



VI. česko-slovenská konference Doprava, zdraví a životní prostředí

10. 11. – 11. 11. 2012 – Brno

RNDr. Jiří Huzlík

Metodika kvantifikace emisí statistickými metodami



Úvod

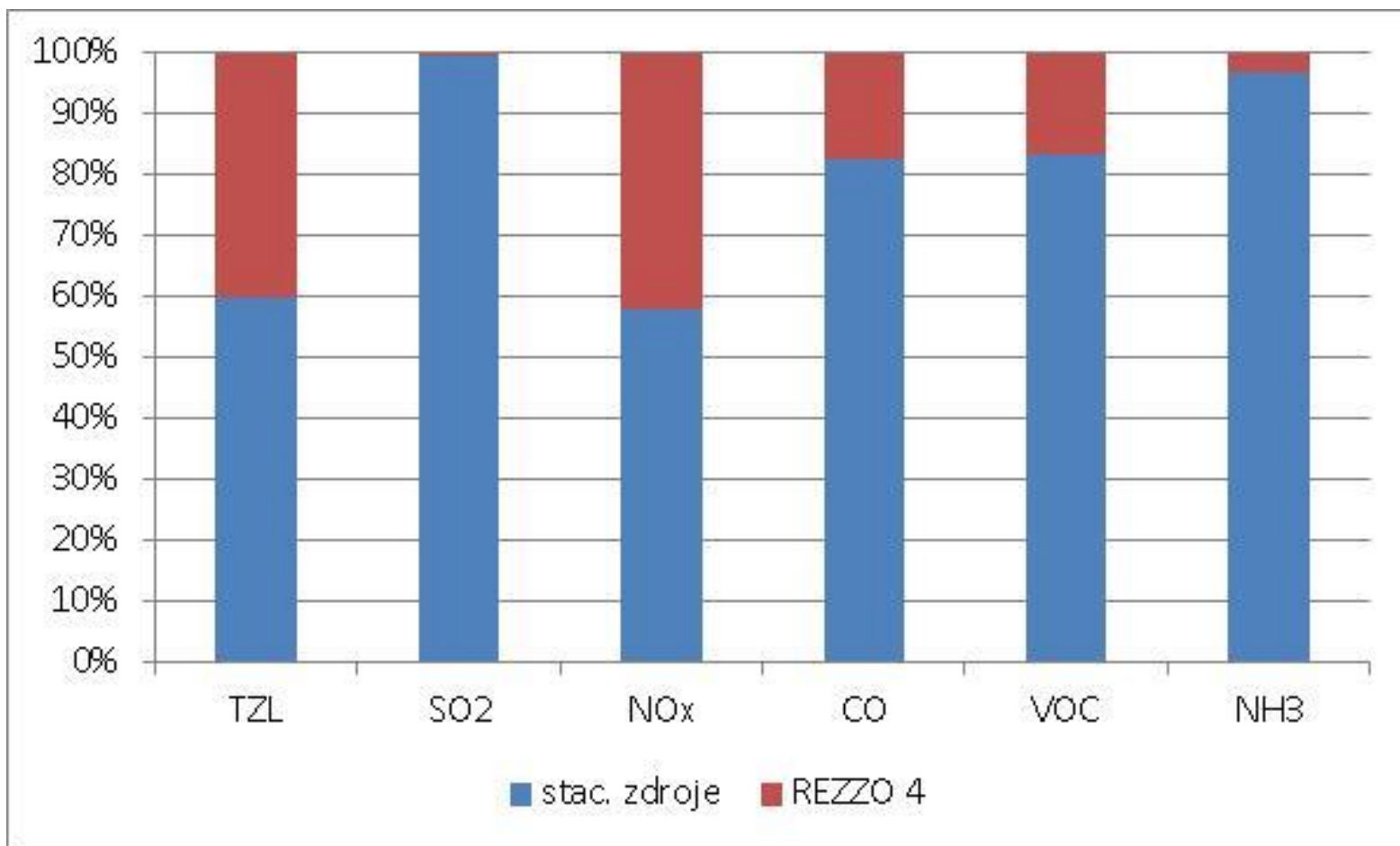
Východiska pro tvorbu metodiky

- výsledky měření chemického složení škodlivin v ovzduší
 - využití statistických metod a receptorového modelování
- => kvantifikace příspěvků emisních zdrojů k imisím

Základní dělení škodlivin

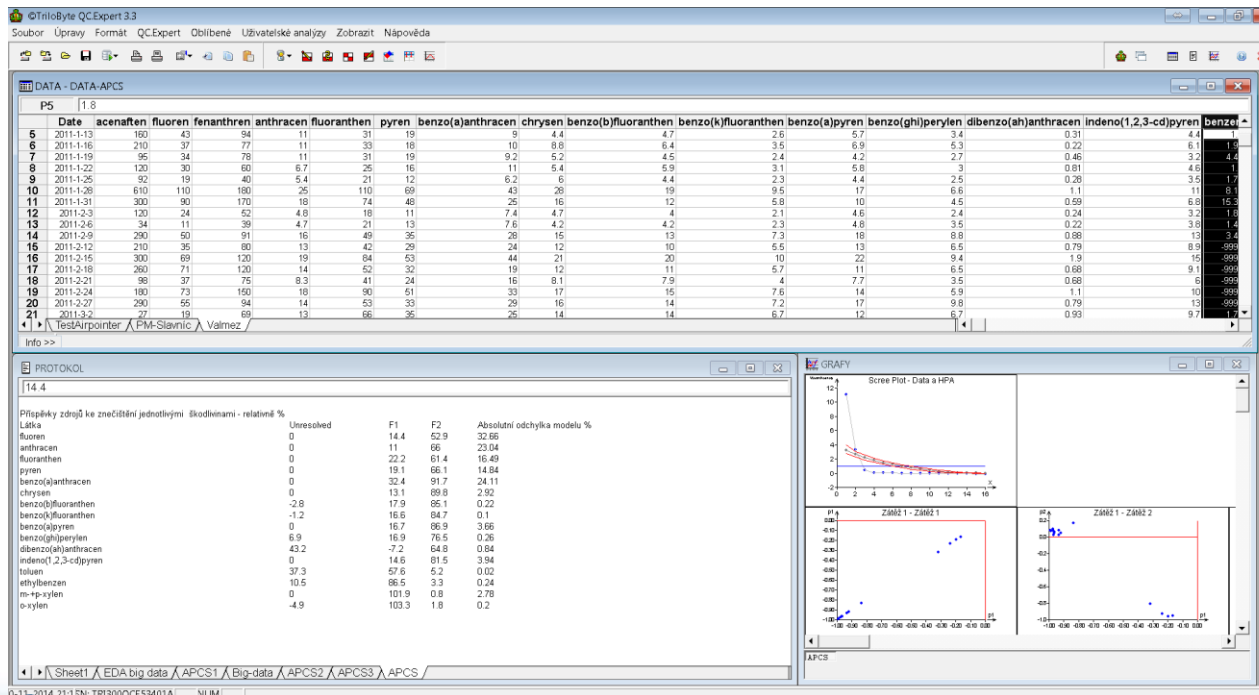
- **skleníkové plyny** - oxid uhličitý (CO_2), methan (CH_4), oxid dusný (N_2O)
- **látky, na které se vztahují emisní limity** - oxid uhelnatý (CO), oxidy dusíku (NO_x), těkavé organické látky s výjimkou methanu (NMVOC, HC), pevné částice suspendované v ovzduší (PM)
- **látky nelimitované**, s toxickými účinky na lidské zdraví - olovo (Pb), oxid siřičitý (SO_2), polycyklické aromatické uhlovodíky (PAH), ozón (O_3) atd.
- možnost zahrnutí **dalších látek** do hodnocení (EC, OC, nitráty, ...)

Podíl dopravy na emisích v roce 2013 (kt.rok⁻¹)



Použité metody a SW

- faktorová analýza (FA)
- vícerozměrná regrese (MRA)
- QC.Expert, (TriloByte Statistical Software, s.r.o. - ČR) verze 3.3 nebo vyšší
- implementace jazyka DARWin



Princip faktorové analýzy

	p1	p2	p3	p4	p5	p6
m1						
m2		Y				
m3						
m4						
m5						
m6						
m7						
m8						
m9						
m10						
m11						

	f1	f2	f3
m1			
m2	F		
m3			
m4			
m5			
m6			
m7			
m8			
m9			
m10			
m11			

	f1	f2	f3
p1			
p2	Λ		
p3			
p4			
p5			
p6			

$$Y = \frac{X - X_0}{S}$$

Princip faktorové analýzy

	p1	p2	p3	p4	p5	p6
m1						
m2						
m3		E				
m4						
m5						
m6						
m7						
m8						
m9						
m10						
m11						

$$\mathbf{Y} = \mathbf{\Lambda} \cdot \mathbf{F} + \mathbf{E}$$

$$\mathbf{R} = \text{cor}(\mathbf{Y}) = \mathbf{\Lambda} \cdot \mathbf{\Lambda}' + \text{var}(\mathbf{E})$$

Vhodnost a parametry faktorové analýzy

- Kaiserova – Meierova – Olkinova statistika (KMO statistika) >0.5
- Bartlettův test sféricity $p < 0.05$
- Kritérium MSA pro i -tou proměnnou

KMO statistika	použití faktorové analýzy
0,90 – 1,00	vynikající
0,80 – 0,89	chvályhodné
0,70 – 0,79	středně užitečné
0,60 – 0,69	průměrné
0,50 – 0,59	špatné
0,00 – 0,49	nepřijatelné

Počet faktorů

- Kaiserovo kritérium
- Hornova paralelní analýza
- Vyloučení triviálních faktorů

Metoda APCS

APCS = Absolute Principal Component Score

- využití transformované matice F
- lineární regresní analýza APCS proti jednotlivým proměnným
- testování statistické významnosti korelačních koeficientů

$$p_i = a_0 + \sum a_j \cdot APCS_j$$

Příklad vstupní datové matice

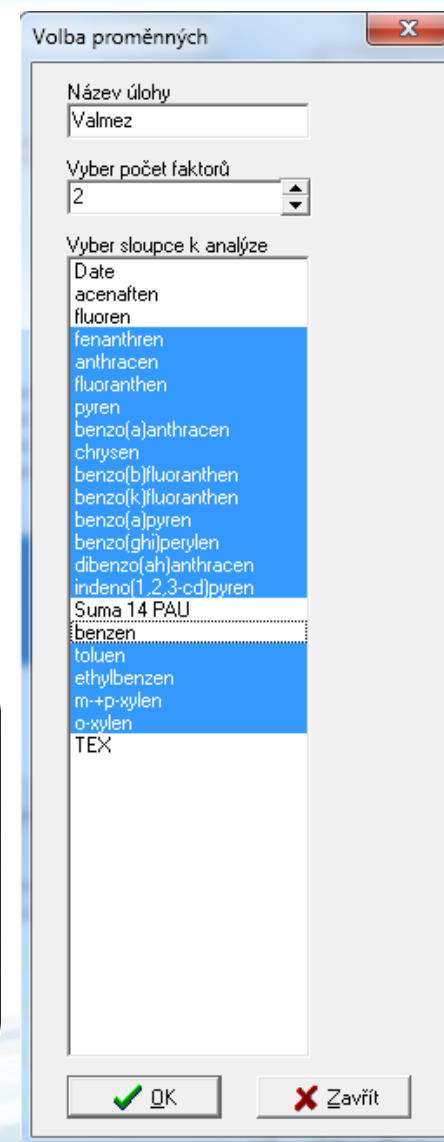
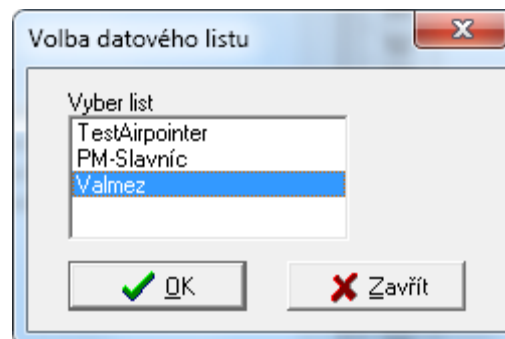
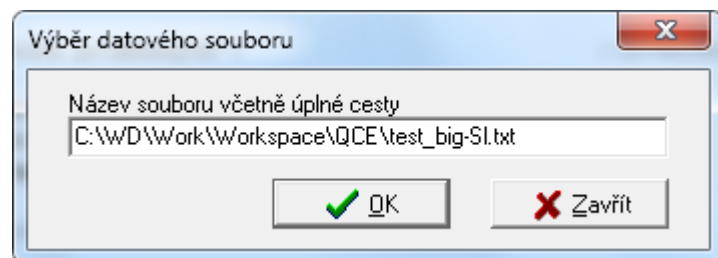
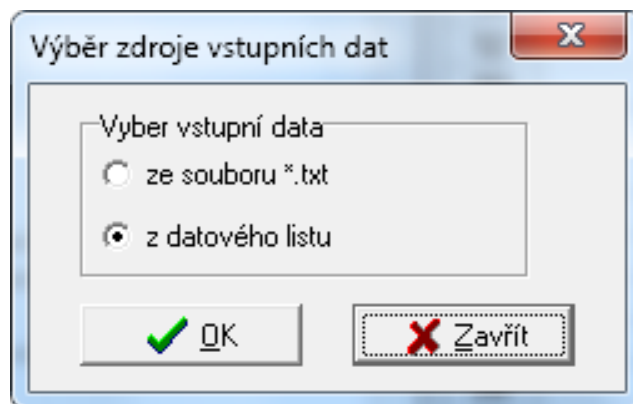
Date	ace	flu	bap	bghipe	bzn	tol	oxy	TEX
01/01/2011	89	26	3.2	1.6	1.61	6.48	1.82	14.09
04/01/2011	140	34	5.1	3	4.08	6.98	2.24	15.97
...
03/02/2011	120	24	4.6	2.4	1.85	7.07	3.32	20.34
06/02/2011	34	11	4.8	3.5	1.45	7.11	2.69	18.11
09/02/2011	290	50	18	8.8	3.49	11.98	6.64	37.9
12/02/2011	210	35	13	6.5	-9999	-9999	-9999	-9999
15/02/2011	300	69	22	9.4	-9999	-9999	-9999	-9999
18/02/2011	260	71	11	6.5	-9999	-9999	-9999	-9999
21/02/2011	98	37	7.7	3.5	-9999	-9999	-9999	-9999
24/02/2011	180	73	14	5.9	-9999	-9999	-9999	-9999
27/02/2011	290	55	17	9.8	-9999	-9999	-9999	-9999
02/03/2011	27	19	12	6.7	1.74	4.91	1.84	12.65
05/03/2011	59	22	4	2	2.24	6.25	2.83	17.32
08/03/2011	88	20	7.7	4	1.38	4.47	1.59	10.89
11/03/2011	57	16	4.2	2.4	0.95	5.63	1.96	13.94
14/03/2011	93	23	3	2.1	0.94	6.19	2.36	16.22
...
...
24/12/2011	88	16	2.2	1.2	2.56	5.98	1.34	12.39
27/12/2011	160	29	6.5	3.3	0.8	7.03	1.77	15.23
30/12/2011	76	39	2.5	1.2	0.86	5.28	1.1	10.54

Skript APCS_1.0.qcf v prostředí DARWin

The screenshot displays the QcExpert 3.3 software interface. The main window is titled "QcExpert 3.3 - [DARWin - D:\Work\Workspace\QCE\APCS_1.0.qcf]". The menu bar includes "Soubor", "Úpravy", "Skript", "DARWin", "Zobrazit", and "Nápověda". The toolbar contains icons for file operations and execution. The left pane shows the script "APCS_1.0.qcf" with the following content:

```
1 //Faktorová analýza
2 /*
3 Používá funkce:
4 NoczMatr - pro studentizaci vstupních dat
5 GPForth - pro rotaci Varimax
6 partCorr - pro výpočet parciálních korelací (nutné pro testy MSA a KMO)
7 */
8 t1=strdatetime(0) //datum a čas začátku výpočtu
9 uloha="Název úlohy"
10
11 //Výběr umístění datové matice
12 // (Datový list 2, soubor = big data - 1)
13 @dp=list(colwidth=180, ncols=1,
14 name="Výběr zdroje vstupních dat");
15 @dlg0=dialog(dlgpars=dp, D-list(type="radiobuttons",
16 val=2, label="Výběr vstupní data",
17 labels=vec("ze souboru *.txt", "z datového listu"));
18 if(eq(dlg0$D,1)) //##platí pro big data
19 {
20 @dp=list(colwidth=300, ncols=1,
21 name="Výběr datového souboru");
22 //Dialogové okno pro vstup datového listu Big
23 @dlg1=dialog(dlgpars=dp,
24 E-list(type="editstr", val="C:\",
25 label="Název souboru včetně úpiné cesty");
26 import(h,dlg1$E)
27 s=trans(h$1,1)
28 pocetsloupcu=rows(s) //##načtení počtu proměnných v listu
29 pom=vec(1:pocetsloupcu) //##definice použitých proměnných
30 }
31 dp=list(colwidth=140, ncols=1, name="Volba proměnných") //##podmínky pro dialogové okno
32 @dlg2=dialog(dlgpars=dp, L-list(type="editstr",
33 val=DLG1$E, label="uloha", H-list(type="spinner",
34 val=1:prod(dim(s)), label="Výběr počet faktorů"),
35 F-list(type="selectmulti", val=s, rows=pocetsloupcu,
36 label="Výběr sloupce k analýze"));
37 //Cyklus pro výběr sloupců k analýze podle zadání v dialogovém okně
38 i=1;j=1;k=1
39 while (le(j,pocetsloupcu))
40 {
41 while (and(eq(dlg2$F[i],s$1),le(k,pocetsloupcu)))
42 {
43 while (le(j,pocetsloupcu))
44 {
45 while (le(k,pocetsloupcu))
46 {
47 while (le(j,pocetsloupcu))
48 {
49 while (le(k,pocetsloupcu))
50 {
51 while (le(j,pocetsloupcu))
52 {
53 while (le(k,pocetsloupcu))
54 {
55 while (le(j,pocetsloupcu))
56 {
57 while (le(k,pocetsloupcu))
58 {
59 while (le(j,pocetsloupcu))
60 {
61 while (le(k,pocetsloupcu))
62 {
63 while (le(j,pocetsloupcu))
64 {
65 while (le(k,pocetsloupcu))
66 {
67 while (le(j,pocetsloupcu))
68 {
69 while (le(k,pocetsloupcu))
70 {
71 while (le(j,pocetsloupcu))
72 {
73 while (le(k,pocetsloupcu))
74 {
75 while (le(j,pocetsloupcu))
76 {
77 while (le(k,pocetsloupcu))
78 {
79 while (le(j,pocetsloupcu))
80 {
81 while (le(k,pocetsloupcu))
82 {
83 while (le(j,pocetsloupcu))
84 {
85 while (le(k,pocetsloupcu))
86 {
87 while (le(j,pocetsloupcu))
88 {
89 while (le(k,pocetsloupcu))
90 {
91 while (le(j,pocetsloupcu))
92 {
93 while (le(k,pocetsloupcu))
94 {
95 while (le(j,pocetsloupcu))
96 {
97 while (le(k,pocetsloupcu))
98 {
99 while (le(j,pocetsloupcu))
100 {
101 while (le(k,pocetsloupcu))
102 {
103 while (le(j,pocetsloupcu))
104 {
105 while (le(k,pocetsloupcu))
106 {
107 while (le(j,pocetsloupcu))
108 {
109 while (le(k,pocetsloupcu))
110 {
111 while (le(j,pocetsloupcu))
112 {
113 while (le(k,pocetsloupcu))
114 {
115 while (le(j,pocetsloupcu))
116 {
117 while (le(k,pocetsloupcu))
118 {
119 while (le(j,pocetsloupcu))
120 {
121 while (le(k,pocetsloupcu))
122 {
123 while (le(j,pocetsloupcu))
124 {
125 while (le(k,pocetsloupcu))
126 {
127 while (le(j,pocetsloupcu))
128 {
129 while (le(k,pocetsloupcu))
130 {
131 while (le(j,pocetsloupcu))
132 {
133 while (le(k,pocetsloupcu))
134 {
135 while (le(j,pocetsloupcu))
136 {
137 while (le(k,pocetsloupcu))
138 {
139 while (le(j,pocetsloupcu))
140 {
141 while (le(k,pocetsloupcu))
142 {
143 while (le(j,pocetsloupcu))
144 {
145 while (le(k,pocetsloupcu))
146 {
147 while (le(j,pocetsloupcu))
148 {
149 while (le(k,pocetsloupcu))
150 {
151 while (le(j,pocetsloupcu))
152 {
153 while (le(k,pocetsloupcu))
154 {
155 while (le(j,pocetsloupcu))
156 {
157 while (le(k,pocetsloupcu))
158 {
159 while (le(j,pocetsloupcu))
160 {
161 while (le(k,pocetsloupcu))
162 {
163 while (le(j,pocetsloupcu))
164 {
165 while (le(k,pocetsloupcu))
166 {
167 while (le(j,pocetsloupcu))
168 {
169 while (le(k,pocetsloupcu))
170 {
171 while (le(j,pocetsloupcu))
172 {
173 while (le(k,pocetsloupcu))
174 {
175 while (le(j,pocetsloupcu))
176 {
177 while (le(k,pocetsloupcu))
178 {
179 while (le(j,pocetsloupcu))
180 {
181 while (le(k,pocetsloupcu))
182 {
183 while (le(j,pocetsloupcu))
184 {
185 while (le(k,pocetsloupcu))
186 {
187 while (le(j,pocetsloupcu))
188 {
189 while (le(k,pocetsloupcu))
190 {
191 while (le(j,pocetsloupcu))
192 {
193 while (le(k,pocetsloupcu))
194 {
195 while (le(j,pocetsloupcu))
196 {
197 while (le(k,pocetsloupcu))
198 {
199 while (le(j,pocetsloupcu))
200 {
201 while (le(k,pocetsloupcu))
202 {
203 while (le(j,pocetsloupcu))
204 {
205 while (le(k,pocetsloupcu))
206 {
207 while (le(j,pocetsloupcu))
208 {
209 while (le(k,pocetsloupcu))
210 {
211 while (le(j,pocetsloupcu))
212 {
213 while (le(k,pocetsloupcu))
214 {
215 while (le(j,pocetsloupcu))
216 {
217 while (le(k,pocetsloupcu))
218 {
219 while (le(j,pocetsloupcu))
220 {
221 while (le(k,pocetsloupcu))
222 {
223 while (le(j,pocetsloupcu))
224 {
225 while (le(k,pocetsloupcu))
226 {
227 while (le(j,pocetsloupcu))
228 {
229 while (le(k,pocetsloupcu))
230 {
231 while (le(j,pocetsloupcu))
232 {
233 while (le(k,pocetsloupcu))
234 {
235 while (le(j,pocetsloupcu))
236 {
237 while (le(k,pocetsloupcu))
238 {
239 while (le(j,pocetsloupcu))
240 {
241 while (le(k,pocetsloupcu))
242 {
243 while (le(j,pocetsloupcu))
244 {
245 while (le(k,pocetsloupcu))
246 {
247 while (le(j,pocetsloupcu))
248 {
249 while (le(k,pocetsloupcu))
250 {
251 while (le(j,pocetsloupcu))
252 {
253 while (le(k,pocetsloupcu))
254 {
255 while (le(j,pocetsloupcu))
256 {
257 while (le(k,pocetsloupcu))
258 {
259 while (le(j,pocetsloupcu))
260 {
261 while (le(k,pocetsloupcu))
262 {
263 while (le(j,pocetsloupcu))
264 {
265 while (le(k,pocetsloupcu))
266 {
267 while (le(j,pocetsloupcu))
268 {
269 while (le(k,pocetsloupcu))
270 {
271 while (le(j,pocetsloupcu))
272 {
273 while (le(k,pocetsloupcu))
274 {
275 while (le(j,pocetsloupcu))
276 {
277 while (le(k,pocetsloupcu))
278 {
279 while (le(j,pocetsloupcu))
280 {
281 while (le(k,pocetsloupcu))
282 {
283 while (le(j,pocetsloupcu))
284 {
285 while (le(k,pocetsloupcu))
286 {
287 while (le(j,pocetsloupcu))
288 {
289 while (le(k,pocetsloupcu))
290 {
291 while (le(j,pocetsloupcu))
292 {
293 while (le(k,pocetsloupcu))
294 {
295 while (le(j,pocetsloupcu))
296 {
297 while (le(k,pocetsloupcu))
298 {
299 while (le(j,pocetsloupcu))
300 {
301 while (le(k,pocetsloupcu))
302 {
303 while (le(j,pocetsloupcu))
304 {
305 while (le(k,pocetsloupcu))
306 {
307 while (le(j,pocetsloupcu))
308 {
309 while (le(k,pocetsloupcu))
310 {
311 while (le(j,pocetsloupcu))
312 {
313 while (le(k,pocetsloupcu))
314 {
315 while (le(j,pocetsloupcu))
316 {
317 while (le(k,pocetsloupcu))
318 {
319 while (le(j,pocetsloupcu))
320 {
321 while (le(k,pocetsloupcu))
322 {
323 while (le(j,pocetsloupcu))
324 {
325 while (le(k,pocetsloupcu))
326 {
327 while (le(j,pocetsloupcu))
328 {
329 while (le(k,pocetsloupcu))
330 {
331 while (le(j,pocetsloupcu))
332 {
333 while (le(k,pocetsloupcu))
334 {
335 while (le(j,pocetsloupcu))
336 {
337 while (le(k,pocetsloupcu))
338 {
339 while (le(j,pocetsloupcu))
340 {
341 while (le(k,pocetsloupcu))
342 {
343 while (le(j,pocetsloupcu))
344 {
345 while (le(k,pocetsloupcu))
346 {
347 while (le(j,pocetsloupcu))
348 {
349 while (le(k,pocetsloupcu))
350 {
351 while (le(j,pocetsloupcu))
352 {
353 while (le(k,pocetsloupcu))
354 {
355 while (le(j,pocetsloupcu))
356 {
357 while (le(k,pocetsloupcu))
358 {
359 while (le(j,pocetsloupcu))
360 {
361 while (le(k,pocetsloupcu))
362 {
363 while (le(j,pocetsloupcu))
364 {
365 while (le(k,pocetsloupcu))
366 {
367 while (le(j,pocetsloupcu))
368 {
369 while (le(k,pocetsloupcu))
370 {
371 while (le(j,pocetsloupcu))
372 {
373 while (le(k,pocetsloupcu))
374 {
375 while (le(j,pocetsloupcu))
376 {
377 while (le(k,pocetsloupcu))
378 {
379 while (le(j,pocetsloupcu))
380 {
381 while (le(k,pocetsloupcu))
382 {
383 while (le(j,pocetsloupcu))
384 {
385 while (le(k,pocetsloupcu))
386 {
387 while (le(j,pocetsloupcu))
388 {
389 while (le(k,pocetsloupcu))
390 {
391 while (le(j,pocetsloupcu))
392 {
393 while (le(k,pocetsloupcu))
394 {
395 while (le(j,pocetsloupcu))
396 {
397 while (le(k,pocetsloupcu))
398 {
399 while (le(j,pocetsloupcu))
400 {
401 while (le(k,pocetsloupcu))
402 {
403 while (le(j,pocetsloupcu))
404 {
405 while (le(k,pocetsloupcu))
406 {
407 while (le(j,pocetsloupcu))
408 {
409 while (le(k,pocetsloupcu))
410 {
411 while (le(j,pocetsloupcu))
412 {
413 while (le(k,pocetsloupcu))
414 {
415 while (le(j,pocetsloupcu))
416 {
417 while (le(k,pocetsloupcu))
418 {
419 while (le(j,pocetsloupcu))
420 {
421 while (le(k,pocetsloupcu))
422 {
423 while (le(j,pocetsloupcu))
424 {
425 while (le(k,pocetsloupcu))
426 {
427 while (le(j,pocetsloupcu))
428 {
429 while (le(k,pocetsloupcu))
430 {
431 while (le(j,pocetsloupcu))
432 {
433 while (le(k,pocetsloupcu))
434 {
435 while (le(j,pocetsloupcu))
436 {
437 while (le(k,pocetsloupcu))
438 {
439 while (le(j,pocetsloupcu))
440 {
441 while (le(k,pocetsloupcu))
442 {
443 while (le(j,pocetsloupcu))
444 {
445 while (le(k,pocetsloupcu))
446 {
447 while (le(j,pocetsloupcu))
448 {
449 while (le(k,pocetsloupcu))
450 {
451 while (le(j,pocetsloupcu))
452 {
453 while (le(k,pocetsloupcu))
454 {
455 while (le(j,pocetsloupcu))
456 {
457 while (le(k,pocetsloupcu))
458 {
459 while (le(j,pocetsloupcu))
460 {
461 while (le(k,pocetsloupcu))
462 {
463 while (le(j,pocetsloupcu))
464 {
465 while (le(k,pocetsloupcu))
466 {
467 while (le(j,pocetsloupcu))
468 {
469 while (le(k,pocetsloupcu))
470 {
471 while (le(j,pocetsloupcu))
472 {
473 while (le(k,pocetsloupcu))
474 {
475 while (le(j,pocetsloupcu))
476 {
477 while (le(k,pocetsloupcu))
478 {
479 while (le(j,pocetsloupcu))
480 {
481 while (le(k,pocetsloupcu))
482 {
483 while (le(j,pocetsloupcu))
484 {
485 while (le(k,pocetsloupcu))
486 {
487 while (le(j,pocetsloupcu))
488 {
489 while (le(k,pocetsloupcu))
490 {
491 while (le(j,pocetsloupcu))
492 {
493 while (le(k,pocetsloupcu))
494 {
495 while (le(j,pocetsloupcu))
496 {
497 while (le(k,pocetsloupcu))
498 {
499 while (le(j,pocetsloupcu))
500 {
501 while (le(k,pocetsloupcu))
502 {
503 while (le(j,pocetsloupcu))
504 {
505 while (le(k,pocetsloupcu))
506 {
507 while (le(j,pocetsloupcu))
508 {
509 while (le(k,pocetsloupcu))
510 {
511 while (le(j,pocetsloupcu))
512 {
513 while (le(k,pocetsloupcu))
514 {
515 while (le(j,pocetsloupcu))
516 {
517 while (le(k,pocetsloupcu))
518 {
519 while (le(j,pocetsloupcu))
520 {
521 while (le(k,pocetsloupcu))
522 {
523 while (le(j,pocetsloupcu))
524 {
525 while (le(k,pocetsloupcu))
526 {
527 while (le(j,pocetsloupcu))
528 {
529 while (le(k,pocetsloupcu))
530 {
531 while (le(j,pocetsloupcu))
532 {
533 while (le(k,pocetsloupcu))
534 {
535 while (le(j,pocetsloupcu))
536 {
537 while (le(k,pocetsloupcu))
538 {
539 while (le(j,pocetsloupcu))
540 {
541 while (le(k,pocetsloupcu))
542 {
543 while (le(j,pocetsloupcu))
544 {
545 while (le(k,pocetsloupcu))
546 {
547 while (le(j,pocetsloupcu))
548 {
549 while (le(k,pocetsloupcu))
550 {
551 while (le(j,pocetsloupcu))
552 {
553 while (le(k,pocetsloupcu))
554 {
555 while (le(j,pocetsloupcu))
556 {
557 while (le(k,pocetsloupcu))
558 {
559 while (le(j,pocetsloupcu))
560 {
561 while (le(k,pocetsloupcu))
562 {
563 while (le(j,pocetsloupcu))
564 {
565 while (le(k,pocetsloupcu))
566 {
567 while (le(j,pocetsloupcu))
568 {
569 while (le(k,pocetsloupcu))
570 {
571 while (le(j,pocetsloupcu))
572 {
573 while (le(k,pocetsloupcu))
574 {
575 while (le(j,pocetsloupcu))
576 {
577 while (le(k,pocetsloupcu))
578 {
579 while (le(j,pocetsloupcu))
580 {
581 while (le(k,pocetsloupcu))
582 {
583 while (le(j,pocetsloupcu))
584 {
585 while (le(k,pocetsloupcu))
586 {
587 while (le(j,pocetsloupcu))
588 {
589 while (le(k,pocetsloupcu))
590 {
591 while (le(j,pocetsloupcu))
592 {
593 while (le(k,pocetsloupcu))
594 {
595 while (le(j,pocetsloupcu))
596 {
597 while (le(k,pocetsloupcu))
598 {
599 while (le(j,pocetsloupcu))
600 {
601 while (le(k,pocetsloupcu))
602 {
603 while (le(j,pocetsloupcu))
604 {
605 while (le(k,pocetsloupcu))
606 {
607 while (le(j,pocetsloupcu))
608 {
609 while (le(k,pocetsloupcu))
610 {
611 while (le(j,pocetsloupcu))
612 {
613 while (le(k,pocetsloupcu))
614 {
615 while (le(j,pocetsloupcu))
616 {
617 while (le(k,pocetsloupcu))
618 {
619 while (le(j,pocetsloupcu))
620 {
621 while (le(k,pocetsloupcu))
622 {
623 while (le(j,pocetsloupcu))
624 {
625 while (le(k,pocetsloupcu))
626 {
627 while (le(j,pocetsloupcu))
628 {
629 while (le(k,pocetsloupcu))
630 {
631 while (le(j,pocetsloupcu))
632 {
633 while (le(k,pocetsloupcu))
634 {
635 while (le(j,pocetsloupcu))
636 {
637 while (le(k,pocetsloupcu))
638 {
639 while (le(j,pocetsloupcu))
640 {
641 while (le(k,pocetsloupcu))
642 {
643 while (le(j,pocetsloupcu))
644 {
645 while (le(k,pocetsloupcu))
646 {
647 while (le(j,pocetsloupcu))
648 {
649 while (le(k,pocetsloupcu))
650 {
651 while (le(j,pocetsloupcu))
652 {
653 while (le(k,pocetsloupcu))
654 {
655 while (le(j,pocetsloupcu))
656 {
657 while (le(k,pocetsloupcu))
658 {
659 while (le(j,pocetsloupcu))
660 {
661 while (le(k,pocetsloupcu))
662 {
663 while (le(j,pocetsloupcu))
664 {
665 while (le(k,pocetsloupcu))
666 {
667 while (le(j,pocetsloupcu))
668 {
669 while (le(k,pocetsloupcu))
670 {
671 while (le(j,pocetsloupcu))
672 {
673 while (le(k,pocetsloupcu))
674 {
675 while (le(j,pocetsloupcu))
676 {
677 while (le(k,pocetsloupcu))
678 {
679 while (le(j,pocetsloupcu))
680 {
681 while (le(k,pocetsloupcu))
682 {
683 while (le(j,pocetsloupcu))
684 {
685 while (le(k,pocetsloupcu))
686 {
687 while (le(j,pocetsloupcu))
688 {
689 while (le(k,pocetsloupcu))
690 {
691 while (le(j,pocetsloupcu))
692 {
693 while (le(k,pocetsloupcu))
694 {
695 while (le(j,pocetsloupcu))
696 {
697 while (le(k,pocetsloupcu))
698 {
699 while (le(j,pocetsloupcu))
700 {
701 while (le(k,pocetsloupcu))
702 {
703 while (le(j,pocetsloupcu))
704 {
705 while (le(k,pocetsloupcu))
706 {
707 while (le(j,pocetsloupcu))
708 {
709 while (le(k,pocetsloupcu))
710 {
711 while (le(j,pocetsloupcu))
712 {
713 while (le(k,pocetsloupcu))
714 {
715 while (le(j,pocetsloupcu))
716 {
717 while (le(k,pocetsloupcu))
718 {
719 while (le(j,pocetsloupcu))
720 {
721 while (le(k,pocetsloupcu))
722 {
723 while (le(j,pocetsloupcu))
724 {
725 while (le(k,pocetsloupcu))
726 {
727 while (le(j,pocetsloupcu))
728 {
729 while (le(k,pocetsloupcu))
730 {
731 while (le(j,pocetsloupcu))
732 {
733 while (le(k,pocetsloupcu))
734 {
735 while (le(j,pocetsloupcu))
736 {
737 while (le(k,pocetsloupcu))
738 {
739 while (le(j,pocetsloupcu))
740 {
741 while (le(k,pocetsloupcu))
742 {
743 while (le(j,pocetsloupcu))
744 {
745 while (le(k,pocetsloupcu))
746 {
747 while (le(j,pocetsloupcu))
748 {
749 while (le(k,pocetsloupcu))
750 {
751 while (le(j,pocetsloupcu))
752 {
753 while (le(k,pocetsloupcu))
754 {
755 while (le(j,pocetsloupcu))
756 {
757 while (le(k,pocetsloupcu))
758 {
759 while (le(j,pocetsloupcu))
760 {
761 while (le(k,pocetsloupcu))
762 {
763 while (le(j,pocetsloupcu))
764 {
765 while (le(k,pocetsloupcu))
766 {
767 while (le(j,pocetsloupcu))
768 {
769 while (le(k,pocetsloupcu))
770 {
771 while (le(j,pocetsloupcu))
772 {
773 while (le(k,pocetsloupcu))
774 {
775 while (le(j,pocetsloupcu))
776 {
777 while (le(k,pocetsloupcu))
778 {
779 while (le(j,pocetsloupcu))
780 {
781 while (le(k,pocetsloupcu))
782 {
783 while (le(j,pocetsloupcu))
784 {
785 while (le(k,pocetsloupcu))
786 {
787 while (le(j,pocetsloupcu))
788 {
789 while (le(k,pocetsloupcu))
790 {
791 while (le(j,pocetsloupcu))
792 {
793 while (le(k,pocetsloupcu))
794 {
795 while (le(j,pocetsloupcu))
796 {
797 while (le(k,pocetsloupcu))
798 {
799 while (le(j,pocetsloupcu))
800 {
801 while (le(k,pocetsloupcu))
802 {
803 while (le(j,pocetsloupcu))
804 {
805 while (le(k,pocetsloupcu))
806 {
807 while (le(j,pocetsloupcu))
808 {
809 while (le(k,pocetsloupcu))
810 {
811 while (le(j,pocetsloupcu))
812 {
813 while (le(k,pocetsloupcu))
814 {
815 while (le(j,pocetsloupcu))
816 {
817 while (le(k,pocetsloupcu))
818 {
819 while (le(j,pocetsloupcu))
820 {
821 while (le(k,pocetsloupcu))
822 {
823 while (le(j,pocetsloupcu))
824 {
825 while (le(k,pocetsloupcu))
826 {
827 while (le(j,pocetsloupcu))
828 {
829 while (le(k,pocetsloupcu))
830 {
831 while (le(j,pocetsloupcu))
832 {
833 while (le(k,pocetsloupcu))
834 {
835 while (le(j,pocetsloupcu))
836 {
837 while (le(k,pocetsloupcu))
838 {
839 while (le(j,pocetsloupcu))
840 {
841 while (le(k,pocetsloupcu))
842 {
843 while (le(j,pocetsloupcu))
844 {
845 while (le(k,pocetsloupcu))
846 {
847 while (le(j,pocetsloupcu))
848 {
849 while (le(k,pocetsloupcu))
850 {
851 while (le(j,pocetsloupcu))
852 {
853 while (le(k,pocetsloupcu))
854 {
855 while (le(j,pocetsloupcu))
856 {
857 while (le(k,pocetsloupcu))
858 {
859 while (le(j,pocetsloupcu))
860 {
861 while (le(k,pocetsloupcu))
862 {
863 while (le(j,pocetsloupcu))
864 {
865 while (le(k,pocetsloupcu))
866 {
867 while (le(j,pocetsloupcu))
868 {
869 while (le(k,pocetsloupcu))
870 {
871 while (le(j,pocetsloupcu))
872 {
873 while (le(k,pocetsloupcu))
874 {
875 while (le(j,pocetsloupcu))
876 {
877 while (le(k,pocetsloupcu))
878 {
879 while (le(j,pocetsloupcu))
880 {
881 while (le(k,pocetsloupcu))
882 {
883 while (le(j,pocetsloupcu))
884 {
885 while (le(k,pocetsloupcu))
886 {
887 while (le(j,pocetsloupcu))
888 {
889 while (le(k,pocetsloupcu))
890 {
891 while (le(j,pocetsloupcu))
892 {
893 while (le(k,pocetsloupcu))
894 {
895 while (le(j,pocetsloupcu))
896 {
897 while (le(k,pocetsloupcu))
898 {
899 while (le(j,pocetsloupcu))
900 {
901 while (le(k,pocetsloupcu))
902 {
903 while (le(j,pocetsloupcu))
904 {
905 while (le(k,pocetsloupcu))
906 {
907 while (le(j,pocetsloupcu))
908 {
909 while (le(k,pocetsloupcu))
910 {
911 while (le(j,pocetsloupcu))
912 {
913 while (le(k,pocetsloupcu))
914 {
915 while (le(j,pocetsloupcu))
916 {
917 while (le(k,pocetsloupcu))
918 {
919 while (le(j,pocetsloupcu))
920 {
921 while (le(k,pocetsloupcu))
922 {
923 while (le(j,pocetsloupcu))
924 {
925 while (le(k,pocetsloupcu))
926 {
927 while (le(j,pocetsloupcu))
928 {
929 while (le(k,pocetsloupcu))
930 {
931 while (le(j,pocetsloupcu))
932 {
933 while (le(k,pocetsloupcu))
934 {
935 while (le(j,pocetsloupcu))
936 {
937 while (le(k,pocetsloupcu))
938 {
939 while (le(j,pocetsloupcu))
940 {
941 while (le(k,pocetsloupcu))
942 {
943 while (le(j,pocetsloupcu))
944 {
945 while (le(k,pocetsloupcu))
946 {
947 while (le(j,pocetsloupcu))
948 {
949 while (le(k,pocetsloupcu))
950 {
951 while (le(j,pocetsloupcu))
952 {
953 while (le(k,pocetsloupcu))
954 {
955 while (le(j,pocetsloupcu))
956 {
957 while (le(k,pocetsloupcu))
958 {
959 while (le(j,pocetsloupcu))
960 {
961 while (le(k,pocetsloupcu))
962 {
963 while (le(j,pocetsloupcu))
964 {
965 while (le(k,pocetsloupcu))
966 {
967 while (le(j,pocetsloupcu))
968 {
969 while (le(k,pocetsloupcu))
970 {
971 while (le(j,pocetsloupcu))
972 {
973 while (le(k,pocetsloupcu))
974 {
975 while (le(j,pocetsloupcu))
976 {
977 while (le(k,pocetsloupcu))
978 {
979 while (le(j,pocetsloupcu))
980 {
981 while (le(k,pocetsloupcu))
982 {
983 while (le(j,pocetsloupcu))
984 {
985 while (le(k,pocetsloupcu))
986 {
987 while (le(j,pocetsloupcu))
988 {
989 while (le(k,pocetsloupcu))
990 {
991 while (le(j,pocetsloupcu))
992 {
993 while (le(k,pocetsloupcu))
994 {
995 while (le(j,pocetsloupcu))
996 {
997 while (le(k,pocetsloupcu))
998 {
999 while (le(j,pocetsloupcu))
1000 {
1001 while (le(k,pocetsloupcu))
1002 {
1003 while (le(j,pocetsloupcu))
1004 {
1005 while (le(k,pocetsloupcu))
1006 {
1007 while (le(j,pocetsloupcu))
1008 {
1009 while (le(k,pocetsloupcu))
1010 {
1011 while (le(j,pocetsloupcu))
1012 {
1013 while (le(k,pocetsloupcu))
1014 {
1015 while (le(j,pocetsloupcu))
1016 {
1017 while (le(k,pocetsloupcu))
1018 {
1019 while (le(j,pocetsloupcu))
1020 {
1021 while (le(k,pocetsloupcu))
1022 {
1023 while (le(j,pocetsloupcu))
1024 {
1025 while (le(k,pocetsloupcu))
1026 {
1027 while (le(j,pocetsloupcu))
1028 {
1029 while (le(k,pocetsloupcu))
1030 {
1031 while (le(j,pocetsloupcu))
1032 {
1033 while (le(k,pocetsloupcu))
1034 {
1035 while (le(j,pocetsloupcu))
1036 {
1037 while (le(k,pocetsloupcu))
1038 {
1039 while (le(j,pocetsloupcu))
1040 {
1041 while (le(k,pocetsloupcu))
1042 {
1043 while (le(j,pocetsloupcu))
1044 {
1045 while (le(k,pocetsloupcu))
1046 {
1047 while (le(j,pocetsloupcu))
1048 {
1049 while (le(k,pocetsloupcu))
1050 {
1051 while (le(j,pocetsloupcu))
1052 {
1053 while (le(k,pocetsloupcu))
1054 {
1055 while (le(j,pocetsloupcu))
1056 {
1057 while (le(k,pocetsloupcu))
1058 {
1059 while (le(j,pocetsloupcu))
1060 {
1061 while (le(k,pocetsloupcu))
1062 {
1063 while (le(j,pocetsloupcu))
1064 {
1065 while (le(k,pocetsloupcu))
1066 {
1067 while (le(j,pocetsloupcu))
1068 {
1069 while (le(k,pocetsloupcu))
1070 {
1071 while (le(j,pocetsloupcu))
1072 {
1073 while (le(k,pocetsloupcu))
1074 {
1075 while (le(j,pocetsloupcu))
1076 {
1077 while (le(k,pocetsloupcu))
1078 {
1079 while (le(j,pocetsloupcu))
1080 {
1081 while (le(k,pocetsloupcu))
1082 {
1083 while (le(j,pocetsloupcu))
1084 {
1085 while (le(k,pocetsloupcu))
1086 {
1087 while (le(j,pocetsloupcu))
1088 {
1089 while (le(k,pocetsloupcu))
1090 {
1091 while (le(j,pocetsloupcu))
1092 {
1093 while (le(k,pocetsloupcu))
1094 {
1095 while (le(j,pocetsloupcu))
1096 {
1097 while (le(k,pocetsloupcu))
1098 {
1099 while (le(j,pocetsloupcu))
1100 {
1101 while (le(k,pocetsloupcu))
1102 {
1103 while (le(j,pocetsloupcu))
1104 {
1105 while (le(k,pocetsloupcu))
1106 {
1107 while (le(j,pocetsloupcu))
1108 {
1109 while (le(k,pocetsloupcu))
1110 {
1111 while (le(j,pocetsloupcu))
1112 {
1113 while (le(k,pocetsloupcu))
1114 {
1115 while (le(j,pocetsloupcu))
1116 {
1117 while (le(k,pocetsloupcu))
1118 {
1119 while (le(j,pocetsloupcu))
1120 {
1121 while (le(k,pocetsloupcu))
1122 {
1123 while (le(j,pocetsloupcu))
1124 {
1125 while (le(k,pocetsloupcu))
1126 {
1127 while (le(j,pocetsloupcu))
1128 {
1129 while (le(k,pocetsloupcu))
1130 {
1131 while (le(j,pocetsloupcu))
1132 {
1133 while (le(k,pocetsloupcu))
1134 {
1135 while (le(j,pocetsloupcu))
1136 {
1137 while (le(k,pocetsloupcu))
1138 {
1139 while (le(j,pocetsloupcu))
1140 {
1141 while (le(k,pocetsloupcu))
1142 {
1143 while (le(j,pocetsloupcu))
1144 {
1145 while (le(k,pocetsloupcu))
1146 {
1147 while (le(j,pocetsloupcu))
1148 {
1149 while (le(k,pocetsloupcu))
1150 {
1151 while (le(j,pocetsloupcu))
1152 {
1153 while (le(k,pocetsloupcu))
1154 {
1155 while (le(j,pocetsloupcu))
1156 {
1157 while (le(k,pocetsloupcu))
1158 {
1159 while (le(j,pocetsloupcu))
1160 {
1161 while (le(k,pocetsloupcu))
1162 {
1163 while (le(j,pocetsloupcu))
1164 {
1165 while (le(k,pocetsloupcu))
1166 {
1167 while (le(j,pocetsloupcu))
1168 {
1169 while (
```

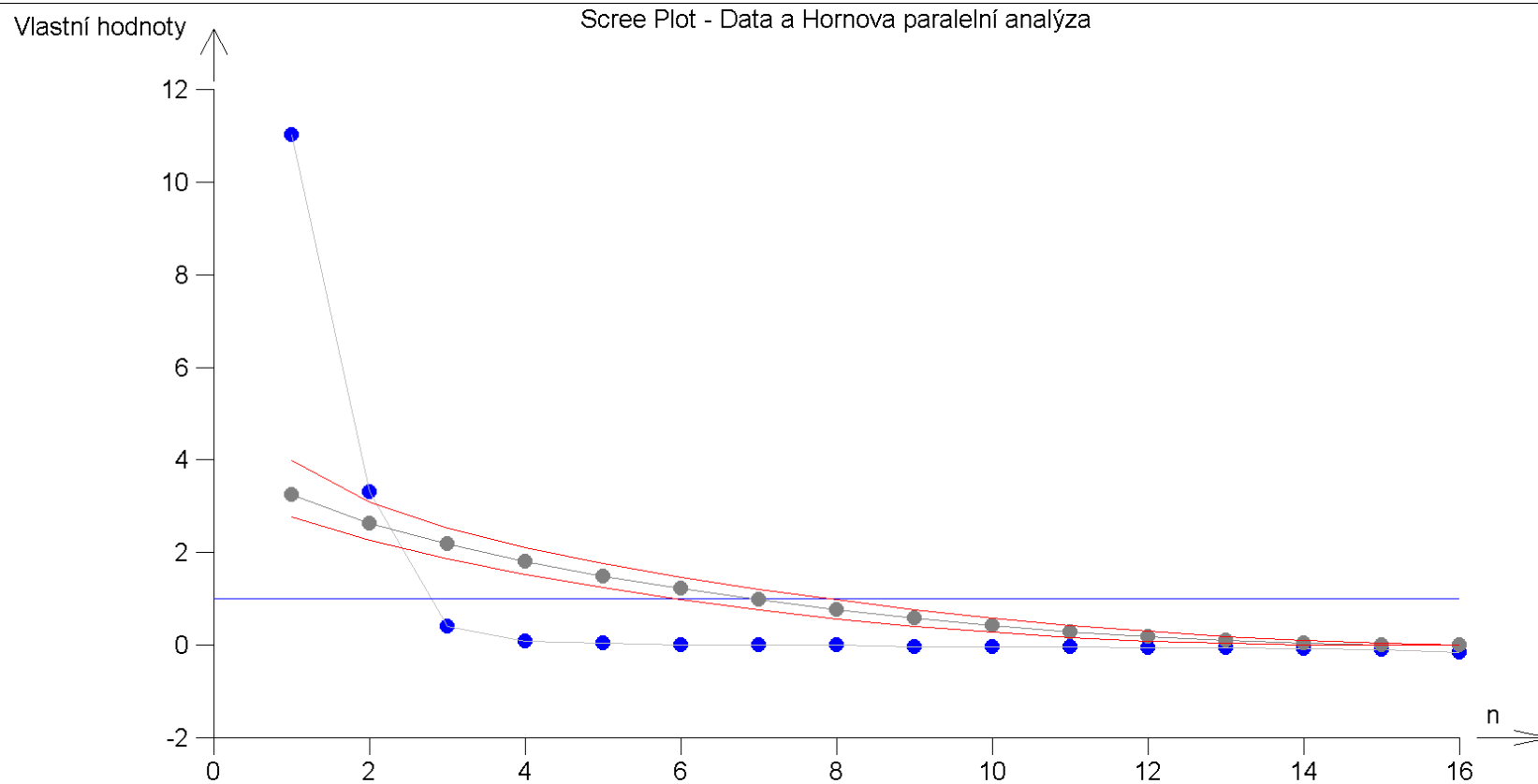
Výpočet – dialogová okna



Podmínky pro správný výpočet

- Statisticky nevýznamné proměnné se vynechají
- Pokud jsou ve výsledcích výpočtů faktorových zátěží přítomny proměnné se zátěžemi menšími než 0,5, vynechají se a případně se zpřesní počet faktorů. Postup se opakuje, pokud není uvedené kritérium splněno.
- Pokud je hodnota KMO kritéria menší než 0,5, vynechá se proměnná s nejmenší hodnotou MSA a případně se zpřesní počet faktorů. Postup se opakuje, pokud není uvedené kritérium splněno.
- Pokud klesne ve kterékoli fázi počet proměnných na 3 nebo počet faktorů na jeden, data nejsou vhodná pro faktorovou analýzu.

Grafický výstup – určení počtu faktorů



Výsledky výpočtů

1. krok

Látka	MSA	Komunality	Nerozl.	F1 %	F2 %	Odchylka modelu %
acenaften	0.306	0.887	0	81.2	12.3	6.43
fluoren	0.312	0.870	0	57.6	14.2	28.18
fenanthren	0.325	0.841	0	49.5	11.0	39.47
anthracen	0.309	0.881	0	71.4	10.8	17.86
fluoranten	0.305	0.881	0	66.5	22.0	11.54
pyren	0.276	0.947	0	71.6	18.9	9.47
benzo(a)anthracen	0.280	0.938	-30.3	98.1	32.2	0.02
chrysen	0.279	0.947	0	96.4	12.8	9.21
benzo(b)fluoranten	0.265	0.975	-8	90.3	17.6	0.09
benzo(k)fluoranten	0.261	0.984	-6.5	90	16.6	0.10
benzo(a)pyren	0.282	0.936	0	92.3	16.7	9.04
benzo(ghi)perylene	0.292	0.913	0	80.7	16.9	2.38
dibenzo(ah)anthracen	0.417	0.662	38.4	69.6	-7.2	0.84
indeno(1,2,3-cd)pyren	0.286	0.927	0	86.2	14.2	0.42
benzen	0.624	0.235	0	39.6	20.8	39.55
toluen	0.643	0.645	37.0	5.6	57.3	0.13
ethylbenzen	0.641	0.906	10.5	3.3	85.8	0.42
m-p-xylen	0.651	0.918	0	0.8	102.0	2.44
o-xylen	0.643	0.976	-4.9	1.8	103.0	0.24

KMO=0.898

p=0

F1

Lokální
topeniště

F2

Doprava

Výsledky výpočtů

3. krok

Látka	MSA	Komunality	Nerozl.	F1 %	F2 %	Odchylka modelu %
acenaften	statisticky nevýznamný					
fluoren	0.307	0.830	0	52.9	14.4	32.66
fenanthren	statisticky nevýznamný					
anthracen	0.295	0.862	0	66,0	11.0	23.04
fluoranten	0.293	0.858	0	61.4	22.2	16.49
pyren	0.264	0.929	0	66.1	19.1	14.84
benzo(a)anthracen	0.261	0.936	0	91.7	32.4	24.11
chrysen	0.256	0.953	0	89.8	13.1	2.92
benzo(b)fluoranten	0.241	0.988	-2.8	85.1	17.9	0.22
benzo(k)fluoranten	0.237	0.997	-1.2	84.7	16.6	0.10
benzo(a)pyren	0.254	0.955	0	86.9	16.7	3.66
benzo(ghi)perylene	0.263	0.933	6.9	76.5	16.9	0.26
dibenzo(ah)anthracen	0.378	0.686	43.2	64.8	-7.2	0.84
indeno(1,2,3-cd)pyren	0.257	0.950	0	81.5	14.6	3.94
benzen	triviální faktor					
toluen	0.588	0.645	37.3	5.2	57.6	0.02
ethylbenzen	0.582	0.905	10.5	3.3	86.5	0.24
m-p-xylen	0.591	0.920	0	0.8	102.0	2.78
o-xylen	0.583	0.975	-4.9	1.8	103.0	0.20

KMO=0.901

p=0

F1

F2

Lokální
topeniště

Doprava

Porovnání výsledků pro jednotlivé kroky

Polutant	Zdroj	Krok	1	2	3
BaP	Nerozlišen	rel. [%]	0.0	0.0	0.0
		abs. [ng.m ⁻³]	0.00	0.00	0.00
	F1	rel. [%]	92.3	88.4	86.9
		abs. [ng.m ⁻³]	3.26	3.12	3.07
	F2	rel. [%]	16.7	16.4	16.7
		abs. [ng.m ⁻³]	0.59	0.58	0.59
Tol	Nerozlišen	rel. [%]	37.0	37.3	37.3
		abs. [ng.m ⁻³]	2.44	2.46	2.46
	F1	rel. [%]	5.6	5.3	5.2
		abs. [ng.m ⁻³]	0.37	0.35	0.34
	F2	rel. [%]	57.3	57.4	57.6
		abs. [ng.m ⁻³]	3.78	3.79	3.8

Závěr

- Byl ukázán postup při hodnocení příspěvků jednotlivých zdrojů znečištění jednotlivými aromatickými uhlovodíky
- Byly identifikovány dva zdroje znečištění aromatickými uhlovodíky, lokální spalování a doprava
- V dané lokalitě působí další samostatný zdroj znečištění ovzduší benzenem, pravděpodobně jde o průmysl
- U některých látek bylo zjištěno, že jejich část pochází z blíže nespecifikovaných a nerozlišených zdrojů

Hodnocení výsledků z výstupu vycházelo ze znalostí postupů FA a statistických testů implementovaných ve skriptu. Obecně je nutné vždy vzít v úvahu konkrétní situaci na lokalitě, tj. relevantnost přítomných emisních zdrojů.

Poděkování

Tato práce vznikla jako součást řešení projektu VaV „Nové postupy při kvantifikaci emisních zdrojů ve vztahu k dopravě“ č. TA01030548, financovaného Technologickou agenturou České republiky

Děkuji vám za pozornost!

Kontaktní informace:

RNDr. Jiří Huzlík
jiri.huzlik@cdv.cz
+420 724 053 382

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Líšeňská 33a, 636 00 Brno

telefon: **+420 549 429 374**
email: **cdv@cdv.cz**

www.cdv.cz