

# Příklad použití lineárního trendu

## Model

Simulovaná data  $y_t$  se v čase vyvíjejí přibližně lineárně.

Model má tvar:  $y_t = b_0 + b_1 \cdot t + e_t$ .

t	y	t
1	14,77	1
2	12,01	2
3	19,13	3
4	20,62	4
5	23,55	5
6	32,74	6
7	33,33	7
8	35,59	8
9	35,48	9
10	39,3	10
11	42,41	11
12	46,58	12
13	48,59	13
14	50,73	14
15	57,73	15
16	64,09	16
17	63,88	17
18	64,48	18
19	69,58	19
20	65,91	20

## Odhady parametrů a průvodní charakteristiky

	$b_1$	$b_0$
$b_i$	3,0730	9,7589
$sb_i$	0,1027	1,2298
$R^2, s$	0,9803	2,6475
FR, n-k-1	895,9213	18,0000
	6279,6601	126,1650
$ b_i /sb_i$	29,9319	7,9351

Model je statisticky významný, protože FR (669,122) je větší  
Parametry jsou také statisticky významné, protože  $|b_i|/sb_i$  je

## Ověření splnění podmínek lineární regrese

t	yv	e	$e^2$	$e^3$	$e^4$
1	12,8319	1,9381	3,7564	7,2804	14,1105
2	15,9048	-3,8948	15,1696	-59,0829	230,1174
3	18,9778	0,1522	0,0232	0,0035	0,0005
4	22,0507	-1,4307	2,0470	-2,9288	4,1903
5	25,1237	-1,5737	2,4766	-3,8974	6,1333
6	28,1967	4,5433	20,6419	93,7828	426,0862
7	31,2696	2,0604	4,2451	8,7465	18,0210
8	34,3426	1,2474	1,5560	1,9410	2,4212
9	37,4156	-1,9356	3,7464	-7,2513	14,0354
10	40,4885	-1,1885	1,4126	-1,6789	1,9954
11	43,5615	-1,1515	1,3259	-1,5268	1,7580
12	46,6344	-0,0544	0,0030	-0,0002	0,0000
13	49,7074	-1,1174	1,2486	-1,3952	1,5590
14	52,7804	-2,0504	4,2040	-8,6198	17,6737
15	55,8533	1,8767	3,5219	6,6094	12,4037
16	58,9263	5,1637	26,6639	137,6844	710,9618
17	61,9993	1,8807	3,5372	6,6526	12,5118

18	65,0722	-0,5922		0,3507	-0,2077	0,1230
19	68,1452	1,4348		2,0587	2,9539	4,2383
20	71,2181	-5,3081		28,1764	-149,5643	793,9084
součty:				126,1650	29,5014	2272,2489

**Test normality reziduí**

A3	0,0931	var A3	0,2236	norm test	test A3
A4	-0,1450	var A4	0,5792	1,9600	test A4

**Test autokorelace reziduí**      Durbin-Watsonův

d	1,615051
---	----------

**Test homoskedasticity reziduí**      Goldfeld-Quandtův

t	y	t	e	e <sup>2</sup>
1	14,77	1	1,9381	3,7564
2	12,01	2	-3,8948	15,1696
3	19,13	3	0,1522	0,0232
4	20,62	4	-1,4307	2,0470
5	23,55	5	-1,5737	2,4766
6	32,74	6	4,5433	20,6419
7	33,33	7	2,0604	4,2451
8	35,59	8	1,2474	1,5560
9	35,48	9	-1,9356	3,7464
10	39,3	10	-1,1885	1,4126
11	42,41	11	-1,1515	1,3259
12	46,58	12	-0,0544	0,0030
13	48,59	13	-1,1174	1,2486
14	50,73	14	-2,0504	4,2040
15	57,73	15	1,8767	3,5219
16	64,09	16	5,1637	26,6639
17	63,88	17	1,8807	3,5372
18	64,48	18	-0,5922	0,3507
19	69,58	19	1,4348	2,0587
20	65,91	20	-5,3081	28,1764

S1	49,9158
S2	69,7614
F21	1,3976
F test	4,2839

Vynechávána 4 prostřední pozorování  
Vynechávána 4 prostřední pozorování  
Vynechávána 4 prostřední pozorování  
Vynechávána 4 prostřední pozorování  
F-rozdělení s  $(T-T_2-2(k+1))/2$  a  $(T-T_2-2(k+1))$

**Předpověď**

t	y <sub>v</sub>	konstanta	t	f <sub>t</sub>	y <sub>v,h</sub>	y <sub>v,d</sub>
1	12,8319	1	1	1,0889	18,8885	6,7752
2	15,9048	1	2	1,0764	21,8919	9,9177
3	18,9778	1	3	1,0652	24,9024	13,0531
4	22,0507	1	4	1,0552	27,9202	16,1813
5	25,1237	1	5	1,0467	30,9454	19,3020
6	28,1967	1	6	1,0394	33,9782	22,4151
7	31,2696	1	7	1,0336	37,0189	25,5203
8	34,3426	1	8	1,0293	40,0676	28,6176
9	37,4156	1	9	1,0263	43,1242	31,7069
10	40,4885	1	10	1,0249	46,1891	34,7880
11	43,5615	1	11	1,0249	49,2620	37,8609

12	46,6344	1	12
13	49,7074	1	13
14	52,7804	1	14
15	55,8533	1	15
16	58,9263	1	16
17	61,9993	1	17
18	65,0722	1	18
19	68,1452	1	19
20	71,2181	1	20
21	74,2911	1	21
22	77,3641	1	22
23	80,4370	1	23
24	83,5100	1	24
25	86,5830	1	25

1,0263	52,3431	40,9258
1,0293	55,4324	43,9824
1,0336	58,5297	47,0311
1,0394	61,6349	50,0718
1,0467	64,7480	53,1046
1,0552	67,8687	56,1298
1,0652	70,9969	59,1476
1,0764	74,1323	62,1581
1,0889	77,2748	65,1615
1,1026	80,4241	68,1581
1,1175	83,5799	71,1482
1,1336	86,7421	74,1320
1,1507	89,9102	77,1097
1,1688	93,0842	80,0817



alfa	t-test	FR-test
0,05	2,1009	3,1599

n
20

než FR-test (3,1599).  
větší než hodnota t-testu (2,1009).

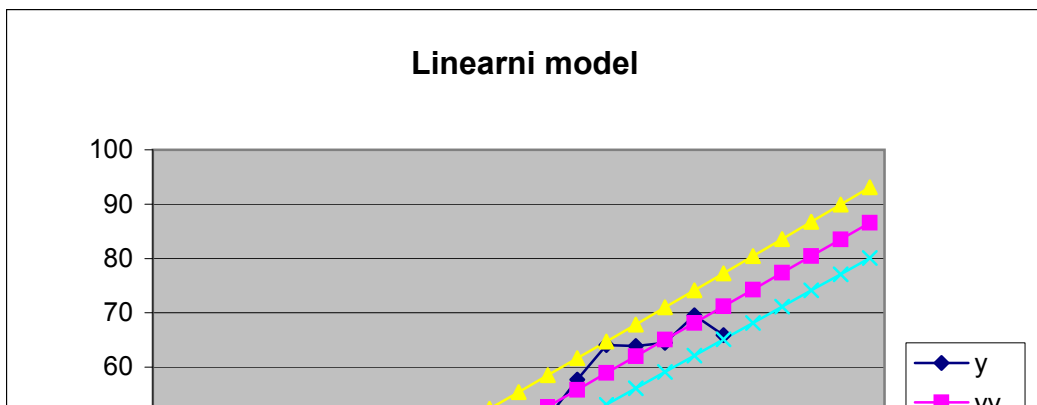
$e_t - e_{t-1}$	$(e_t - e_{t-1})^2$
-5,8330	34,0235
4,0470	16,3785
-1,5830	2,5058
-0,1430	0,0204
6,1170	37,4181
-2,4830	6,1651
-0,8130	0,6609
-3,1830	10,1312
0,7470	0,5581
0,0370	0,0014
1,0970	1,2035
-1,0630	1,1299
-0,9330	0,8704
3,9270	15,4216
3,2870	10,8046
-3,2830	10,7778
-2,4730	6,1155

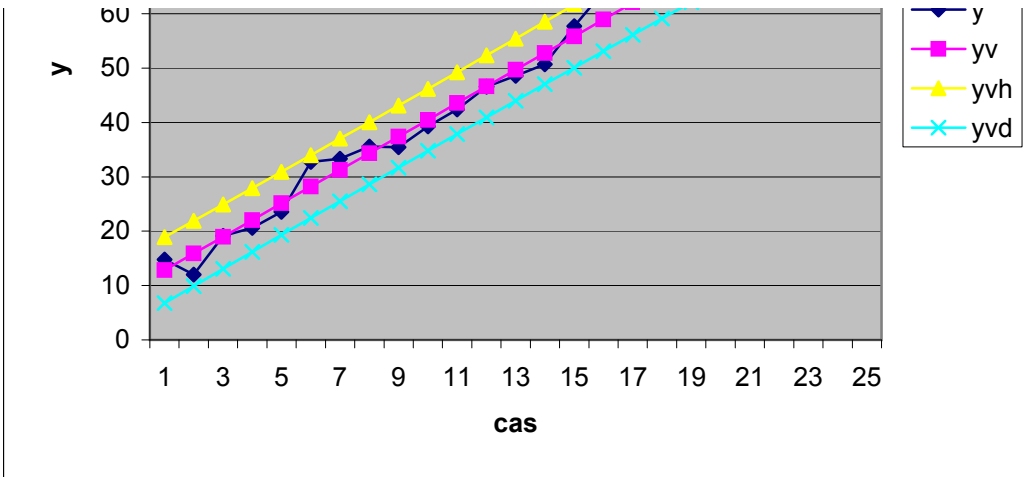
2,0270	4,1089
-6,7430	45,4675
	203,7629

0,1969
0,1849

Protože podíl  $SSE_2/SSE_1$  je menší než teoretická hodnota  
 F-rozdělení o 6 a 6 stupních volnosti na hladině  $\alpha = 0,05$   
 Není proto důvod zamítnout hypotézu homoskedasticity

T=	20
T2=	4
$2*(k+1)=$	4
d.f.=	6
)/2 stupni volnosti	





# Příklad použití kvadratického trendu

## Model

Simulovaná data sledují přibližně kvadratický trend.

Model má tvar:  $y_t = b_0 + b_1 t + b_2 t^2 + e_t$ .

t	y	t	t <sup>2</sup>
1	11,98	1	1
2	8,39	2	4
3	16,04	3	9
4	20,47	4	16
5	15,42	5	25
6	22,17	6	36
7	25,66	7	49
8	19,62	8	64
9	22,78	9	81
10	31,71	10	100
11	31,9	11	121
12	38,47	12	144
13	42,35	13	169
14	45,74	14	196
15	51,37	15	225
16	53,61	16	256
17	59,47	17	289
18	56,79	18	324
19	65,04	19	361
20	69,53	20	400

Odhady parametrů a průvodní charakteristiky			
	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
b <sub>i</sub>	0,0895	1,2482	9,4799
s <sub>b<sub>i</sub></sub>	0,0236	0,5113	2,3313
R <sup>2</sup> , s	0,9755	3,1335	#N/A
FR, n-k-1	338,3087	17,0000	#N/A
	6643,6283	166,9210	#N/A
b <sub>i</sub>  /s <sub>b<sub>i</sub></sub>	3,7834	2,4413	4,0664

Model je statisticky významný, protože FR (669,122) je větší než kritická hodnota.  
Parametry jsou také statisticky významné, protože |b<sub>i</sub>|/s<sub>b<sub>i</sub></sub> je větší než kritická hodnota.

## Ověření splnění podmínek lineární regrese

t	y <sub>v</sub>	e	e <sup>2</sup>	e <sup>3</sup>	e <sup>4</sup>	e <sub>t</sub> - e <sub>t-1</sub>
1	10,8176	1,1624	1,3512	1,5706	1,8256	-5,1066
2	12,3342	-3,9442	15,5569	-61,3596	242,0157	5,9544
3	14,0298	2,0102	4,0410	8,1233	16,3296	2,5555
4	15,9043	4,5657	20,8457	95,1754	434,5432	-7,1035
5	17,9578	-2,5378	6,4402	-16,3436	41,4759	4,5176
6	20,1902	1,9798	3,9198	7,7605	15,3646	1,0786
7	22,6015	3,0585	9,3543	28,6101	87,5036	-8,6303
8	25,1918	-5,5718	31,0452	-172,9781	963,8025	0,3907
9	27,9611	-5,1811	26,8435	-139,0782	720,5742	5,9818
10	30,9093	0,8007	0,6412	0,5134	0,4111	-2,9372
11	34,0364	-2,1364	4,5643	-9,7513	20,8329	3,2639
12	37,3425	1,1275	1,2712	1,4333	1,6160	0,3950
13	40,8276	1,5224	2,3178	3,5287	5,3721	-0,2740
14	44,4916	1,2484	1,5586	1,9458	2,4292	1,7871
15	48,3345	3,0355	9,2142	27,9696	84,9013	-1,7819
16	52,3564	1,2536	1,5715	1,9700	2,4696	1,6592
17	56,5572	2,9128	8,4841	24,7122	71,9806	-7,0598

18	60,9370	-4,1470	17,1979	-71,3203	295,7679	3,6913
19	65,4958	-0,4558	0,2077	-0,0947	0,0432	-0,2477
20	70,2335	-0,7035	0,4949	-0,3481	0,2449	
součty			166,921	-267,9611	3009,5037	

### Test normality reziduí

A3	-0,5557	var A3	0,2236	norm test	test A3	1,1751
A4	-0,8398	var A4	0,5792	1,95996	test A4	0,7280

### Test autokorelace reziduí Durbin-Watsonův

d	2,0529
---	--------

### Test homoskedasticity reziduí Goldfeld-Quandtův

t	y	t	t <sup>2</sup>	e	e <sup>2</sup>	
1	11,98	1	1	1,1624	1,3512	S1 92,5542
2	8,39	2	4	-3,9442	15,5569	
3	16,04	3	9	2,0102	4,0410	S2 41,0467
4	20,47	4	16	4,5657	20,8457	
5	15,42	5	25	-2,5378	6,4402	F21 2,2549
6	22,17	6	36	1,9798	3,9198	
7	25,66	7	49	3,0585	9,3543	F test 5,0503
8	19,62	8	64	-5,5718	31,0452	
9	22,78	9	81	-5,1811	26,8435	Vynechávána 4 prostřední pozorování
10	31,71	10	100	0,8007	0,6412	Vynechávána 4 prostřední pozorování
11	31,9	11	121	-2,1364	4,5643	Vynechávána 4 prostřední pozorování
12	38,47	12	144	1,1275	1,2712	Vynechávána 4 prostřední pozorování
13	42,35	13	169	1,5224	2,3178	F-rozdělení s $(T-T_2-2(k+1))/2$ a $(T-T_2-2(k+1))/2$ :
14	45,74	14	196	1,2484	1,5586	
15	51,37	15	225	3,0355	9,2142	
16	53,61	16	256	1,2536	1,5715	
17	59,47	17	289	2,9128	8,4841	
18	56,79	18	324	-4,1470	17,1979	
19	65,04	19	361	-0,4558	0,2077	
20	69,53	20	400	-0,7035	0,4949	

### Předpověď

t	y <sub>v</sub>	konstanta	t	t <sup>2</sup>	f <sub>t</sub>	y <sub>v</sub> h	y <sub>v</sub> d
1	5,7176	1	1	1	1,1708	13,4579	-2,0228
2	8,8447	1	2	4	1,1159	16,2222	1,4672
3	11,9719	1	3	9	1,0792	19,1067	4,8370
4	15,0990	1	4	16	1,0574	22,0898	8,1083
5	18,2262	1	5	25	1,0469	25,1474	11,3050
6	21,3533	1	6	36	1,0441	28,2558	14,4509
7	24,4805	1	7	49	1,0457	31,3939	17,5671
8	27,6076	1	8	64	1,0492	34,5443	20,6709
9	30,7348	1	9	81	1,0527	37,6941	23,7754
10	33,8619	1	10	100	1,0547	40,8347	26,8891



11	36,9891	1	11	121
12	40,1162	1	12	144
13	43,2434	1	13	169
14	46,3705	1	14	196
15	49,4977	1	15	225
16	52,6248	1	16	256
17	55,7520	1	17	289
18	58,8791	1	18	324
19	62,0063	1	19	361
20	65,1334	1	20	400
21	68,2606	1	21	441
22	71,3877	1	22	484
23	74,5149	1	23	529
24	77,6420	1	24	576
25	80,7692	1	25	625

1,0547	43,9619	30,0163
1,0527	47,0756	33,1569
1,0492	50,1801	36,3067
1,0457	53,2839	39,4571
1,0441	56,4001	42,5952
1,0469	59,5460	45,7036
1,0574	62,7427	48,7612
1,0792	66,0140	51,7443
1,1159	69,3838	54,6288
1,1708	72,8738	57,3931
1,2464	76,5007	60,0205
1,3443	80,2751	62,5004
1,4652	84,2013	64,8285
1,6089	88,2788	67,0052
1,7750	92,5040	69,0343



alfa	t-test	FR-test
0,05	2,1098	3,1968

n
20

než FR-test (3,1968).  
větší než hodnota t-testu (2,1098).

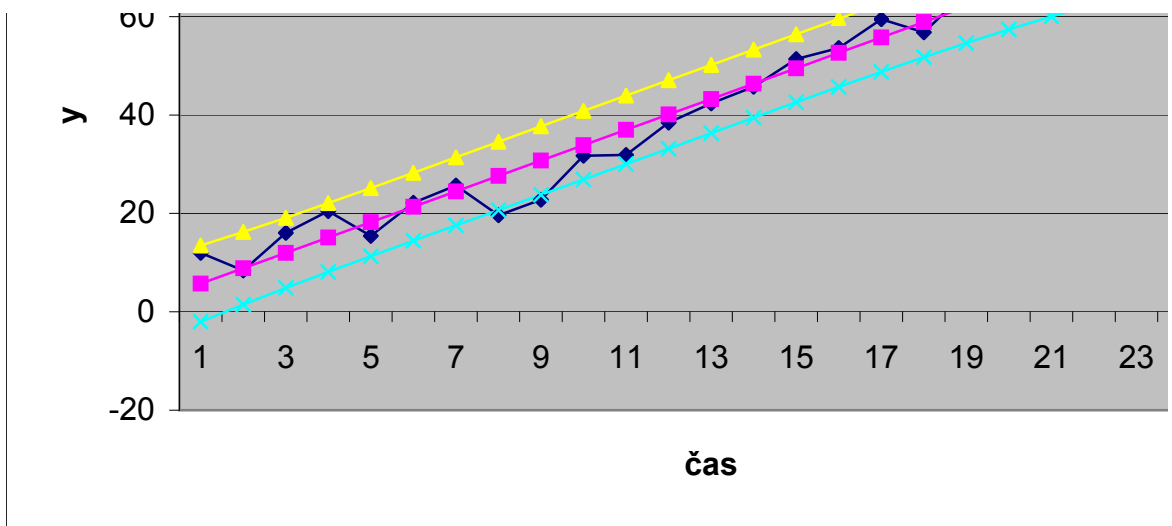
$(e_t - e_{t-1})^2$
26,0775
35,4553
6,5305
50,4591
20,4086
1,1635
74,4822
0,1527
35,7819
8,6269
10,6531
0,1560
0,0751
3,1936
3,1751
2,7528
49,8406

13,6254
0,0613
342,6712

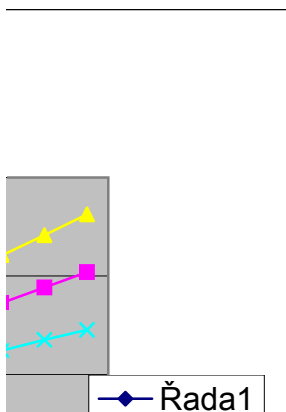
Protože podíl SSE2/SSE1 je menší než teoretická hodnota F-rozdělení o 5 a 5 stupních volnosti na hladině alfa = 0,05 Není proto důvod zamítnout hypotézu homoskedasticity

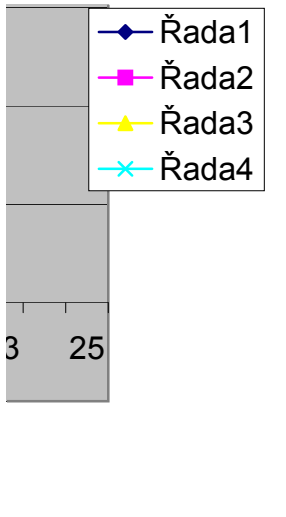
T=	20
T2=	4
2*(k+1)=	6
d.f.=	5
stupni volnosti	











# Příklad použití exponenciálního trendu

## Model

Simulovaná data přibližně odpovídají exponenciálnímu trendu s multiplikativní náhodnou složkou.  
Model má tvar:  $\log y_t = b_0 + b_1 t + e_t$ .

t	y	log y	t
1	2,69	0,4298	1
2	3,76	0,5752	2
3	3,84	0,5843	3
4	5,71	0,7566	4
5	5,31	0,7251	5
6	7,05	0,8482	6
7	7,94	0,8998	7
8	8,23	0,9154	8
9	8,44	0,9263	9
10	12,11	1,0831	10
11	12,79	1,1069	11
12	17,49	1,2428	12
13	20,1	1,3032	13
14	26,29	1,4198	14
15	27,36	1,4371	15
16	28,1	1,4487	16
17	36,16	1,5582	17
18	36,56	1,5630	18
19	46,9	1,6712	19
20	54,34	1,7351	20

Odhady parametrů a průvodní charakteristiky		
	$b_1$	$b_0$
$b_i$	0,0664	0,4140
$s_{b_i}$	0,0017	0,0200
$R^2, s$	0,9888	0,0430
$FR, n-k-1$	1584,4787	18,0000
	2,9342	0,0333
$ b_i /s_{b_i}$	39,8055	20,7111

Model je statisticky významný, protože  $FR(669,122)$  je větší než kritická hodnota.  
Parametry jsou také statisticky významné, protože  $|b_i|/s_{b_i} > t_{\alpha/2}$ .

## Ověření splnění podmínek lineární regrese

t	$y_t$	$e_t$	$e_t^2$	$e_t^3$	$e_t^4$	$e_t - e_{t-1}$
1	0,4804	-0,0507	0,00257	-0,00013	0,00001	0,0790
2	0,5469	0,0283	0,00080	0,00002	0,00000	-0,0573
3	0,6133	-0,0290	0,00084	-0,00002	0,00000	0,1059
4	0,6797	0,0769	0,00592	0,00045	0,00003	-0,0980
5	0,7462	-0,0211	0,00044	-0,00001	0,00000	0,0567
6	0,8126	0,0356	0,00127	0,00005	0,00000	-0,0148
7	0,8790	0,0208	0,00043	0,00001	0,00000	-0,0508
8	0,9454	-0,0300	0,00090	-0,00003	0,00000	-0,0555
9	1,0119	-0,0855	0,00731	-0,00063	0,00005	0,0904
10	1,0783	0,0049	0,00002	0,00000	0,00000	-0,0427
11	1,1447	-0,0378	0,00143	-0,00005	0,00000	0,0695
12	1,2111	0,0317	0,00100	0,00003	0,00000	-0,0060
13	1,2776	0,0256	0,00066	0,00002	0,00000	0,0502
14	1,3440	0,0758	0,00575	0,00044	0,00003	-0,0491
15	1,4104	0,0267	0,00071	0,00002	0,00000	-0,0548
16	1,4768	-0,0281	0,00079	-0,00002	0,00000	0,0431
17	1,5433	0,0150	0,00022	0,00000	0,00000	-0,0616
18	1,6097	-0,0467	0,00218	-0,00010	0,00000	0,0417



19	1,6761	-0,0049		0,00002	0,00000	0,00000		-0,0025
20	1,7425	-0,0074		0,00006	0,00000	0,00000		
			součty	0,03333	0,00004	0,00014		

### Test normality reziduí

A3	0,0319	var A3	0,2236	norm test	test A3	0,0675
A4	-0,4501	var A4	0,5792	1,95996	test A4	0,2159

### Test autokorelace reziduí

### Durbin-Watsonův

d	2,0887
---	--------

### Test homoskedasticity reziduí

### Goldfeld-Quandtův

t	log y	t	e	e <sup>2</sup>
1	0,4298	1,0000	-0,0507	0,0026
2	0,5752	2,0000	0,0283	0,0008
3	0,5843	3,0000	-0,0290	0,0008
4	0,7566	4,0000	0,0769	0,0059
5	0,7251	5,0000	-0,0211	0,0004
6	0,8482	6,0000	0,0356	0,0013
7	0,8998	7,0000	0,0208	0,0004
8	0,9154	8,0000	-0,0300	0,0009
9	0,9263	9,0000	-0,0855	0,0073
10	1,0831	10,0000	0,0049	0,0000
11	1,1069	11,0000	-0,0378	0,0014
12	1,2428	12,0000	0,0317	0,0010
13	1,3032	13,0000	0,0256	0,0007
14	1,4198	14,0000	0,0758	0,0057
15	1,4371	15,0000	0,0267	0,0007
16	1,4487	16,0000	-0,0281	0,0008
17	1,5582	17,0000	0,0150	0,0002
18	1,5630	18,0000	-0,0467	0,0022
19	1,6712	19,0000	-0,0049	0,0000
20	1,7351	20,0000	-0,0074	0,0001

S1	0,0132	
S2	0,0104	
F21	1,2677	Protože podíl F-rozdělení o
F test	4,2839	Není proto dů

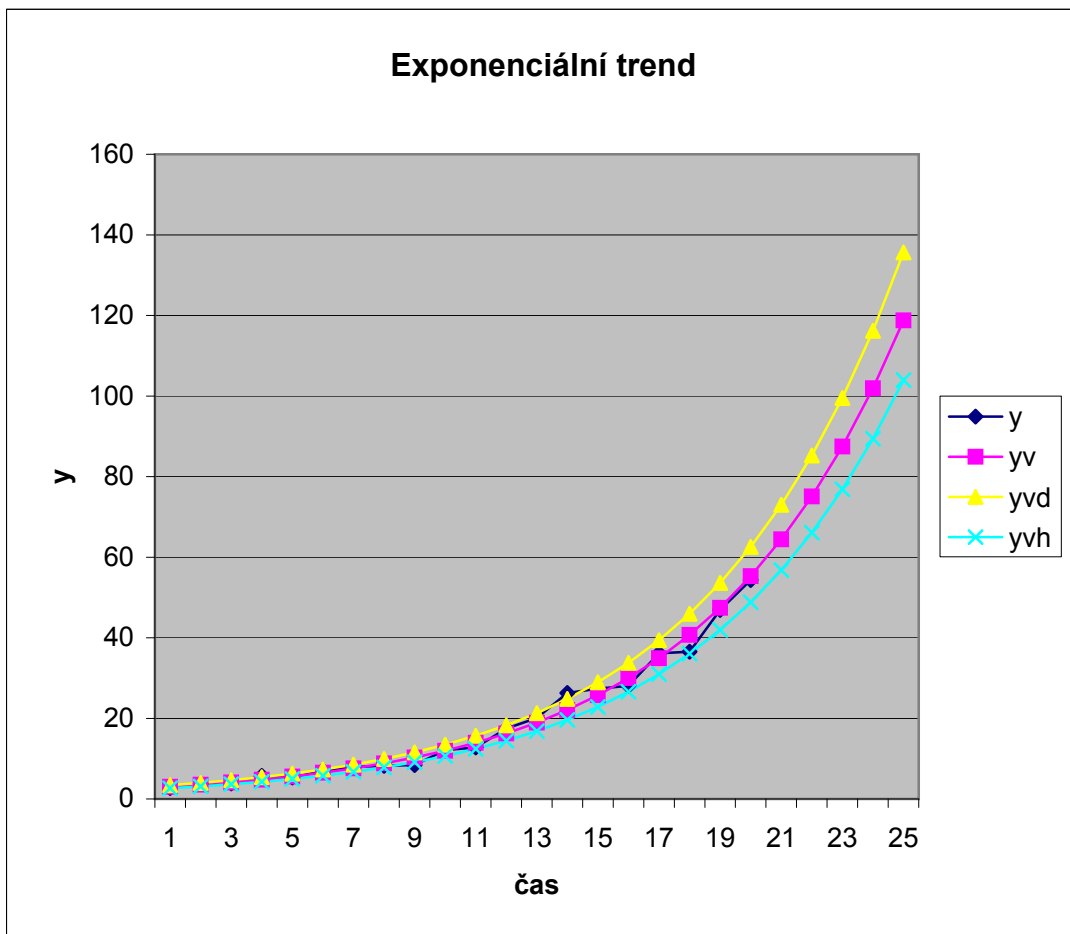
Vynechávána 4 prostřední pozorování  
 T=  
 T2=  
 2\*(k+1)=  
 d.f.=  
 F-rozdělení s (T-T<sub>2</sub>-2(k+1))/2 a (T-T<sub>2</sub>-2(k+1))/2 stupni volnc

### Předpověď

t	log y <sub>v</sub>	y <sub>v</sub>	konstanta	t	f <sub>t</sub>	log y <sub>v</sub> h	log y <sub>v</sub> d
1	0,4804	3,0231	1	1	1,0889	0,5343	0,4266
2	0,5469	3,5227	1	2	1,0764	0,6001	0,4937
3	0,6133	4,1049	1	3	1,0652	0,6660	0,5606
4	0,6797	4,7833	1	4	1,0552	0,7319	0,6276
5	0,7462	5,5738	1	5	1,0467	0,7979	0,6944
6	0,8126	6,4950	1	6	1,0394	0,8640	0,7612
7	0,8790	7,5684	1	7	1,0336	0,9301	0,8279
8	0,9454	8,8192	1	8	1,0293	0,9963	0,8945
9	1,0119	10,2768	1	9	1,0263	1,0626	0,9611
10	1,0783	11,9752	1	10	1,0249	1,1290	1,0276
11	1,1447	13,9543	1	11	1,0249	1,1954	1,0940
12	1,2111	16,2605	1	12	1,0263	1,2619	1,1604

13	1,2776	18,9478	1	13
14	1,3440	22,0793	1	14
15	1,4104	25,7283	1	15
16	1,4768	29,9804	1	16
17	1,5433	34,9352	1	17
18	1,6097	40,7089	1	18
19	1,6761	47,4368	1	19
20	1,7425	55,2765	1	20
21	1,8090	64,4120	1	21
22	1,8754	75,0573	1	22
23	1,9418	87,4618	1	23
24	2,0082	101,9165	1	24
25	2,0747	118,7601	1	25

1,0293	1,3284	1,2267
1,0336	1,3951	1,2929
1,0394	1,4618	1,3590
1,0467	1,5286	1,4251
1,0552	1,5954	1,4911
1,0652	1,6623	1,5570
1,0764	1,7293	1,6229
1,0889	1,7964	1,6887
1,1026	1,8635	1,7545
1,1175	1,9306	1,8201
1,1336	1,9979	1,8858
1,1507	2,0651	1,9514
1,1688	2,1325	2,0169



du

u.

alfa	t-test	FR-test
0,05	2,1009	3,1599

n
20

ší než FR-test (3,1599).  
e větší než hodnota t-testu (2,1009).

$(e_t - e_{t-1})^2$
0,0062
0,0033
0,0112
0,0096
0,0032
0,0002
0,0026
0,0031
0,0082
0,0018
0,0048
0,0000
0,0025
0,0024
0,0030
0,0019
0,0038
0,0017

0,0000
0,06962329

SSE2/SSE1 je menší než teoretická hodnota  
 6 a 6 stupních volnosti na hladině alfa = 0,05  
 vod zamítnout hypotézu homoskedasticity

20
4
4
6
osti

$y_{vd}$	$y_{vh}$
3,4220	2,6706
3,9819	3,1164
4,6340	3,6361
5,3938	4,2419
6,2791	4,9477
7,3108	5,7702
8,5135	6,7283
9,9155	7,8441
11,5504	9,1436
13,4571	10,6565
15,6811	12,4176
18,2757	14,4675

21,3032	16,8529
24,8363	19,6283
28,9601	22,8572
33,7740	26,6129
39,3942	30,9809
45,9568	36,0603
53,6205	41,9662
62,5712	48,8323
73,0262	56,8139
85,2396	66,0912
99,5085	76,8736
116,1802	89,4040
135,6612	103,9646

