 00	0.9920E 00	-0.1336E 00
0.1436E 00	0.4430E 00	-0.1510E 00	0.1953E 00	0.1046E 01

TISK F: -0.9631E 03

TISK C:

0.6423E 00	0.1542E 00	0.1986E 00	0.9825E 00	-0.1370E 00
0.1301E 00	0.4444E 00	-0.1531E 00	0.1955E 00	0.1059E 01

TISK F: -0.9549E 03

TISK C:

0.1022E 01	0.1460E 00	0.2253E 00	0.2159E 00	0.1040E 01
0.7360E-01				

TISK G:

0.6470E 00	0.1511E 00	0.2061E 00	0.9767E 00	-0.1395E 00
0.1218E 00	0.4440E 00	-0.1534E 00	0.1960E 00	0.1066E 01

TISK F: -0.9535E 03

TISK C:

0.1026E 01	0.1375E 00	0.2391E 00	0.2309E 00	0.1028E 01
0.6426E-01				

TISK D1=GRADIENT: 0.7130E 02

TISK C:

0.3940E 00	0.6117E 00	-0.2974E 00	-0.3724E 00	0.2143E 00
0.4444E 00				

TISK G:

0.6386E 00	0.1568E 00	0.1998E 00	0.9804E 00	-0.1369E 00
0.1328E 00	0.4416E 00	-0.1519E 00	0.1956E 00	0.1060E 01

TISK F: -0.9535E 03

TISK G:

0.6298E 00	0.1623E 00	0.1936E 00	0.9838E 00	-0.1346E 00
------------	------------	------------	------------	-------------

0.1393E 00 0.4383E 00 -0.1503E 00 0.1954E 00 0.1053E 01

TISK F: -0.9551E 03

TISK C:
0.1031E 01 0.1762E 00 0.2203E 00 0.2073E 00 0.1042E 01
0.9220E-01

TISK G:
0.6429E 00 0.1541E 00 0.2028E 00 0.9787E 00 -0.1381E 00
0.1266E 00 0.4431E 00 -0.1527E 00 0.1958E 00 0.1063E 01

TISK F: -0.9533E 03

TISK C:
0.1012E 01 0.1476E 00 0.2342E 00 0.2247E 00 0.1031E 01
0.7141E-01

TISK D1=GRADIENT: 0.4300E 02

TISK G:
0.1464E-01 0.8797E 00 0.7779E-01 -0.6975E-01 -0.1276E 00
0.4458E 00

TISK G:
0.6255E 00 0.1652E 00 0.2002E 00 0.9760E 00 -0.1363E 00
0.1361E 00 0.4346E 00 -0.1480E 00 0.1949E 00 0.1060E 01

TISK F: -0.9511E 03

TISK G:
0.6083E 00 0.1762E 00 0.1292E 00 0.9715E 00 -0.1347E 00
0.1453E 00 0.4260E 00 -0.1443E 00 0.1944E 00 0.1057E 01

TISK F: -0.9503E 03

TISK C:
0.1013E 01 0.2299E 00 0.2415E 00 0.2182E 00 0.1020E 01
0.1131E 00

TISK D1=GRADIENT: 0.4106E 02

TISK G:
-0.3181E 00 -0.2209E 00 0.3339E 00 -0.7364E-01 0.2730E 00
-0.8115E 00

TISK G:
0.6073E 00 0.1749E 00 0.2079E 00 0.9697E 00 -0.1419E 00
0.1457E 00 0.4458E 00 -0.1529E 00 0.1887E 00 0.1064E 01

TISK F: -0.9485E 03

TISK G:
0.6064E 00 0.1736E 00 0.2163E 00 0.9680E 00 -0.1489E 00
0.1460E 00 0.4654E 00 -0.1605E 00 0.1830E 00 0.1069E 01

TISK F: -0.9483E 03

TISK C:
0.9037E 00 0.2092E 00 0.2727E 00 0.2113E 00 0.1045E 01
0.3720E-01

TISK G:

0.6067E 00	0.1741E 00	-0.2129E 00	0.9687E 00	-0.1461E 00
0.1459E 00	0.4575E 00	-0.1575E 00	0.1853E 00	0.1067E 01

TISK F: -0.9482E 03

TISK C:

0.9897E 00	0.2134E 00	0.2664E 00	0.2127E 00	0.1040E 01
0.5250E-01				

TISK D1=GRADIENT: 0.5512E 02

TISK C:

0.7872E 00	0.1163E 00	-0.2872E 00	-0.1106E 00	-0.5201E 00
0.4005E-01				

TISK G:

0.1511E 00	0.1740E 00	-0.2067E 00	0.9702E 00	-0.1420E 00
0.1511E 00	0.4583E 00	-0.1577E 00	0.1899E 00	0.1066E 01

TISK F: -0.9479E 03

TISK G:

0.6062E 00	0.1738E 00	0.2007E 00	0.9717E 00	-0.1382E 00
0.1563E 00	0.4589E 00	-0.1578E 00	0.1946E 00	0.1064E 01

TISK F: -0.9482E 03

TISK C:

0.1019E 01	0.2177E 00	0.2556E 00	0.2085E 00	0.1020E 01
0.5401E-01				

TISK G:

0.6065E 00	0.1740E 00	0.2068E 00	0.9701E 00	-0.1421E 00
0.1510E 00	0.4583E 00	-0.1576E 00	0.1898E 00	0.1066E 01

TISK F: -0.9479E 03

TISK C:

0.1004E 01	0.2155E 00	0.2611E 00	0.2106E 00	0.1030E 01
0.5324E-01				

TISK G:

0.6064E 00	0.1739E 00	0.2051E 00	0.9706E 00	-0.1410E 00
0.1524E 00	0.4584E 00	-0.1577E 00	0.1911E 00	0.1065E 01

TISK F: -0.9479E 03

TISK C:

0.1008E 01	0.2161E 00	0.2596E 00	0.2101E 00	0.1028E 01
0.5345E-01				

TISK G:

0.6065E 00	0.1740E 00	0.2070E 00	0.9701E 00	-0.1422E 00
0.1528E 00	0.4582E 00	-0.1576E 00	0.1897E 00	0.1066E 01

TISK F: -0.9479E 03

TISK C:

0.1004E 01	0.2154E 00	0.2613E 00	0.2107E 00	0.1031E 01
0.5322E-01				

TISK G:

0.6053E 00	0.1734E 00	0.1770E 00	0.9778E 00	-0.1230E 00
0.1753E 00	0.4607E 00	-0.1579E 00	0.2158E 00	0.1058E 01

TISK F: -0.9572E 03

TISK C:
0.1003E 01 0.2271E 00 0.2326E 00 0.1996E 00 0.9786E 00
0.5722E-01

TISK G:
0.6065E 00 0.1740E 00 0.2072E 00 0.9700E 00 -0.1424E 00
0.1526E 00 0.4582E 00 -0.1576E 00 0.1895E 00 0.1066E 01

TISK F: -0.9479E 03

TISK C:
0.1003E 01 0.2154E 00 0.2615E 00 0.2108E 00 0.1031E 01
0.5318E-01

TISK G:
0.6064E 00 0.1740E 00 0.2055E 00 0.9705E 00 -0.1413E 00
0.1520E 00 0.4584E 00 -0.1577E 00 0.1908E 00 0.1066E 01

TISK F: -0.9479E 03

TISK C:
0.1007E 01 0.2160E 00 0.2600E 00 0.2102E 00 0.1028E 01
0.5340E-01

TISK G:
0.6065E 00 0.1740E 00 0.2072E 00 0.9701E 00 -0.1424E 00
0.1527E 00 0.4582E 00 -0.1576E 00 0.1896E 00 0.1066E 01

TISK F: -0.9479E 03

TISK C:
0.1003E 01 0.2154E 00 0.2614E 00 0.2108E 00 0.1031E 01
0.5319E-01

TISK G:
0.6065E 00 0.1740E 00 0.2074E 00 0.9700E 00 -0.1425E 00
0.1524E 00 0.4582E 00 -0.1576E 00 0.1894E 00 0.1066E 01

TISK F: -0.9479E 03

TISK C:
0.1003E 01 0.2153E 00 0.2617E 00 0.2109E 00 0.1031E 01
0.5316E-01

TISK G:
0.6065E 00 0.1740E 00 0.2077E 00 0.9699E 00 -0.1427E 00
0.1522E 00 0.4582E 00 -0.1576E 00 0.1891E 00 0.1066E 01

TISK F: -0.9478E 03

TISK C:
0.1002E 01 0.2152E 00 0.2620E 00 0.2110E 00 0.1032E 01
0.5312E-01

TISK G:
0.6053E 00 0.1734E 00 0.1777E 00 0.9776E 00 -0.1234E 00
0.1786E 00 0.4607E 00 -0.1579E 00 0.2152E 00 0.1058E 01

TISK F: -0.9568E 03

TISK C:
0.1001E 01 0.2268E 00 0.2332E 00 0.1999E 00 0.9798E 00

0.5713E-01

TISK G:

0.6067E 00	0.1741E 00	0.2125E 00	0.9688E 00	-0.1458E 00
0.1463E 00	0.4576E 00	-0.1575E 00	0.1856E 00	0.1067E 01

TISK F: -0.9482E 03

TISK C:

0.9927E 00	0.2135E 00	0.2661E 00	0.2125E 00	0.1039E 01
0.5255E-01				

TISK G:

0.6064E 00	0.1740E 00	0.2064E 00	0.9702E 00	-0.1419E 00
0.1513E 00	0.4583E 00	-0.1577E 00	0.1901E 00	0.1066E 01

TISK F: -0.9479E 03

TISK C:

0.1005E 01	0.2156E 00	0.2608E 00	0.2105E 00	0.1030E 01
0.5328E-01				

TISK D1=GRADIENT: 0.2193E 02

TISK G:

-0.1043E 00	0.3647E 00	0.2430E 00	0.2008E 00	-0.8403E 00
-0.2247E 00				

TISK G:

0.6033E 00	0.1756E 00	0.2060E 00	0.9671E 00	-0.1412E 00
0.1542E 00	0.4596E 00	-0.1581E 00	0.1923E 00	0.1068E 01

TISK F: -0.9471E 03

TISK G:

0.6002E 00	0.1772E 00	0.2057E 00	0.9638E 00	-0.1405E 00
0.1573E 00	0.4609E 00	-0.1585E 00	0.1946E 00	0.1071E 01

TISK F: -0.9472E 03

TISK C:

0.1001E 01	0.2290E 00	0.2697E 00	0.2179E 00	0.9990E 00
0.4505E-01				

TISK G:

0.6021E 00	0.1762E 00	0.2059E 00	0.9658E 00	-0.1409E 00
0.1554E 00	0.4601E 00	-0.1583E 00	0.1932E 00	0.1069E 01

TISK F: -0.9471E 03

TISK C:

0.1022E 01	0.2250E 00	0.2670E 00	0.2157E 00	0.1008E 01
0.4754E-01				

TISK D1=GRADIENT: 0.4579E 02

TISK G:

0.2621E 00	0.3505E-01	-0.3216E 00	-0.5608E 00	0.6969E 00
-0.1627E 00				

TISK G:

0.6009E 00	0.1767E 00	0.2045E 00	0.9680E 00	-0.1410E 00
0.1574E 00	0.4627E 00	-0.1592E 00	0.1920E 00	0.1067E 01

TISK F: -0.9469E 03

TISK G:				
0.5958E 00	0.1772E 00	0.2032E 00	0.9702E 00	-0.1412E 00
0.1554E 00	0.4652E 00	-0.1002E 00	0.1909E 00	0.1065E 01

TISK F: -0.9471E 03

TISK C:				
0.1028E 01	0.2257E 00	0.2599E 00	0.2032E 00	0.1024E 01
0.4353E-01				

TISK G:				
0.6010E 00	0.1767E 00	0.2046E 00	0.9680E 00	-0.1410E 00
0.1574E 00	0.4626E 00	-0.1592E 00	0.1920E 00	0.1067E 01

TISK F: -0.9469E 03

TISK C:				
0.1025E 01	0.2253E 00	0.2636E 00	0.2096E 00	0.1016E 01
0.4579E-01				

TISK G:				
0.6009E 00	0.1767E 00	0.2045E 00	0.9681E 00	-0.1410E 00
0.1575E 00	0.4628E 00	-0.1593E 00	0.1920E 00	0.1067E 01

TISK F: -0.9469E 03

TISK C:				
0.1025E 01	0.2254E 00	0.2634E 00	0.2093E 00	0.1016E 01
0.4569E-01				

TISK G:				
0.6048E 00	0.1751E 00	0.2090E 00	0.9607E 00	-0.1407E 00
0.1508E 00	0.4542E 00	-0.1557E 00	0.1960E 00	0.1074E 01

TISK F: -0.9489E 03

TISK C:				
0.9961E 00	0.2241E 00	0.2748E 00	0.2292E 00	0.9914E 00
0.5147E-01				

TISK G:				
0.6013E 00	0.1765E 00	0.2050E 00	0.9673E 00	-0.1410E 00
0.1568E 00	0.4619E 00	-0.1589E 00	0.1924E 00	0.1068E 01

TISK F: -0.9469E 03

TISK C:				
0.1024E 01	0.2252E 00	0.2646E 00	0.2114E 00	0.1014E 01
0.4631E-01				

TISK G:				
0.6012E 00	0.1766E 00	0.2049E 00	0.9675E 00	-0.1410E 00
0.1569E 00	0.4620E 00	-0.1590E 00	0.1923E 00	0.1068E 01

TISK F: -0.9469E 03

TISK C:				
0.1025E 01	0.2253E 00	0.2644E 00	0.2111E 00	0.1014E 01
0.4621E-01				

TISK G:				
0.6011E 00	0.1766E 00	0.2047E 00	0.9678E 00	-0.1410E 00

0.1572E 00 0.4624E 00 -0.1591E 00 0.1921E 00 0.1067E 01

TISK F: -0.9469E 03

TISK C:
0.1025E 01 0.2253E 00 0.2630E 00 0.2102E 00 0.1015E 01
0.4556E-01

TISK G:
0.6012E 00 0.1766E 00 0.2049E 00 0.9675E 00 -0.1410E 00
0.1570E 00 0.4621E 00 -0.1590E 00 0.1923E 00 0.1068E 01

TISK F: -0.9469E 03

TISK C:
0.1025E 01 0.2253E 00 0.2043E 00 0.2109E 00 0.1014E 01
0.4615E-01

TISK G:
0.5922E 00 0.1800E 00 0.1940E 00 0.9861E 00 -0.1429E 00
0.1734E 00 0.4822E 00 -0.1655E 00 0.1838E 00 0.1050E 01

TISK F: -0.9593E 03

TISK C:
0.1031E 01 0.2288E 00 0.2321E 00 0.1548E 00 0.1084E 01
0.2988E-01

TISK G:
0.6026E 00 0.1768E 00 0.2042E 00 0.9686E 00 -0.1410E 00
0.1579E 00 0.4634E 00 -0.1595E 00 0.1917E 00 0.1067E 01

TISK F: -0.9469E 03

TISK C:
0.1026E 01 0.2255E 00 0.2626E 00 0.2079E 00 0.1018E 01
0.4527E-01

TISK G:
0.6028E 00 0.1768E 00 0.2044E 00 0.9683E 00 -0.1410E 00
0.1577E 00 0.4630E 00 -0.1594E 00 0.1919E 00 0.1067E 01

TISK F: -0.9469E 03

TISK C:
0.1026E 01 0.2254E 00 0.2630E 00 0.2086E 00 0.1017E 01
0.4550E-01

TISK G:
0.6025E 00 0.1769E 00 0.2041E 00 0.9688E 00 -0.1411E 00
0.1581E 00 0.4636E 00 -0.1596E 00 0.1916E 00 0.1066E 01

TISK F: -0.9469E 03

TISK C:
0.1026E 01 0.2255E 00 0.2622E 00 0.2072E 00 0.1019E 01
0.4529E-01

TISK G:
0.6027E 00 0.1768E 00 0.2043E 00 0.9685E 00 -0.1411E 00
0.1578E 00 0.4632E 00 -0.1594E 00 0.1918E 00 0.1067E 01

TISK F: -0.9469E 03

TISK C:

0.1006E 01	0.2254E 00	0.2627E 00	0.2082E 00	0.1018E 01
0.4536E-01				

TISK G:

0.6007E 00	0.1768E 00	0.2043E 00	0.9684E 00	-0.1410E 00
0.1578E 00	0.4631E 00	-0.1594E 00	0.1918E 00	0.1067E 01

TISK F: -0.9469E 03

TISK C:

0.1006E 01	0.2254E 00	0.2629E 00	0.2084E 00	0.1017E 01
0.4543E-01				

TISK G:

0.6007E 00	0.1768E 00	0.2043E 00	0.9685E 00	-0.1410E 00
0.1578E 00	0.4632E 00	-0.1594E 00	0.1918E 00	0.1067E 01

TISK F: -0.9469E 03

TISK C:

0.1006E 01	0.2254E 00	0.2620E 00	0.2082E 00	0.1018E 01
0.4530E-01				

TISK G:

0.5918E 00	0.1802E 00	0.1936E 00	0.9869E 00	-0.1430E 00
0.1741E 00	0.4830E 00	-0.1657E 00	0.1835E 00	0.1049E 01

TISK F: -0.9605E 03

TISK C:

0.1002E 01	0.2289E 00	0.2306E 00	0.1521E 00	0.1087E 01
0.2911E-01				

TISK G:

0.6010E 00	0.1766E 00	0.2047E 00	0.9678E 00	-0.1410E 00
0.1572E 00	0.4624E 00	-0.1591E 00	0.1921E 00	0.1067E 01

TISK F: -0.9469E 03

TISK C:

0.1005E 01	0.2253E 00	0.2639E 00	0.2102E 00	0.1015E 01
0.4594E-01				

TISK G:

0.6010E 00	0.1767E 00	0.2046E 00	0.9680E 00	-0.1410E 00
0.1573E 00	0.4626E 00	-0.1592E 00	0.1921E 00	0.1067E 01

TISK F: -0.9469E 03

TISK C:

0.1005E 01	0.2253E 00	0.2636E 00	0.2097E 00	0.1016E 01
0.4581E-01				

TISK G:

0.6011E 00	0.1766E 00	0.2048E 00	0.9677E 00	-0.1410E 00
0.1571E 00	0.4623E 00	-0.1591E 00	0.1922E 00	0.1067E 01

TISK F: -0.9469E 03

TISK C:

0.1005E 01	0.2253E 00	0.2641E 00	0.2105E 00	0.1015E 01
0.4604E-01				

TISK G:

0.6010E 00	0.1767E 00	0.2047E 00	0.9678E 00	-0.1410E 00
------------	------------	------------	------------	-------------

0.1572E 00 0.4625E 00 -0.1592E 00 0.1921E 00 0.1067E 01

TISK F: -0.9469E 03

TISK C:

0.1025E 01 0.2253E 00 0.2638E 00 0.2100E 00 0.1015E 01
0.4550E-01

TISK G:

0.5921E 00 0.1801E 00 0.1937E 00 0.9864E 00 -0.1429E 00
0.1716E 00 0.4824E 00 -0.1655E 00 0.1837E 00 0.1050E 01

TISK F: -0.9597E 03

TISK C:

0.1021E 01 0.2288E 00 0.2316E 00 0.1539E 00 0.1085E 01
0.2963E-01

TISK G:

0.6011E 00 0.1766E 00 0.2047E 00 0.9677E 00 -0.1410E 00
0.1572E 00 0.4624E 00 -0.1591E 00 0.1922E 00 0.1067E 01

TISK F: -0.9469E 03

TISK C:

0.1025E 01 0.2253E 00 0.2639E 00 0.2103E 00 0.1015E 01
0.4597E-01

TISK G:

0.6013E 00 0.1766E 00 0.2049E 00 0.9674E 00 -0.1410E 00
0.1568E 00 0.4620E 00 -0.1590E 00 0.1924E 00 0.1068E 01

TISK F: -0.9469E 03

TISK C:

0.1025E 01 0.2252E 00 0.2645E 00 0.2113E 00 0.1014E 01
0.4627E-01

TISK G:

0.6012E 00 0.1766E 00 0.2049E 00 0.9675E 00 -0.1410E 00
0.1569E 00 0.4621E 00 -0.1590E 00 0.1923E 00 0.1068E 01

TISK F: -0.9469E 03

TISK C:

0.1025E 01 0.2253E 00 0.2643E 00 0.2110E 00 0.1014E 01
0.4617E-01

TISK G:

0.6012E 00 0.1766E 00 0.2048E 00 0.9676E 00 -0.1410E 00
0.1570E 00 0.4622E 00 -0.1590E 00 0.1923E 00 0.1068E 01

TISK F: -0.9469E 03

TISK C:

0.1025E 01 0.2253E 00 0.2642E 00 0.2108E 00 0.1014E 01
0.4612E-01

TISK G:

0.6012E 00 0.1766E 00 0.2049E 00 0.9675E 00 -0.1410E 00
0.1569E 00 0.4620E 00 -0.1590E 00 0.1923E 00 0.1068E 01

TISK F: -0.9469E 03

TISK C:

0.1005E 01	0.2253E 00	0.2644E 00	0.2111E 00	0.1014E 01
0.4620E-01				

TISK Q:

0.6012E 00	0.1766E 00	0.2049E 00	0.9675E 00	-0.1410E 00
0.1569E 00	0.4621E 00	-0.1590E 00	0.1923E 00	0.1068E 01

TISK F: -0.9469E 03

TISK C:

0.1005E 01	0.2253E 00	0.2643E 00	0.2109E 00	0.1014E 01
0.4617E-01				

TISK D1=GRADIENT: 0.1754E 02

TISK G:

-0.5584E-01	0.1978E 00	-0.2938E-01	-0.4772E 00	0.7114E 00
-0.4723E 00				

TISK Q:

0.6011E 00	0.1766E 00	0.2049E 00	0.9675E 00	-0.1410E 00
0.1570E 00	0.4622E 00	-0.1590E 00	0.1922E 00	0.1068E 01

TISK F: -0.9469E 03

TISK Q:

0.6012E 00	0.1766E 00	0.2049E 00	0.9675E 00	-0.1410E 00
0.1570E 00	0.4621E 00	-0.1590E 00	0.1923E 00	0.1068E 01

TISK F: -0.9469E 03

TISK C:

0.1005E 01	0.2253E 00	0.2643E 00	0.2109E 00	0.1014E 01
0.4612E-01				

TISK D1=GRADIENT: 0.1731E 02

TISK G:

-0.6027E-01	0.2012E 00	-0.2360E-01	-0.4743E 00	0.7081E 00
-0.4785E 00				

TISK VYSLEDNEHO C:

0.1005E 01	0.2253E 00	0.2643E 00	0.2109E 00	0.1014E 01
0.4612E-01				

TISK VYSLEDNEHO Q:

0.6012E 00	0.1766E 00	0.2049E 00	0.9675E 00	-0.1410E 00
0.1570E 00	0.4621E 00	-0.1590E 00	0.1923E 00	0.1068E 01

PŘÍLOHA Č.3

TISK PARAMETRU SOUSTAVY

TISK NA11,NA12,NA21,NA22:

3 1 2 1

TISK NB11,NB12,NB21,NB22:

1 1 1 1

TISK NC11,NC12,NC21,NC22:

3 2 3 2

N = 500

ALAM=0.100

KP1 = 5

* * * * * SKIP TO CHANNEL 01 * * * * *

IDENTIFIKACE-MAXIMÁLNĚ VERCHOVNÝ ODHAD

TISK Q:

0.7332E-00	0.1088E-00	0.6330E-01	0.3023E-00	0.1262E-01
0.1762E-02	0.1022E-00	0.232-E-01	0.2847E-01	0.7099E-03
-0.9430E-03				

TISK P(0): -0.1012E-04

TISK D1=GRADIENT: 0.1178E 04

TISK C:

0.6339E-01	-0.1409E-01	-0.8535E-02	-0.4236E 00	-0.2445E-02
-0.4236E 00	-0.3188E-02	-0.5232E-02	0.7980E 00	-0.6573E-03

TISK Q:

0.7208E 00	0.1170E 00	0.6185E-01	0.2922E 00	0.1232E-01
0.1287E-02	0.1225E 00	0.2908E-01	0.3597E-01	0.1162E-02
-0.9210E-03				

TISK P: -0.9139E 03

TISK Q:

0.7093E 00	0.1246E 00	0.6104E-01	0.2830E 00	0.1217E-01
0.8411E-03	0.1389E 00	0.3468E-01	0.4154E-01	0.1541E-02
-0.9317E-03				

TISK P: -0.8529E 03

TISK C:

0.1013E 01	-0.2818E-02	-0.1707E-02	-0.8472E-01	-0.4891E-03
-0.8472E-01	-0.6376E-03	-0.1040E-02	0.1160E 01	-0.1315E-03

TISK Q:

0.6984E 00	0.1328E 00	0.5908E-01	0.2735E 00	0.1219E-01
0.3281E-03	0.1551E 00	0.4070E-01	0.4648E-01	0.1739E-02
-0.9602E-03				

TISK P: -0.8023E 03

TISK C:

0.1020E 01	-0.4454E-02	-0.2690E-02	-0.1339E 00	-0.7731E-03
-0.1339E 00	-0.1008E-02	-0.1654E-02	0.1252E 01	-0.2078E-03

TISK Q:

0.6895E 00	0.1405E 00	0.5667E-01	0.2628E 00	0.1215E-01
-0.3338E-03	0.1730E 00	0.4740E-01	0.5071E-01	0.1781E-02
-0.9966E-03				

TISK P: -0.7527E 03

TISK C:

0.1030E 01	-0.6569E-02	-0.3980E-02	-0.1975E 00	-0.1140E-02
-0.1975E 00	-0.1486E-02	-0.2439E-02	0.1372E 01	-0.3065E-03

TISK Q:

0.6826E 00	0.1782E 00	0.3183E-01	0.2056E 00	0.1184E-01
-0.4288E-02	0.2434E 00	0.7199E-01	0.5117E-01	0.2136E-02
-0.1429E-02				

TISK P: -0.7566E 03

TISK C:

0.1092E 01	-0.2052E-01	-0.1243E-01	-0.6169E 00	-0.3561E-02
-0.6169E 00	-0.4643E-02	-0.7619E-02	0.2162E 01	-0.9572E-03

TISK Q:

0.6781E 00	0.1576E 00	0.4581E-01	0.2337E 00	0.1208E-01
-0.2350E-02	0.2133E 00	0.6334E-01	0.5534E-01	0.2106E-02
-0.1210E-02				

TISK P: -0.6921E 03

TISK C:

0.1061E 01	-0.1346E-01	-0.8152E-02	-0.4046E 00	-0.2336E-02
-0.4046E 00	-0.3045E-02	-0.4997E-02	0.1762E 01	-0.6278E-03

TISK D1=GRADIENT: 0.1856E 04

TISK G:

0.4700E 00	0.5060E 00	0.5045E 00	-0.6442E-01	-0.5310E-01
-0.2879E 00	-0.2971E 00	-0.2977E 00	0.2158E-01	0.3710E-01

TISK Q:

0.4476E 00	0.1053E 00	0.2330E 00	0.2267E 00	0.2713E-01
-0.5032E-02	0.3068E 00	0.1979E 00	0.7848E-01	0.8545E-02
-0.2036E-02				

TISK P: -0.7339E 03

TISK R:

0.5499E 00	0.1298E 00	0.1503E 00	0.2301E 00	0.2118E-01
-0.4307E-02	0.2611E 00	0.1334E 00	0.6717E-01	0.5814E-02
-0.1865E-02				

TISK P: -0.6958E 03

TISK C:

0.1178E 01	0.1133E 00	0.1183E 00	-0.4208E 00	-0.1564E-01
-0.4768E 00	-0.7748E-01	-0.7950E-01	0.1768E 01	0.8668E-02

TISK Q:

0.6335E 00	0.1484E 00	0.8194E-01	0.2327E 00	0.1543E-01
-0.3174E-02	0.2250E 00	0.8637E-01	0.5813E-01	0.3130E-02
-0.1422E-02				

TISK P: -0.7108E 03

TISK C:

0.1098E 01	0.2623E-01	0.3152E-01	-0.4097E 00	-0.6511E-02
-0.4273E 00	-0.2640E-01	-0.2840E-01	0.1764E 01	0.2289E-02

TISK Q:

0.5559E 00	0.1314E 00	0.1453E 00	0.2299E 00	0.2072E-01
-0.4222E-02	0.2586E 00	0.1299E 00	0.6647E-01	0.5615E-02
-0.1825E-02				

TISK P: -0.6836E 03

TISK C:

0.1172E 01	0.1066E 00	0.1116E 00	-0.4199E 00	-0.1494E-01
-0.4729E 00	-0.7354E-01	-0.7563E-01	0.1767E 01	0.8175E-02

TISK Q:

0.5874E 00	0.1394E 00	0.1185E 00	0.2312E 00	0.1866E-01
-0.3876E-02	0.2465E 00	0.1116E 00	0.6263E-01	0.4486E-02
-0.1658E-02				

TISK P: -0.7112E 03

TISK C:

0.1140E 01	0.7248E-01	0.7754E-01	-0.4156E 00	-0.1135E-01
-0.4535E 00	-0.5350E-01	-0.5555E-01	0.1766E 01	0.5673E-02

TISK Q:

0.5411E 00	0.1282E 00	0.1571E 00	0.2294E 00	0.2162E-01
-0.4370E-02	0.2647E 00	0.1386E 00	0.6808E-01	0.6119E-02
-0.1904E-02				

TISK P: -0.7041E 03

TISK C:

0.1187E 01	0.1271E 00	0.1280E 00	-0.4220E 00	-0.1666E-01
-0.4823E 00	-0.8320E-01	-0.8532E-01	0.1768E 01	0.9382E-02

TISK Q:

0.5626E 00	0.1327E 00	0.1400E 00	0.2301E 00	0.2029E-01
-0.4153E-02	0.2558E 00	0.1260E 00	0.6594E-01	0.5539E-02
-0.1835E-02				

TISK P: -0.6921E 03

TISK C:

0.1165E 01	0.9953E-01	0.1045E 00	-0.4190E 00	-0.1419E-01
-0.4689E 00	-0.6937E-01	-0.7140E-01	0.1767E 01	0.7655E-02

TISK D1=GRADIENT: 0.2090E 04

TISK G:

0.4004E 00	0.4621E 00	0.4554E 00	-0.1445E 00	-0.1351E 00
-0.3362E 00	-0.3451E 00	-0.3500E 00	0.1056E 00	0.1153E 00

TISK Q:

0.5440E 00	0.1282E 00	0.1540E 00	0.2310E 00	0.2147E-01
-0.4466E-02	0.2666E 00	0.1392E 00	0.6615E-01	0.5966E-02
-0.1904E-02				

TISK P: -0.6927E 03

TISK Q:

0.5530E 00	0.1385E 00	0.1473E 00	0.2305E 00	0.2092E-01
-0.4309E-02	0.2615E 00	0.1326E 00	0.6584E-01	0.5646E-02
-0.1840E-02				

TISK P: -0.6842E 03

TISK C:

0.1175E 01	0.1123E 00	0.1151E 00	-0.4224E 00	-0.1734E-01
-0.4767E 00	-0.7741E-01	-0.7963E-01	0.1769E 01	0.1034E-01

TISK D1=GRADIENT: 0.2090E 04

TISK G:

0.3885E 00	0.4518E 00	0.4447E 00	-0.1574E 00	-0.1483E 00
-0.3420E 00	-0.3514E 00	-0.3574E 00	0.1224E 00	0.1318E 00

TISK Q:

0.5447E 00	0.1283E 00	0.1537E 00	0.2307E 00	0.2126E-01
-0.4396E-02	0.2672E 00	0.1390E 00	0.6567E-01	0.5768E-02
-0.1840E-02				

TISK P: -0.6937E 03

TISK Q:

0.5487E 00	0.1290E 00	0.1507E 00	0.2309E 00	0.2122E-01
-0.4393E-02	0.2641E 00	0.1357E 00	0.6607E-01	0.5829E-02
-0.1876E-02				

TISK P: -0.6811E 03

TISK C:

0.1179E 01	0.1155E 00	0.1203E 00	-0.4242E 00	-0.1906E-01
-0.4807E 00	-0.8150E-01	-0.8370E-01	0.1771E 01	0.1187E-01

TISK D1=GRADIENT: 0.2098E 04

TISK C:

0.3858E 00	0.4455E 00	0.4423E 00	-0.1602E 00	-0.1514E 00
-0.3429E 00	-0.3525E 00	-0.3586E 00	0.1267E 00	0.1358E 00

TISK R:

0.5443E 00	0.1280E 00	0.1539E 00	0.2311E 00	0.2151E-01
-0.4480E-02	0.2670E 00	0.1391E 00	0.6564E-01	0.5814E-02
-0.1854E-02				

TISK P: -0.6901E 03

TISK Q:

0.5467E 00	0.1288E 00	0.1521E 00	0.2308E 00	0.2121E-01
-0.4387E-02	0.2657E 00	0.1375E 00	0.6573E-01	0.5722E-02
-0.1842E-02				

TISK P: -0.6881E 03

TISK C:

0.1182E 01	0.1182E 00	0.1229E 00	-0.4251E 00	-0.1954E-01
-0.4827E 00	-0.8355E-01	-0.8587E-01	0.1772E 01	0.1266E-01

TISK R:

0.5493E 00	0.1295E 00	0.1501E 00	0.2307E 00	0.2097E-01
-0.4317E-02	0.2640E 00	0.1357E 00	0.6589E-01	0.5727E-02
-0.1840E-02				

TISK P: -0.6914E 03

TISK C:

0.1179E 01	0.1152E 00	0.1200E 00	-0.4241E 00	-0.1895E-01
-0.4804E 00	-0.8123E-01	-0.8352E-01	0.1771E 01	0.1177E-01

TISK R:

0.5475E 00	0.1286E 00	0.1518E 00	0.2307E 00	0.2122E-01
-0.4413E-02	0.2651E 00	0.1370E 00	0.6586E-01	0.5875E-02
-0.1888E-02				

TISK P: -0.6938E 03

TISK C:

0.1181E 01	0.1174E 00	0.1221E 00	-0.4249E 00	-0.1970E-01
-0.4821E 00	-0.8297E-01	-0.8529E-01	0.1771E 01	0.1244E-01

TISK R:

0.5112E 00	0.1192E 00	0.1788E 00	0.2329E 00	0.2335E-01
-0.4985E-02	0.2879E 00	0.1648E 00	0.6511E-01	0.6744E-02
-0.2020E-02				

TISK P: -0.7017E 03

TISK C:

0.1220E 01	0.1624E 00	0.1664E 00	-0.4409E 00	-0.3484E-01
-0.5164E 00	-0.1182E 00	-0.1211E 00	0.1784E 01	0.2682E-01

TISK R:

0.4777E 00	0.1091E 00	0.2045E 00	0.2353E 00	0.2522E-01
-0.5508E-02	0.3121E 00	0.1911E 00	0.6488E-01	0.7629E-02
-0.2166E-02				

TISK P: -0.7343E 02

TISK C:

0.1258E 01	0.2073E 00	0.2106E 00	-0.4569E 00	-0.4957E-01
-0.5507E 00	-0.1535E 00	-0.1570E 00	0.1797E 01	0.3960E-01

TISK Q:

0.5396E 00	0.1273E 00	0.1570E 00	0.2313E 00	0.2176E-01
-0.4545E-02	0.2698E 00	0.1425E 00	0.6551E-01	0.5859E-02
-0.1853E-02				

TISK P: -0.6914E 02

TISK C:

0.1188E 01	0.1261E 00	0.1307E 00	-0.4280E 00	-0.2262E-01
-0.4888E 00	-0.8978E-01	-0.9221E-01	0.1774E 01	0.1506E-01

TISK Q:

0.5458E 00	0.1286E 00	0.1526E 00	0.2309E 00	0.2133E-01
-0.4430E-02	0.2661E 00	0.1382E 00	0.6584E-01	0.5905E-02
-0.1897E-02				

TISK P: -0.6829E 02

TISK C:

0.1183E 01	0.1193E 00	0.1240E 00	-0.4255E 00	-0.2034E-01
-0.4836E 00	-0.8446E-01	-0.8680E-01	0.1772E 01	0.1301E-01

TISK Q:

0.5094E 00	0.1185E 00	0.1804E 00	0.2333E 00	0.2359E-01
-0.5051E-02	0.2890E 00	0.1650E 00	0.6508E-01	0.6805E-02
-0.2037E-02				

TISK P: -0.7036E 02

TISK C:

0.1221E 01	0.1643E 00	0.1680E 00	-0.4416E 00	-0.3548E-01
-0.5179E 00	-0.1197E 00	-0.1227E 00	0.1705E 01	0.2659E-01

TISK Q:

0.4767E 00	0.1086E 00	0.2055E 00	0.2352E 00	0.2509E-01
-0.5478E-02	0.2110E 00	0.1924E 00	0.6461E-01	0.7507E-02
-0.2123E-02				

TISK P: -0.7298E 02

TISK C:

0.1260E 01	0.2092E 00	0.2125E 00	-0.4576E 00	-0.5061E-01
-0.5522E 00	-0.1550E 00	-0.1585E 00	0.1797E 01	0.4017E-01

TISK Q:

0.6814E 00	0.1610E 00	0.4918E-01	0.2252E 00	0.1320E-01
-0.2080E-02	0.1864E 00	0.4157E-01	0.7012E-01	0.2614E-02
-0.1286E-02				

TISK P: -0.7079E 02

TISK C:

0.1058E 01	-0.2605E-01	-0.1904E-01	-0.3737E 00	0.2862E-01
-0.3727E 00	0.2953E-01	0.2916E-01	0.1731E 01	-0.3090E-01

TISK Q:

0.5856E 00	0.1380E 00	0.1231E 00	0.2287E 00	0.1880E-01
-0.3709E-02	0.2424E 00	0.1090E 00	0.6634E-01	0.4820E-02

-0.1697E-02

TISK P: -0.7007E 03

TISK C:

0.1143E 01	0.7354E-01	0.7896E-01	-0.4092E 00	-0.4921E-02
-0.4487E 00	-0.4856E-01	-0.5029E-01	0.1759E 01	-0.8144E-03

TISK Q:

0.6022E 00	0.1450E 00	0.1080E 00	0.2277E 00	0.1761E-01
-0.3351E-02	0.2317E 00	0.9617E-01	0.6658E-01	0.4310E-02
-0.1605E-02				

TISK P: -0.7160E 03

TISK C:

0.1126E 01	0.5351E-01	0.5924E-01	-0.4021E 00	0.1827E-02
-0.4334E 00	-0.3285E-01	-0.3430E-01	0.1753E 01	-0.6867E-02

TISK Q:

0.5637E 00	0.1330E 00	0.1397E 00	0.2295E 00	0.2014E-01
-0.4094E-02	0.2555E 00	0.1249E 00	0.6615E-01	0.5402E-02
-0.1800E-02				

TISK P: -0.6823E 03

TISK C:

0.1165E 01	0.9846E-01	0.1035E 00	-0.4181E 00	-0.1331E-01
-0.4677E 00	-0.6810E-01	-0.7016E-01	0.1766E 01	0.6712E-02

TISK Q:

0.4978E 00	0.1150E 00	0.1892E 00	0.2341E 00	0.2431E-01
-0.5264E-02	0.2968E 00	0.1750E 00	0.6497E-01	0.7050E-02
-0.2073E-02				

TISK P: -0.7112E 03

TISK C:

0.1234E 01	0.1798E 00	0.1835E 00	-0.4471E 00	-0.4069E-01
-0.5297E 00	-0.1319E 00	-0.1350E 00	0.1789E 01	0.3127E-01

TISK Q:

0.5450E 00	0.1284E 00	0.1533E 00	0.2309E 00	0.2142E-01
-0.4445E-02	0.2666E 00	0.1387E 00	0.6560E-01	0.5798E-02
-0.1857E-02				

TISK P: -0.6844E 03

TISK C:

0.1103E 01	0.1200E 00	0.1240E 00	-0.4258E 00	-0.2055E-01
-0.4841E 00	-0.8456E-01	-0.8731E-01	0.1772E 01	0.1321E-01

TISK Q:

0.5716E 00	0.1351E 00	0.1331E 00	0.2295E 00	0.1961E-01
-0.3930E-02	0.2507E 00	0.1191E 00	0.6614E-01	0.5112E-02
-0.1743E-02				

TISK P: -0.6928E 03

TISK C:

0.1157E 01	0.8919E-01	0.9436E-01	-0.4148E 00	-0.1019E-01
-0.4606E 00	-0.6084E-01	-0.6277E-01	0.1763E 01	0.3913E-02

TISK Q:

0.5441E 00	0.1283E 00	0.1536E 00	0.2312E 00	0.2156E-01
------------	------------	------------	------------	------------

-0.4501E-02	0.2668E 00	0.1390E 00	0.6590E-01	0.5936E-02
-0.1894E-02				

TISK P: -0.6072E 03

TISK C:

0.1184E 01	0.1207E 00	0.1254E 00	-0.4260E 00	-0.2081E-01
-0.4847E 00	-0.0556E-01	-0.0792E-01	0.1772E 01	0.1344E-01

TISK Q:

0.5088E 00	0.1185E 00	0.1800E 00	0.2329E 00	0.2336E-01
-0.4990E-02	0.2897E 00	0.1660E 00	0.6523E-01	0.6866E-02
-0.2054E-02				

TISK P: -0.7022E 03

TISK C:

0.1222E 01	0.1657E 00	0.1690E 00	-0.4421E 00	-0.3555E-01
-0.5189E 00	-0.1208E 00	-0.1230E 00	0.1785E 01	0.2702E-01

TISK Q:

0.5434E 00	0.1280E 00	0.1543E 00	0.2312E 00	0.2156E-01
-0.4495E-02	0.2673E 00	0.1398E 00	0.6581E-01	0.5920E-02
-0.1884E-02				

TISK P: -0.6804E 03

TISK C:

0.1105E 01	0.1218E 00	0.1264E 00	-0.4264E 00	-0.2117E-01
-0.4855E 00	-0.08640E-01	-0.0877E-01	0.1773E 01	0.1376E-01

TISK Q:

0.5330E 00	0.1252E 00	0.1623E 00	0.2318E 00	0.2219E-01
-0.4662E-02	0.2742E 00	0.1475E 00	0.6546E-01	0.6088E-02
-0.1904E-02				

TISK P: -0.6887E 03

TISK C:

0.1196E 01	0.1344E 00	0.1388E 00	-0.4309E 00	-0.2542E-01
-0.4951E 00	-0.09629E-01	-0.0883E-01	0.1776E 01	0.1757E-01

TISK Q:

0.4980E 00	0.1150E 00	0.1891E 00	0.2341E 00	0.2428E-01
-0.5234E-02	0.2966E 00	0.1748E 00	0.6497E-01	0.7065E-02
-0.2067E-02				

TISK P: -0.6965E 03

TISK C:

0.1234E 01	0.1794E 00	0.1831E 00	-0.4469E 00	-0.4056E-01
-0.5294E 00	-0.1315E 00	-0.1347E 00	0.1789E 01	0.3115E-01

TISK Q:

0.4661E 00	0.1053E 00	0.2137E 00	0.2359E 00	0.2573E-01
-0.5630E-02	0.3163E 00	0.2010E 00	0.6461E-01	0.7782E-02
-0.2164E-02				

TISK P: -0.7204E 03

TISK C:

0.1273E 01	0.2243E 00	0.2273E 00	-0.4630E 00	-0.5569E-01
-0.5637E 00	-0.1668E 00	-0.1705E 00	0.1802E 01	0.4473E-01

TISK Q:

0.5294E 00	0.1237E 00	0.1653E 00	0.2321E 00	0.2231E-01
-0.4701E-02	0.2765E 00	0.1506E 00	0.6546E-01	0.6256E-02
-0.1944E-02				

TISK P: -0.6926E 03

TISK C:

0.1200E 01	0.1354E 00	0.1438E 00	-0.4327E 00	-0.2710E-01
-0.4909E 00	-0.1022E 00	-0.1028E 00	0.1778E 01	0.1908E-01

TISK Q:

0.5190E 00	0.1209E 00	0.1727E 00	0.2326E 00	0.2292E-01
-0.4859E-02	0.2825E 00	0.1582E 00	0.6535E-01	0.6592E-02
-0.2008E-02				

TISK P: -0.6923E 03

TISK C:

0.1210E 01	0.1516E 00	0.1557E 00	-0.4370E 00	-0.3120E-01
-0.5002E 00	-0.1098E 00	-0.1125E 00	0.1781E 01	0.2276E-01

TISK Q:

0.5225E 00	0.1220E 00	0.1705E 00	0.2325E 00	0.2275E-01
-0.4814E-02	0.2808E 00	0.1558E 00	0.6538E-01	0.6424E-02
-0.1973E-02				

TISK P: -0.6875E 03

TISK C:

0.1207E 01	0.1478E 00	0.1520E 00	-0.4357E 00	-0.2954E-01
-0.5053E 00	-0.1068E 00	-0.1095E 00	0.1780E 01	0.2162E-01

TISK Q:

0.5243E 00	0.1226E 00	0.1691E 00	0.2323E 00	0.2266E-01
-0.4808E-02	0.2796E 00	0.1546E 00	0.6519E-01	0.6378E-02
-0.1963E-02				

TISK P: -0.6841E 03

TISK C:

0.1205E 01	0.1456E 00	0.1493E 00	-0.4349E 00	-0.2918E-01
-0.5036E 00	-0.1050E 00	-0.1077E 00	0.1779E 01	0.2094E-01

TISK Q:

0.5257E 00	0.1230E 00	0.1678E 00	0.2324E 00	0.2260E-01
-0.4779E-02	0.2785E 00	0.1533E 00	0.6551E-01	0.6378E-02
-0.1965E-02				

TISK P: -0.6846E 03

TISK C:

0.1203E 01	0.1436E 00	0.1479E 00	-0.4342E 00	-0.2852E-01
-0.5021E 00	-0.1035E 00	-0.1062E 00	0.1779E 01	0.2035E-01

TISK Q:

0.4915E 00	0.1133E 00	0.1941E 00	0.2341E 00	0.2426E-01
-0.5219E-02	0.2309E 00	0.1804E 00	0.6488E-01	0.7263E-02
-0.2106E-02				

TISK P: -0.7087E 03

TISK C:

0.1242E 01	0.1886E 00	0.1921E 00	-0.4502E 00	-0.4366E-01
-0.5364E 00	-0.1388E 00	-0.1420E 00	0.1791E 01	0.3393E-01

TISK Q:

0.4598E 00	0.1032E 00	0.2187E 00	0.2362E 00	0.2559E-01
-0.5707E-02	0.3231E 00	0.2061E 00	0.6424E-01	0.7843E-02
-0.2159E-02				

TISK P: -0.7107E 02

TISK C:

0.1201E 01	0.2335E 00	0.2364E 00	-0.4662E 00	-0.5880E-01
-0.5707E 00	-0.1740E 00	-0.1779E 00	0.1804E 01	0.4751E-01

TISK Q:

0.4303E 00	0.9345E-01	0.2415E 00	0.2381E 00	0.2731E-01
-0.6058E-02	0.3448E 00	0.2310E 00	0.6351E-01	0.8026E-02
-0.2071E-02				

TISK P: -0.7420E 02

TISK C:

0.1319E 01	0.2785E 00	0.2806E 00	-0.4823E 00	-0.7393E-01
-0.6050E 00	-0.2093E 00	-0.2137E 00	0.1817E 01	0.6129E-01

TISK Q:

0.5269E 00	0.1240E 00	0.1667E 00	0.2320E 00	0.2243E-01
-0.4724E-02	0.2777E 00	0.1522E 00	0.6531E-01	0.6332E-02
-0.1962E-02				

TISK P: -0.6857E 02

TISK C:

0.1202E 01	0.1418E 00	0.1461E 00	-0.4335E 00	-0.2790E-01
-0.5007E 00	-0.1021E 00	-0.1047E 00	0.1778E 01	0.1980E-01

TISK Q:

0.6419E 00	0.1509E 00	0.8038E-01	0.2269E 00	0.1546E-01
-0.2721E-02	0.2087E 00	0.6855E-01	0.6777E-01	0.3309E-02
-0.1412E-02				

TISK P: -0.7087E 02

TISK C:

0.1091E 01	0.1220E-01	0.1860E-01	-0.3874E 00	0.1574E-01
-0.4019E 00	-0.4624E-03	-0.1357E-02	0.1742E 01	-0.1934E-01

TISK Q:

0.5479E 00	0.1289E 00	0.1512E 00	0.2308E 00	0.2130E-01
-0.4419E-02	0.2647E 00	0.1366E 00	0.6595E-01	0.5814E-02
-0.1865E-02				

TISK P: -0.6950E 02

TISK C:

0.1180E 01	0.1167E 00	0.1214E 00	-0.4246E 00	-0.1945E-01
-0.4816E 00	-0.8239E-01	-0.8469E-01	0.1771E 01	0.1222E-01

TISK Q:

0.5120E 00	0.1189E 00	0.1785E 00	0.2331E 00	0.2336E-01
-0.4990E-02	0.2877E 00	0.1641E 00	0.6525E-01	0.6760E-02
-0.2032E-02				

TISK P: -0.6969E 02

TISK C:

0.1219E 01	0.1616E 00	0.1656E 00	-0.4406E 00	-0.3459E-01
-0.5159E 00	-0.1176E 00	-0.1205E 00	0.1784E 01	0.2579E-01

TISK Q:

0.5443E 00	0.1282E 00	0.1538E 00	0.2310E 00	0.2148E-01
-0.4461E-02	0.2670E 00	0.1392E 00	0.6573E-01	0.5859E-02
-0.1874E-02				

TISK P: -0.6905E 03

TISK C:

0.1184E 01	0.1289E 00	0.1255E 00	-0.4261E 00	-0.2087E-01
-0.4848E 00	-0.8569E-01	-0.8805E-01	0.1772E 01	0.1349E-01

TISK Q:

0.5298E 00	0.1243E 00	0.1647E 00	0.2321E 00	0.2240E-01
-0.4731E-02	0.2758E 00	0.1501E 00	0.6561E-01	0.6271E-02
-0.1947E-02				

TISK P: -0.6884E 03

TISK C:

0.1199E 01	0.1384E 00	0.1427E 00	-0.4323E 00	-0.2675E-01
-0.4981E 00	-0.9940E-01	-0.1020E 00	0.1777E 01	0.1877E-01

TISK Q:

0.5326E 00	0.1249E 00	0.1628E 00	0.2319E 00	0.2229E-01
-0.4708E-02	0.2736E 00	0.1479E 00	0.6580E-01	0.6348E-02
-0.1981E-02				

TISK P: -0.6896E 03

TISK C:

0.1196E 01	0.1348E 00	0.1392E 00	-0.4311E 00	-0.2554E-01
-0.4954E 00	-0.9658E-01	-0.9913E-01	0.1776E 01	0.1768E-01

TISK Q:

0.4978E 00	0.1151E 00	0.1893E 00	0.2340E 00	0.2419E-01
-0.5219E-02	0.2966E 00	0.1751E 00	0.6500E-01	0.7080E-02
-0.2081E-02				

TISK P: -0.7127E 03

TISK C:

0.1234E 01	0.1797E 00	0.1834E 00	-0.4471E 00	-0.4068E-01
-0.5297E 00	-0.1318E 00	-0.1350E 00	0.1789E 01	0.3126E-01

TISK Q:

0.5249E 00	0.1224E 00	0.1680E 00	0.2322E 00	0.2264E-01
-0.4808E-02	0.2790E 00	0.1542E 00	0.6548E-01	0.6454E-02
-0.1984E-02				

TISK P: -0.6901E 03

TISK C:

0.1205E 01	0.1449E 00	0.1492E 00	-0.4347E 00	-0.2897E-01
-0.5031E 00	-0.1046E 00	-0.1072E 00	0.1779E 01	0.2076E-01

TISK Q:

0.4901E 00	0.1128E 00	0.1950E 00	0.2346E 00	0.2469E-01
-0.5356E-02	0.2019E 00	0.1800E 00	0.6487E-01	0.7248E-02
-0.2095E-02				

TISK P: -0.7171E 03

TISK C:

0.1243E 01	0.1899E 00	0.1934E 00	-0.4507E 00	-0.4411E-01

-0.5374E-00 -0.1398E-00 -0.1431E-00 0.1722E-01 0.3433E-01

TISK Q:

0.6853E-00 0.1558E-00 0.4807E-01 0.2251E-00 0.1292E-01
-0.1993E-02 0.1848E-00 0.3972E-01 0.7040E-01 0.2594E-02
-0.1282E-02

TISK P: -0.7042E-03

TISK C:

0.1056E-01 -0.2863E-01 -0.2150E-01 -0.3728E-00 0.2949E-01
-0.3707E-00 0.3156E-01 0.3122E-01 0.1730E-01 -0.3168E-01

TISK Q:

0.5897E-00 0.1398E-00 0.1190E-00 0.2287E-00 0.1862E-01
-0.3659E-02 0.2358E-00 0.1050E-00 0.6631E-01 0.4560E-02
-0.1659E-02

TISK P: -0.7044E-03

TISK C:

0.1159E-01 0.6831E-01 0.7380E-01 -0.4074E-00 -0.3157E-02
-0.4447E-00 -0.4446E-01 -0.4611E-01 0.1758E-01 -0.2397E-02

TISK Q:

0.6272E-00 0.1479E-00 0.9139E-01 0.2270E-00 0.1642E-01
-0.3026E-02 0.2152E-00 0.7940E-01 0.6706E-01 0.3678E-02
-0.1495E-02

TISK P: -0.7227E-03

TISK C:

0.1105E-01 0.2839E-01 0.3453E-01 -0.3931E-00 0.1029E-01
-0.4142E-00 -0.1315E-01 -0.1427E-01 0.1746E-01 -0.1445E-01

TISK Q:

0.5853E-00 0.1383E-00 0.1230E-00 0.2288E-00 0.1888E-01
-0.3721E-02 0.2425E-00 0.1092E-00 0.6602E-01 0.4724E-02
-0.1678E-02

TISK P: -0.6947E-03

TISK C:

0.1143E-01 0.7334E-01 0.7876E-01 -0.4022E-00 -0.4852E-02
-0.4405E-00 -0.4840E-01 -0.5012E-01 0.1759E-01 -0.0757E-03

TISK Q:

0.5466E-00 0.1257E-00 0.1522E-00 0.2309E-00 0.2133E-01
-0.4433E-02 0.2657E-00 0.1375E-00 0.6583E-01 0.5829E-02
-0.1867E-02

TISK P: -0.6942E-03

TISK C:

0.1182E-01 0.1183E-00 0.1230E-00 -0.4252E-00 -0.1999E-01
-0.4828E-00 -0.0836E-01 -0.0859E-01 0.1772E-01 0.1270E-01

TISK Q:

0.5630E-00 0.1372E-00 0.1395E-00 0.2300E-00 0.2046E-01
-0.4194E-02 0.2552E-00 0.1251E-00 0.6625E-01 0.5463E-02
-0.1808E-02

TISK P: -0.7000E-03

TISK C:

0.1165E 01	0.9851E 01	0.1035E 00	-0.4181E 00	-0.1333E-01
-0.4677E 00	-0.6814E 01	-0.7020E-01	0.1766E 01	0.6728E-02

TISK Q:

0.5260E 00	0.1233E 00	0.1677E 00	0.2321E 00	0.2246E-01
-0.4738E-02	0.2787E 00	0.1532E 00	0.6531E-01	0.6271E-02
-0.1934E-02				

TISK P: -0.6816E 03

TISK C:

0.1203E 01	0.1435E 00	0.1478E 00	-0.4341E 00	-0.2847E-01
-0.5020E 00	-0.1024E 00	-0.1061E 00	0.1779E 01	0.2031E-01

TISK Q:

0.4913E 00	0.1132E 00	0.1941E 00	0.2345E 00	0.2454E-01
-0.5325E-02	0.3011E 00	0.1803E 00	0.6476E-01	0.7126E-02
-0.2070E-02				

TISK P: -0.7107E 03

TISK C:

0.1242E 01	0.1884E 00	0.1920E 00	-0.4502E 00	-0.4361E-01
-0.5363E 00	-0.1386E 00	-0.1410E 00	0.1791E 01	0.3389E-01

TISK Q:

0.5299E 00	0.1244E 00	0.1645E 00	0.2319E 00	0.2220E-01
-0.4664E-02	0.2759E 00	0.1501E 00	0.6557E-01	0.6226E-02
-0.1927E-02				

TISK P: -0.6900E 03

TISK C:

0.1199E 01	0.1384E 00	0.1428E 00	-0.4324E 00	-0.2678E-01
-0.4982E 00	-0.0945E 01	-0.1021E 00	0.1777E 01	0.1879E-01

TISK Q:

0.5118E 00	0.1189E 00	0.1785E 00	0.2333E 00	0.2347E-01
-0.5020E-02	0.2872E 00	0.1640E 00	0.6537E-01	0.6805E-02
-0.2043E-02				

TISK P: -0.7032E 03

TISK C:

0.1219E 01	0.1613E 00	0.1653E 00	-0.4405E 00	-0.3449E-01
-0.5156E 00	-0.1174E 00	-0.1203E 00	0.1784E 01	0.2571E-01

TISK Q:

0.4786E 00	0.1092E 00	0.2040E 00	0.2351E 00	0.2512E-01
-0.5478E-02	0.3057E 00	0.1900E 00	0.6468E-01	0.7584E-02
-0.2159E-02				

TISK P: -0.7137E 03

TISK C:

0.1257E 01	0.2063E 00	0.2090E 00	-0.4565E 00	-0.4963E-01
-0.5499E 00	-0.1527E 00	-0.1562E 00	0.1796E 01	0.3929E-01

TISK Q:

0.4481E 00	0.0923E 01	0.2278E 00	0.2370E 00	0.2658E-01
-0.5875E-02	0.3315E 00	0.2160E 00	0.6419E-01	0.7965E-02
-0.2156E-02				

TISK P: -0.7300E 03

TISK C:

0.1296E 01	0.2512E 00	0.2538E 00	-0.4726E 00	-0.6476E-01
-0.5842E 00	0.1879E 00	-0.1920E 00	0.1809E 01	0.5287E-01

TISK Q:

0.5325E 00	0.1248E 00	0.1622E 00	0.2318E 00	0.2219E-01
-0.4666E-02	0.2743E 00	0.1480E 00	0.6554E-01	0.6134E-02
-0.1917E-02				

TISK P: -0.6930E 03

TISK C:

0.1196E 01	0.1351E 00	0.1395E 00	-0.4312E 00	-0.2565E-01
-0.4956E 00	-0.9684E-01	-0.9939E-01	0.1776E 01	0.1778E-01

TISK Q:

0.5932E 00	0.1394E 00	0.1176E 00	0.2284E 00	0.1837E-01
-0.3586E-02	0.2378E 00	0.1036E 00	0.6612E-01	0.4461E-02
-0.1621E-02				

TISK P: -0.7027E 03

TISK C:

0.1136E 01	0.6461E-01	0.7017E-01	-0.4061E 00	-0.1912E-02
-0.4419E 00	-0.4156E-01	-0.4310E-01	0.1757E 01	-0.3513E-02

TISK Q:

0.5401E 00	0.1271E 00	0.1570E 00	0.2312E 00	0.2162E-01
-0.4502E-02	0.2698E 00	0.1425E 00	0.6544E-01	0.5905E-02
-0.1872E-02				

TISK P: -0.7040E 03

TISK C:

0.1188E 01	0.1261E 00	0.1306E 00	-0.4279E 00	-0.2261E-01
-0.4887E 00	-0.8974E-01	-0.9217E-01	0.1774E 01	0.1505E-01

TISK Q:

0.5046E 00	0.1170E 00	0.1841E 00	0.2335E 00	0.2371E-01
-0.5096E-02	0.2926E 00	0.1696E 00	0.6511E-01	0.6851E-02
-0.2036E-02				

TISK P: -0.7125E 03

TISK C:

0.1227E 01	0.1710E 00	0.1749E 00	-0.4440E 00	-0.3774E-01
-0.5230E 00	-0.1250E 00	-0.1280E 00	0.1787E 01	0.2863E-01

TISK Q:

0.5717E 00	0.1354E 00	0.1326E 00	0.2297E 00	0.1984E-01
-0.3995E-02	0.2499E 00	0.1187E 00	0.6623E-01	0.5203E-02
-0.1701E-02				

TISK P: -0.6911E 03

TISK C:

0.1156E 01	0.8828E-01	0.9346E-01	-0.4145E 00	-0.9884E-02
-0.4599E 00	-0.6012E-01	-0.6204E-01	0.1763E 01	0.3638E-02

TISK Q:

0.5340E 00	0.1256E 00	0.1614E 00	0.2317E 00	0.2205E-01
-0.4625E-02	0.2735E 00	0.1469E 00	0.6535E-01	0.6073E-02
-0.1902E-02				

TISK P: -0.6874E 03

TISK C:

0.1194E 01	0.1372E 00	0.1377E 00	-0.4305E 00	-0.2502E-01
-0.4942E 00	-0.9577E-01	-0.9790E-01	0.1776E 01	0.1722E-01

TISK Q:

0.5486E 00	0.1297E 00	0.1504E 00	0.2306E 00	0.2132E-01
-0.4423E-02	0.2641E 00	0.1357E 00	0.6590E-01	0.5753E-02
-0.1854E-02				

TISK P: -0.6822E 03

TISK C:

0.1179E 01	0.1153E 00	0.1201E 00	-0.4241E 00	-0.1899E-01
-0.4805E 00	-0.8131E-01	-0.8360E-01	0.1771E 01	0.1180E-01

TISK Q:

0.5501E 00	0.1296E 00	0.1493E 00	0.2310E 00	0.2122E-01
-0.4424E-02	0.2631E 00	0.1340E 00	0.6596E-01	0.5692E-02
-0.1842E-02				

TISK P: -0.7012E 03

TISK C:

0.1178E 01	0.1137E 00	0.1185E 00	-0.4235E 00	-0.1845E-01
-0.4793E 00	-0.8006E-01	-0.8233E-01	0.1770E 01	0.1132E-01

TISK Q:

0.5420E 00	0.1273E 00	0.1558E 00	0.2311E 00	0.2141E-01
-0.4451E-02	0.2686E 00	0.1411E 00	0.6581E-01	0.5951E-02
-0.1897E-02				

TISK P: -0.6994E 03

TISK C:

0.1187E 01	0.1240E 00	0.1280E 00	-0.4272E 00	-0.2192E-01
-0.4872E 00	-0.8816E-01	-0.9056E-01	0.1773E 01	0.1444E-01

TISK Q:

0.5457E 00	0.1284E 00	0.1528E 00	0.2312E 00	0.2151E-01
-0.4482E-02	0.2659E 00	0.1380E 00	0.6586E-01	0.5905E-02
-0.1889E-02				

TISK P: -0.6887E 03

TISK C:

0.1182E 01	0.1189E 00	0.1236E 00	-0.4254E 00	-0.2021E-01
-0.4833E 00	-0.8416E-01	-0.8650E-01	0.1772E 01	0.1290E-01

TISK D1=GRADIENT: 0.2117E 04

TISK G:

0.3852E 00	0.4488E 00	0.4415E 00	-0.1609E 00	-0.1524E 00
-0.3430E 00	-0.3527E 00	-0.3580E 00	0.1284E 00	0.1373E 00

TISK VYSLEDNEHO C:

0.1182E 01	0.1189E 00	0.1236E 00	-0.4254E 00	-0.2021E-01
-0.4833E 00	-0.8416E-01	-0.8650E-01	0.1772E 01	0.1290E-01

TISK VYSLEDNEHO Q:

0.5457E 00	0.1284E 00	0.1528E 00	0.2312E 00	0.2151E-01
-0.4482E-02	0.2659E 00	0.1380E 00	0.6586E-01	0.5905E-02
-0.1889E-02				