

*Západočeská univerzita  
Fakulta aplikovaných věd  
Ústav fyzikálního inženýrství*

Ing. Petr HORA, CSc.

**R A Y s**

-

soubor programů pro výpočty  
zobecněnou paprskovou metodou

Číslo zprávy : 138VP

Číslo kopie :

Vedoucí grantu : Ing. Petr HORA, CSc.

Ředitel ústavu : Doc. Ing. Miroslav BALDA, DrSc.

---

Plzeň, květen 1996

## ROZDĚLOVNÍK :

Výtisk číslo :	1	archivní výtisk	
	2	knihovna ÚFY FAV ZČU	
	3	Ing. Michal LANDA, CSc.	ÚT AV ČR
	4	Ing. Zdeněk PŘEVOROVSKÝ, CSc.	ÚT AV ČR
	5	Ing. Jiří PÁTEK	ÚFY FAV ZČU
	6	Ing. František VALEŠ, CSc.	ÚFY FAV ZČU
	7	Ing. Petr HORA, CSc.	ÚFY FAV ZČU

# Obsah

<b>OBSAH</b>	<b>3</b>
<b>ÚVOD</b>	<b>4</b>
<b>POPIS PROGRAMU - JEHO OVLÁDÁNÍ A FUNKCE</b>	<b>5</b>
<b>Nová úloha</b>	<b>5</b>
<b>Existující úloha</b>	<b>6</b>
Definice úlohy	6
Generování paprsků	7
Výpočet odezvy - skupiny	7
Výpočet odezvy - paprsky	8
Návrat do Hlavního menu	8
<b>Ukončení programu</b>	<b>8</b>
<b>POMOCNÉ PROGRAMY</b>	<b>9</b>
SUM_SEG.EXE	9
SUM_RAY.EXE	9
ARROW.EXE	9
NIGHT.BAT	9
<b>KONKRÉTNÍ PŘÍKLAD</b>	<b>10</b>
<b>OBSAH PŘILOŽENÉ DISKETY</b>	<b>12</b>
<b>DODATEK A: STRUKTURA SOUBORU PROBLEM.DAT</b>	<b>13</b>
<b>DODATEK B: STRUKTURA SOUBORU RAYPATHS.DAT</b>	<b>14</b>

## Úvod

Tato zpráva vznikla na základě podpory grantu GA ČR č. 101/94/0971 *Nové metody vyhodnocování signálů akustické emise* (řešitel Ing. Petr HORA, CSc.). Tento grant se řeší v ÚFY FAV ZČU v Plzni a ÚT AV ČR v Praze.

Soubor programů RAYs slouží ke stanovení vertikálních a radiálních posuvů ve vrstevnatém lineárním izotropním homogenním prostředí pomocí teorie zobecněného paprsku. (Teoretické pozadí je uvedeno ve zprávě: Hora, P.: *Teorie zobecněného paprsku a analýza tranzientních vln ve vícevrstevném pevném tělese*. 114VP, ÚTSSK ČSAV, Plzeň, 1992.) RAYs pracuje se šesti typy zdrojů buzení: bodová nebo přímková exploze pod povrchem, bodová nebo přímková vertikální síla pod povrchem, bodová nebo přímková vertikální síla na povrchu. Posuvy lze stanovovat kdekoli, tj. na povrchu i uvnitř tělesa.

Požadavky na hardware i software jsou minimální: 1MB RAM, 1MB volného místa na pevném disku, grafická karta EGA nebo VGA a operační systém MS-DOS.

Součástí zprávy je disketa zahrnující soubor programů RAYs včetně zdrojových kódů.

V Plzni 30. května 1996

.....

Ing. Petr HORA, CSc.

## Popis programu - jeho ovládání a funkce

Soubor programů RAYs obsahuje těchto pět nejdůležitějších programů:

problem gener select respons1 respons2

které lze spouštět samostatně nebo lze využít program menu, který je spouští za vás.

Dále si uvedeme pouze použití programu menu. Po zadání příkazu menu, za kterým musí následovat název adresáře, ve kterém jsou podadresáře obsahující soubory s popisem dané úlohy; např. menu c:\users\michal\rays, se objeví *Hlavní menu*

<b><i>Hlavní menu</i></b>
<b>Nová úloha</b>
<b>Existující úloha</b>
<b>Ukončení programu</b>

ze kterého si vybereme příslušnou nabídku.

Nyní probereme podrobně jednotlivé nabídky :

---

### Nová úloha

---

Po volbě **Nová úloha** v *Hlavním menu* se spustí program problem, který nás vyzve k zadání názvu nové úlohy, což je zároveň název nového adresáře, do kterého se budou ukládat soubory s popisem úlohy a s výsledky. Na název nové úlohy jsou kladena stejná omezení jako na název adresáře; tj. nesmí se používat mezera, tečka, hvězdička, otazník atd.

Dále se program zeptá na parametry úlohy, což je:

- počet vrstev (*maximálně 5*)
- rychlost P-vln v jednotlivých vrstvách
- rychlost S-vln v jednotlivých vrstvách
- hustota jednotlivých vrstev
- tloušťka jednotlivých vrstev
- hloubka zdroje pod povrchem

- hloubka přijímače pod povrchem
- vzdálenost přijímače od osy z

**Poznámka:** Při zadání vstupních hodnot v SI jednotkách je výsledek opět v SI jednotkách. Při zadání vstupních hodnot v mm (délky),  $\mu\text{s}$  (časy),  $\text{mm}/\mu\text{s}$  (rychlosti) a  $\text{g}/\text{cm}^3$  (hustoty) je výsledek v  $\mu\text{s}$  (časy) a  $\mu\text{m}$  (posuvy).

Po vyplnění parametrů úlohy je program uloží do souboru *problem.dat* (viz Dodatek A), ukončí svoji činnost a my se vrátíme do *Hlavního menu*.

---

## Existující úloha

---

Po volbě **Existující úloha** v *Hlavním menu* se objeví seznam adresářů, ve kterých jsou soubory s popisem jednotlivých úloh a kam se také ukládají výsledky a mezivýsledky výpočtu.

Po zvolení požadované úlohy se objeví menu *Výběr akce*:

<b>Výběr akce</b>
<b>Definice úlohy</b>
<b>Generování paprsků</b>
<b>Výpočet odezvy - skupiny</b>
<b>Výpočet odezvy - paprsky</b>
<b>Návrat do Hlavního menu</b>

## Definice úlohy

Akce, které následují po volbě **Definice úlohy**, jsou totožné s akcemi po volbě **Nová úloha** z *Hlavního menu*; tj. spustí se program *problem*, který se zeptá na parametry úlohy a následně je uloží do souboru *problem.dat*.

Po modifikaci parametrů úlohy nás program vrátí do menu *Výběr akce*.

## Generování paprsků

Po této volbě se spustí programy `gener` a `select`, které vypíší tabulku časů příchodů prvních a posledních paprsků, které se skládají z 1 až 20 segmentů.

Podle uvažovaného časového úseku odezvy zvolíme maximální počet segmentů a maximální čas příchodu.

Poté se vygenerují potřebné paprsky a vzniknou soubory: `maxtime.dat` (obsahuje hodnotu maximálního času příchodu), `raypaths.dat` (obsahuje popis uvažovaných paprsků - cesta a okamžik příchodu, viz Dodatek B), `arrivals.old` (obsahuje časy příchodů paprsků) a `arrivals.dat` (obsahuje seříděné časy příchodů paprsků).

Po vygenerování paprsků nás program vrátí do menu *Výběr akce*.

## Výpočet odezvy - skupiny

Po této volbě se spustí program `respons1`, který nás vyzve k zadání parametrů výpočtu, což je:

- Uvažovaná doba odezvy
  - minimální doba odezvy
  - maximální doba odezvy
  - přírůstek času
- Typ zdroje
  - bodová exploze pod povrchem
  - bodová vertikální síla pod povrchem
  - bodová vertikální síla na povrchu
  - přímková exploze pod povrchem
  - přímková vertikální síla pod povrchem
  - přímková vertikální síla na povrchu

- Typ přijímače
  - vertikální výchylka pod povrchem
  - radiální výchylka pod povrchem
  - vertikální výchylka na povrchu
  - radiální výchylka na povrchu

Po ukončení výpočtu vzniknou soubory: **result.dat** (obsahuje parametry výpočtu) a **suma.1**, **suma.2**, **suma.3** atd. (obsahují příspěvky od paprsků, které mají daný počet segmentů; jde o textové soubory se dvěma sloupci čísel - čas a výchylka).

Po výpočtu nás program vrátí do menu *Výběr akce*.

### **Výpočet odezvy - paprsky**

Po této volbě se spustí program **respons2**, který nás vyzve k zadání parametrů výpočtu, viz

#### **Výpočet odezvy - skupiny.**

Po ukončení výpočtu vzniknou soubory: **result.dat** (obsahuje parametry výpočtu) a **1**, **2**, **3** atd. (obsahují příspěvky od jednotlivých paprsků; jde o textové soubory se dvěma sloupci čísel - čas a výchylka).

Po výpočtu nás program vrátí do menu *Výběr akce*.

### **Návrat do Hlavního menu**

Program nás vrátí do *Hlavního menu* .

---

### **Ukončení programu**

---

Po volbě **Ukončení programu** v *Hlavním menu* se nás program zeptá, zda-li to myslíme vážně. Pokud ano, tak se program ukončí.



## Pomocné programy

Kromě hlavních částí obsahuje RAYs ještě čtyři pomocné programy, které si zde v krátkosti popíšeme.

---

### SUM\_SEG.EXE

---

Tento program slouží pro součet příspěvků od jednotlivých n-segmentových paprsků, tj. příspěvků vytvořených po volbě **Výpočet odezvy - skupiny**. Program si sám najde příslušné soubory suma.1, suma.2, suma.3 atd. a sečte je.

---

### SUM\_RAY.EXE

---

Tento program slouží pro součet příspěvků od jednotlivých paprsků, tj. příspěvků vytvořených po volbě **Výpočet odezvy - paprsky**. Program si sám najde příslušné soubory 1, 2, 3 atd. a sečte je.

---

### ARROW.EXE

---

Tento program načte soubor arrivals.old, seřídí paprsky podle příchodů a vytvoří soubor arrow.dat, jehož řádky se skládají z doby příchodu paprsku, nuly a názvu paprsku.

---

### NIGHT.BAT

---

Tento dávkový soubor slouží k zadání několika výpočtů za sebou bez nutnosti interaktivně zadávat parametry výpočtu.

## Konkrétní příklad

### Úloha :

Nalézt vertikální výchylku na povrchu ocelové desky o tloušťce 45 mm, která je buzena kolmou bodovou povrchovou silou se skokovou časovou závislostí (Heaviside). Vzdálenost buzení od snímače je 45 mm.

### Řešení :

- 1) Zadáme příkaz **menu** následovaný parametrem, jenž má význam adresáře, ve kterém jsou podadresáře obsahující soubory s popisem příslušné úlohy; např. menu c:\users\michal\rays.  
Potom se objeví *Hlavní menu*.
- 2) V *Hlavním menu* zvolíme položku **Nová úloha**.
- 3) Zadáme název úlohy, např. OC45UP45.
- 4) Zadáme parametry problému. V našem problému:

```

Popis vrstev
=====
Pocet vrstev : 1

Rychlost P-vln :      5950
Rychlost S-vln :      3180
Hustota       :      7800
Tloustka      :      0.045

Umisteni zdroje
=====
Hloubka zdroje pod povrchem : 0

Umisteni prijimace
=====
Hloubka prijimace pod povrchem : 0
Vzdalenost prijimace od osy z  : 0.045

```

Potom se objeví *Hlavní menu*.

- 5) V *Hlavním menu* zvolíme položku **Existující úloha**.
- 6) Vybereme úlohu OC45UP45. Potom se objeví menu *Výběr akce*.
- 7) V menu *Výběr akce* zvolíme položku **Generování paprsků**. Následně se vypíše tabulka časů příchodů prvních a posledních paprsků, které se skládají z 1 až 20 segmentů.

Pocet segmentu	Prvni prichod	Posledni prichod
1	7.56302521008E-0006	1.41509433962E-0005
2	1.69114384853E-0005	3.16424713797E-0005
3		
4	3.11831517904E-0005	5.83458343248E-0005
5		
6	4.60040863636E-0005	8.60768282589E-0005
7		
8	6.09750586006E-0005	1.14088553042E-0004
9		
10	7.60074626807E-0005	1.42215221054E-0004
11		
12	9.10708833690E-0005	1.70399923285E-0004
13		
14	1.06152117335E-0004	1.98617955391E-0004
15		
16	1.21244517544E-0004	2.26856880310E-0004
17		
18	1.36344375963E-0004	2.55109760056E-0004
19		
20	1.51449461807E-0004	2.83372420677E-0004

Podle uvažovaného časového úseku odezvy zadáme maximální počet segmentů a maximální čas příchodu, např. maximální počet segmentů 12 a maximální čas příchodu 100e-6 s. Potom se vygenerují příslušné paprsky a objeví menu *Výběr akce*.

8) V menu *Výběr akce* zvolíme položku **Výpočet odezvy - skupiny**.

9) Zadáme parametry výpočtu. V našem případě :

```

Minimalni doba odezvy : 5e-6
Maximalni doba odezvy : 100e-6
Prirustek casu : 0.5e-6
Typ zdroje : bodova vertikalni sila na povrchu
Typ prijimace : vertikalni vychylka na povrchu
    
```

10) Po ukončení výpočtu jsme v menu *Výběr akce*, kde zvolíme položku **Návrat do Hlavního menu**.

11) V *Hlavním menu* zvolíme položku **Ukončení programu**.

12) Programem `sum_seg.exe` sečteme jednotlivé příspěvky.

## Obsah příložené diskety

Příložená disketa obsahuje veškeré již výše zmíněné programy včetně svých zdrojových kódů v jazyce Pascal, tj.:

menu.exe	menu.pas
problem.exe	problem.pas
gener.exe	gener.pas
select.exe	select.pas
respon1.exe	respons1.pas
respons2.exe	respons2.pas
sum_seg.exe	sum_seg.pas
sum_ray.exe	sum_ray.pas
arrow.exe	arrow.pas
night.bat	

Navíc disketa obsahuje tpu-jednotku pro výpočty v komplexním oboru se svým zdrojovým kódem :

complex.tpu	complex.pas
-------------	-------------

Na disketě jsou též adresáře obsahující zadání a výsledky úlohy řešené v předchozí kapitole a několik podobných úloh.

## Dodatek A: Struktura souboru PROBLEM.DAT

Textový soubor problem.dat obsahuje parametry úlohy a má následující formát:

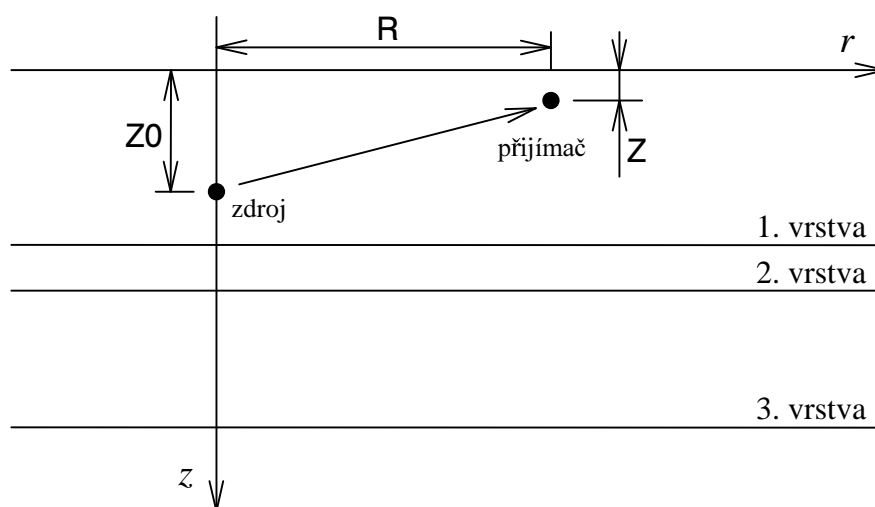
počet vrstev	
rychlost P-vlny v 1. vrstvě	rychlost S-vlny v 1. vrstvě
rychlost P-vlny ve 2. vrstvě	rychlost S-vlny ve 2. vrstvě
.....	.....
rychlost P-vlny v n-té vrstvě	rychlost S-vlny v n-té vrstvě
hustota 1. vrstvy	
hustota 2. vrstvy	
.....	
hustota n-té vrstvy	
tloušťka 1. vrstvy	z-ová souřadnice spodního povrchu 1. vrstvy
tloušťka 2. vrstvy	z-ová souřadnice spodního povrchu 2. vrstvy
.....	.....
tloušťka n-té vrstvy	z-ová souřadnice spodního povrchu n-té vrstvy
Z0 R Z	
vrstva zdroje	vrstva přijímače (0 = horní povrch, <0 = rozhraní)

Tedy např.

```

1
6000 3500
7800
0.05 0.05
0 10 0
0 0

```



## Dodatek B: Struktura souboru RAYPATHS.DAT

Textový soubor raypaths.dat obsahuje popis uvažovaných paprsků a má následující formát :

maximální doba odezvy

název paprsku

čas příchodu paprsku

bod na imaginární ose komplexní roviny odpovídající příchodu paprsku

z-ový průmět P-segmentů v 1. vrstvě                      z-ový průmět S-segmentů v 1. vrstvě

z-ový průmět P-segmentů ve 2. vrstvě      z-ový průmět S-segmentů ve 2. vrstvě

.....  
z-ový průmět P-segmentů v n-té vrstvě      z-ový průmět S-segmentů v n-té vrstvě

kolikrát se daný paprsek uvažuje

atd.

Tedy např.

1.0000000000000000E-0004

s1¶1

1.0084033613445378E-0005

1.6806722689075630E-0004

0.000 0.000

1

p1

1.0084033613445378E-0005

1.6806722689075630E-0004

0.000 0.000

1

s1¶1S1

3.4004723292034275E-0005

1.6806722689075630E-0004

0.000 0.090

1

p1S1

2.5586069486120485E-0005

1.1510986596214263E-0004

0.045 0.045

1

. . . . .