

SEMESTRÁLNÍ PRÁCE

Licenční studium

STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT PŘI MANAGEMENTU JAKOSTI

Předmět:

Nelineární regresní modely

1. Úloha č.1

Zadání

Využitím metody nelineární regrese, určete nejvhodnější model pro popis modelu ohřevu granulačního zařízení na požadovanou teplotu, a vypočtete parametry tohoto modelu. Model určete pro naměřené hodnoty teploty uvnitř sušárny, v průběhu ohřevu na zadanou teplotu.

Data

Naměřené hodnoty: gl3_001.dat

Soubor programu ADSTAT 2.0: Gl3_001.add

Výstupní soubory programu ADSTAT 2.0: gl3m1.txt, gl3m2.txt

Program

Programový modul ADSTAT 2.0.

Řešení:

1.1. Model diferenciální rovnice 2.řádu.

Regulaci teploty v zařízení můžeme popsat modelem diferenciální rovnice 2.řádu.

$$T'' + a_1 T' + a_0 T = \Delta u$$

Řešením této diferenciální rovnice lze napsat ve tvaru:

$$T = p_1 \exp(t/p_2) + p_3 \exp(t/p_4) + p_5$$

Obecně mohou být koeficienty p_2 a p_4 komplexně združená čísla nebo reálná čísla. Pro případ ohřevu zařízení připadá v úvahu varianta s reálnými koeficienty, protože průběh teploty při ohřevu není kmitavý.

Pro hledání koeficientů $p_1..p_5$ byl použit modul nelineární regrese v programu ADSTAT 2.0.

Pro koeficienty $p_1..p_5$ platí:

$$p_1 = -p_2/(p_2 - p_4)$$

$$p_3 = p_4/(p_2 - p_4)$$

Koeficienty p_2 a p_4 jsou časové konstanty, které můžeme odhadnout z průběhu teploty viz obr.1.

$$p_2 = -6 \text{ min}, p_4 = -1 \text{ min}$$

Koeficient p_5 volíme jako rozdíl mezi počáteční a požadovanou hodnotou teploty.

Počáteční odhady parametrů tedy jsou:

$$p_1 = -60 \text{ °C}, p_2 = -6 \text{ min}, p_3 = 10 \text{ °C}, p_4 = -1 \text{ min}, p_5 = 50 \text{ °C}$$

1) Podmínky výpočtu koeficientů

Hladina významnosti, α : 0.050

Počet bodů, n : 141

Počet parametrů, m : 5

Počet nezávislých proměnných : 1

Minimální změna RSC [%] : 1.000000E-01

Minimální změna parametrů [%] : 0.000000E+00

Maximální počet iterací : 150

Kvantil Studentova rozdělení $t(1-\alpha/2, n-m)$: 1.978

Kvantil Fisher-Snedecorova rozdělení $F(1-\alpha, n, n-m)$: 1.315

Kvantil χ^2 rozdělení $\chi^2(1-\alpha, m)$: 11.070

Jméno výstupního souboru : gl3m2.TXT

2) Bodové odhady parametrů

Parametr	Bodový odhad	Směrodatná odchylka	Absolutní vychýlení	Relativní vychýlení[%]
p[1]	-7.197500E+01	8.040096E-01	-6.731186E-03	9.352117E-03
p[2]	-3.846140E+00	5.439891E-02	-4.007639E-04	1.041990E-02
p[3]	6.860481E+00	8.816693E-01	0.000000E+00	0.000000E+00
p[4]	-2.113633E-02	8.816693E-01	0.000000E+00	-0.000000E+00
p[5]	7.205752E+01	9.054402E-02	3.513366E-04	4.875780E-04

3) Intervalové odhady parametrů

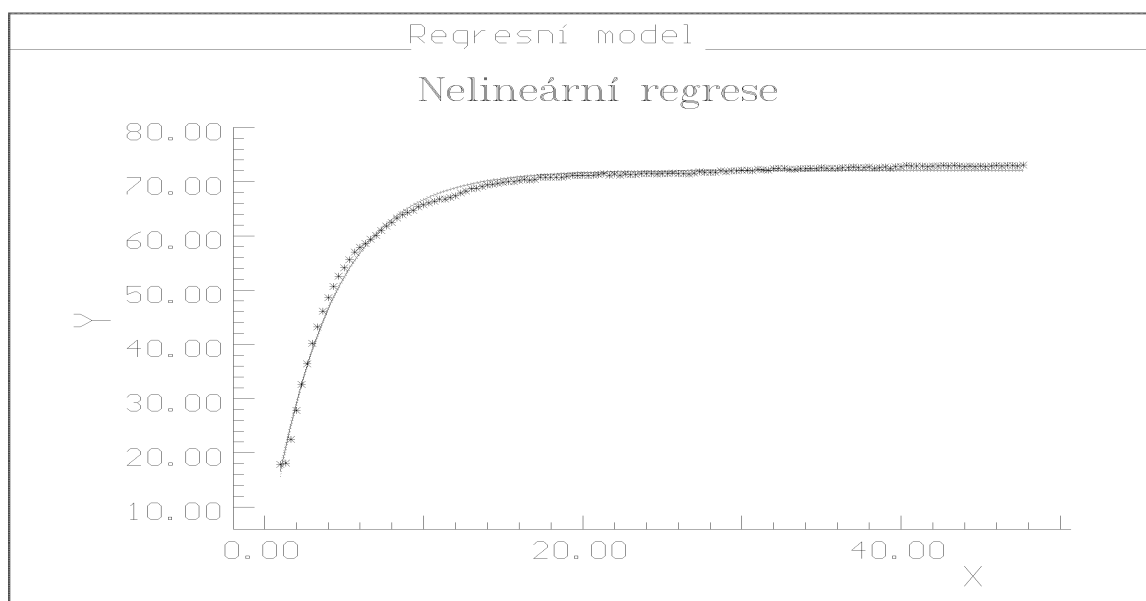
Parametr	Bodový odhad	Poloviční délka konfidenčního int. spočtená z délky poloos	maxim
p[1]	-7.197500E+01	+ - 2.715111E+00	+ - 2.715127E+00
p[2]	-3.846140E+00	+ - 1.444749E-01	+ - 1.837042E-01
p[3]	6.860481E+00	+ - 2.356055E+00	+ - 2.977382E+00
p[4]	-2.113633E-02	+ - 2.356055E+00	+ - 2.977382E+00
p[5]	7.205752E+01	+ - 3.026590E-01	+ - 3.057656E-01

4) Statistické charakteristiky regrese

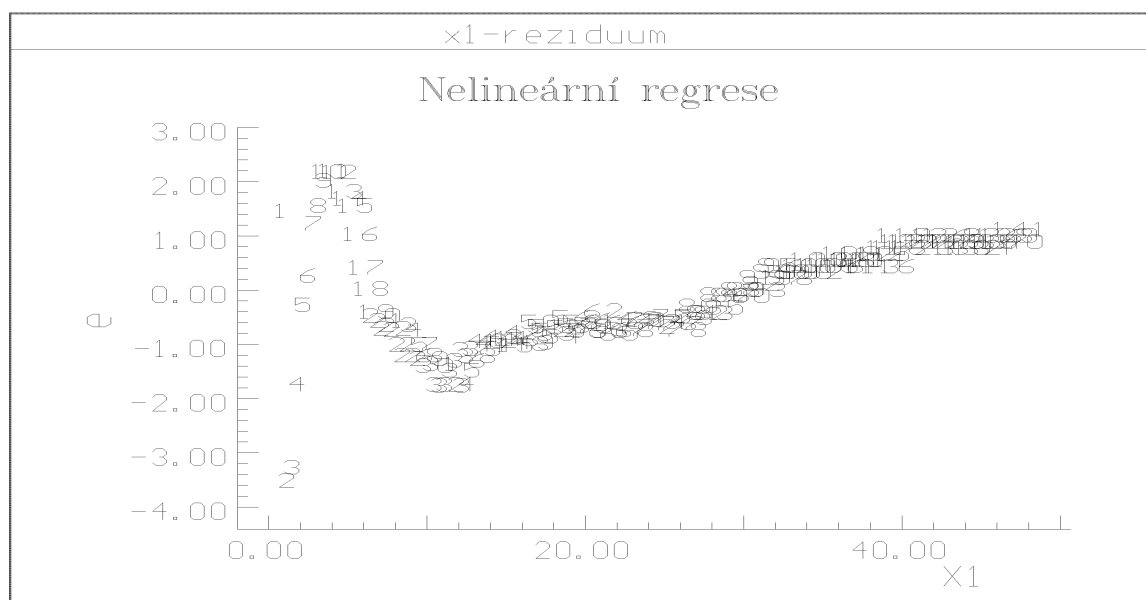
Reziduální součet čtverců, RSC : 1.057183E+02

Regresní rabat, D^2 [%] : 9.935169E+01

Akaikeho informační kritérium, AIC : -3.060539E+01



obrázek 1 Graf naměřených hodnot a vypočteného regresního modelu



obrázek 2 Graf závislosti reziduí na nezávisle proměnné

1.2. Model diferenciální rovnice 1.řádu.

Pro srovnání použijeme k popisu model diferenciální rovnice 1.řádu.

$$T' + a_0 \cdot T = \Delta u$$

Řešením této diferenciální rovnice lze napsat ve tvaru:

$$T = p_1 \cdot (1 - \exp(t/p_2))$$

Pro hledání koeficientů p_1 , p_2 byl použit modul nelineární regrese v programu ADSTAT2.0.

Koeficient p_2 je časová konstanta, kterou můžeme odhadnout z průběhu teploty.

$$p_2 = -6 \text{ min}$$

Koeficient p_5 volíme jako rozdíl mezi počáteční a požadovanou hodnotou teploty.

$$p_1 = 50 \text{ }^\circ\text{C}$$

1) Podmínky

Hladina významnosti, α : 0.050

Počet bodů, n : 140

Počet parametrů, m : 2

Počet nezávislých proměnných : 1

Minimální změna RSC [%] : 1.000000E-01

Minimální změna parametrů [%] : 0.000000E+00

Maximální počet iterací : 150

Kvantil Studentova rozdělení $t(1-\alpha/2, n-m)$: 1.977

Kvantil Fisher-Snedecorova rozdělení $F(1-\alpha, n, n-m)$: 1.314

Kvantil χ^2 rozdělení $\chi^2(1-\alpha, m)$: 5.991

Jméno výstupního souboru : gl3m1.TXT

2) Bodové odhady parametrů

Parametr	Bodový odhad	Směrodatná odchylka	Absolutní vychýlení	Relativní vychýlení[%]
$p[1]$	7.206118E+01	8.673628E-02	1.645323E-04	2.283230E-04
$p[2]$	-3.848159E+00	3.097734E-02	-6.825992E-05	1.773833E-03

3) Intervalové odhady parametrů

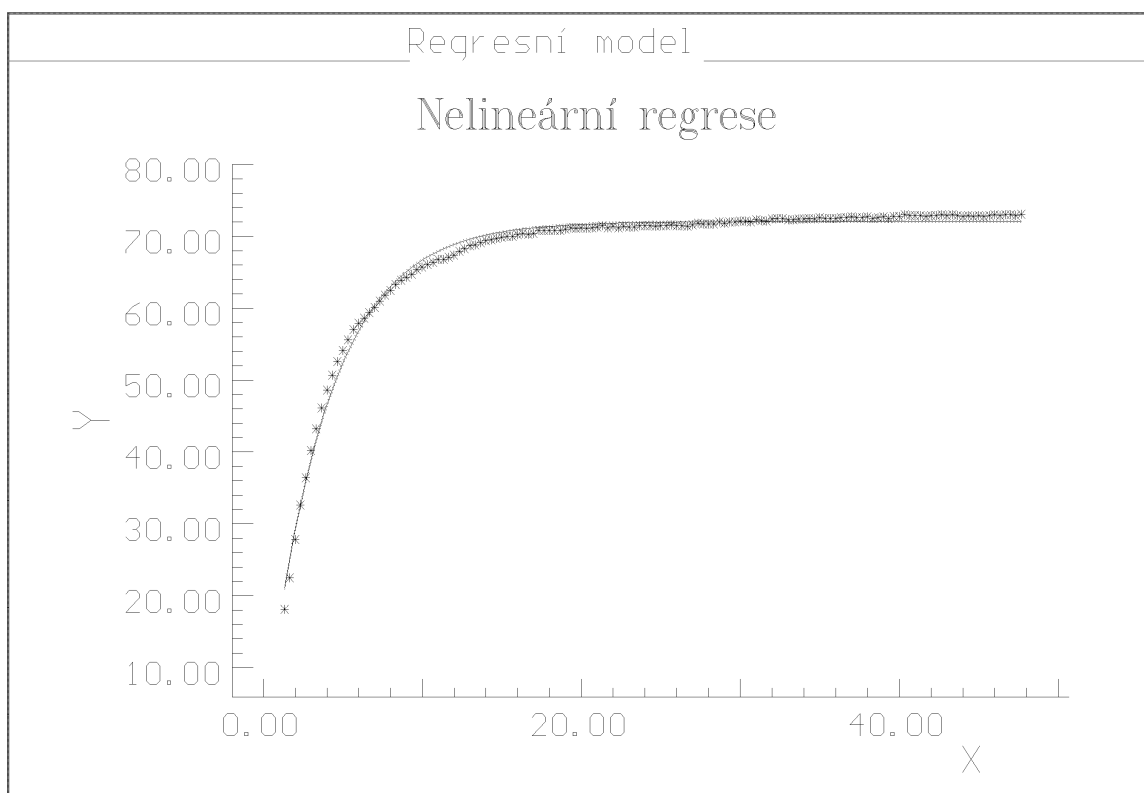
Parametr	Bodový odhad	Poloviční délka konfidenčního int. spočtená z délky poloos	maxim
p[1]	7.206118E+01	+ - 2.143016E-01	+ - 2.146338E-01
p[2]	-3.848159E+00	+ - 6.620333E-02	+ - 7.665518E-02

4) Statistické charakteristiky regrese

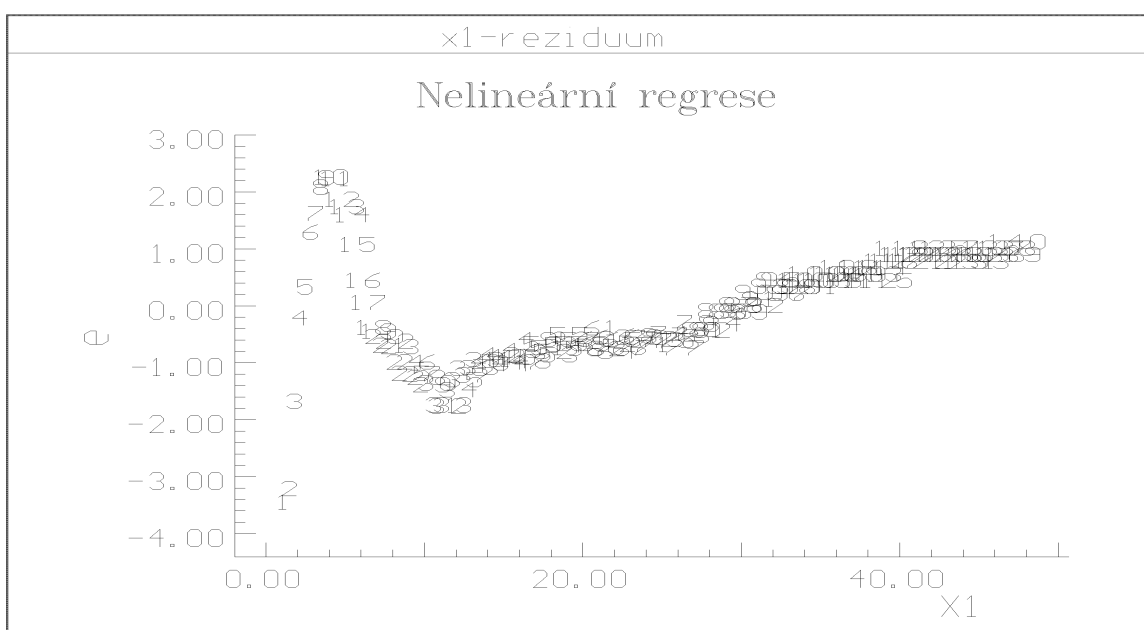
Reziduální součet čtverců, RSC : 1.037737E+02

Regresní rabat, D^2 [%] : 9.925061E+01

Akaikeho informační kritérium, AIC : -3.792020E+01



obrázek 3 Graf naměřených hodnot a vypočteného regresního modelu



obrázek 4 Graf závislosti reziduí na nezávisle proměnné

1.3. Závěr

Porovnáním statistických charakteristik regrese

1) model diferenciální rovnice 2.řádu

Reziduální součet čtverců, RSC : 1.057183E+02

Regresní rabat, D^2 [%] : 9.935169E+01

Akaikeho informační kritérium, AIC : -3.060539E+01

Střední kvadratická chyba predikce : 8.5930E-01

2) model diferenciální rovnice 1.řádu

Reziduální součet čtverců, RSC : 1.037737E+02

Regresní rabat, D^2 [%] : 9.925061E+01

Akaikeho informační kritérium, AIC : -3.792020E+01

Střední kvadratická chyba predikce : 7.7784E-01

Porovnáním statistických charakteristik regrese při použití modelu diferenciální rovnice 1.řádu a 2.řádu dojdeme k závěru, že model diferenciální rovnice 1.řádu se lépe hodí pro popis ohřevu zařízení.

2. Úloha č.2

Zadání

Využitím metody nelineární regrese, určete nejvhodnější model pro popis modelu ohřevu sušárny na požadovanou teplotu, a vypočítejte parametry tohoto modelu. Model určete pro naměřené hodnoty teploty uvnitř sušárny, v průběhu ohřevu na zadanou teplotu.

Data

Naměřené hodnoty: aer300_35.amr

Soubor programu ADSTAT 2.0: aerdata.add

Výstupní soubory programu ADSTAT 2.0: aerm1.txt, aerm2.txt

Program

Programový modul ADSTAT 2.0.

Řešení:

2.1. Model diferenciální rovnice 2.řádu.

Regulaci teploty v zařízení můžeme popsat modelem diferenciální rovnice 2.řádu.

$$T'' + a_1 T' + a_0 T = \Delta u$$

Řešením této diferenciální rovnice lze napsat ve tvaru:

$$T = p_1 \exp(t/p_2) + p_3 \exp(t/p_4) + p_5$$

Obecně mohou být koeficienty p_2 a p_4 komplexně združená čísla nebo reálná čísla. Pro případ ohřevu zařízení připadá v úvahu varianta s reálnými koeficienty, protože průběh teploty při ohřevu není kmitavý.

Pro hledání koeficientů $p_1..p_5$ byl použit modul nelineární regrese v programu ADSTAT 2.0.

Pro koeficienty $p_1..p_5$ platí:

$$p_1 = -p_2/(p_2 - p_4)$$

$$p_3 = p_4/(p_2 - p_4)$$

Koeficienty p_2 a p_4 jsou časové konstanty, které můžeme odhadnout z průběhu teploty viz obr.1.

$$p_2 = -6 \text{ min}, p_4 = -1 \text{ min}$$

Koeficient p_5 volíme jako rozdíl mezi počáteční a požadovanou hodnotou teploty.

Počáteční odhady parametrů tedy jsou:

$$p_1 = -18 \text{ } ^\circ\text{C}, p_2 = -6 \text{ min}, p_3 = 3 \text{ } ^\circ\text{C}, p_4 = -1 \text{ min}, p_5 = 14 \text{ } ^\circ\text{C}$$

1) Podmínky

Hladina významnosti, α : 0.050

Počet bodů, n : 34

Počet parametrů, m : 5

Počet nezávislých proměnných : 1

Minimální změna RSC [%] : 1.000000E-01

Minimální změna parametrů [%] : 0.000000E+00

Maximální počet iterací : 150

Kvantil Studentova rozdělení $t(1-\alpha/2, n-m)$: 2.045

Kvantil Fisher-Snedecorova rozdělení $F(1-\alpha, n, n-m)$: 1.805

Kvantil χ^2 rozdělení $\chi^2(1-\alpha, m)$: 11.070

2) Bodové odhady parametrů

Parametr	Bodový odhad	Směrodatná odchylka	Absolutní vychýlení	Relativní vychýlení[%]
p[1]	2.234564E+02	3.094165E+06	4.899256E+10	2.192488E+10
p[2]	-7.143884E+00	1.214453E+03	3.095951E+06	-4.333709E+07
p[3]	-2.372308E+02	3.094173E+06	-4.906114E+10	2.068077E+10
p[4]	-6.972729E+00	1.089354E+03	-2.389361E+06	3.426723E+07
p[5]	3.496641E+01	7.541615E+00	-3.251181E+04	-9.298013E+04

Všechny koeficienty mají nepříjemně velké směrodatné odchylky.

3) Intervalové odhady parametrů:

Parametr	Bodový odhad	Poloviční délka konfidenčního int. spočtená z délky poloos	maxim
p[1]	2.234564E+02	+ - 1.103838E+07	+ - 1.103838E+07
p[2]	-7.143884E+00	+ - 4.332531E+03	+ - 4.332540E+03
p[3]	-2.372308E+02	+ - 1.103841E+07	+ - 1.103841E+07
p[4]	-6.972729E+00	+ - 3.886243E+03	+ - 3.886251E+03
p[5]	3.496641E+01	+ - 2.649452E+01	+ - 2.690458E+01

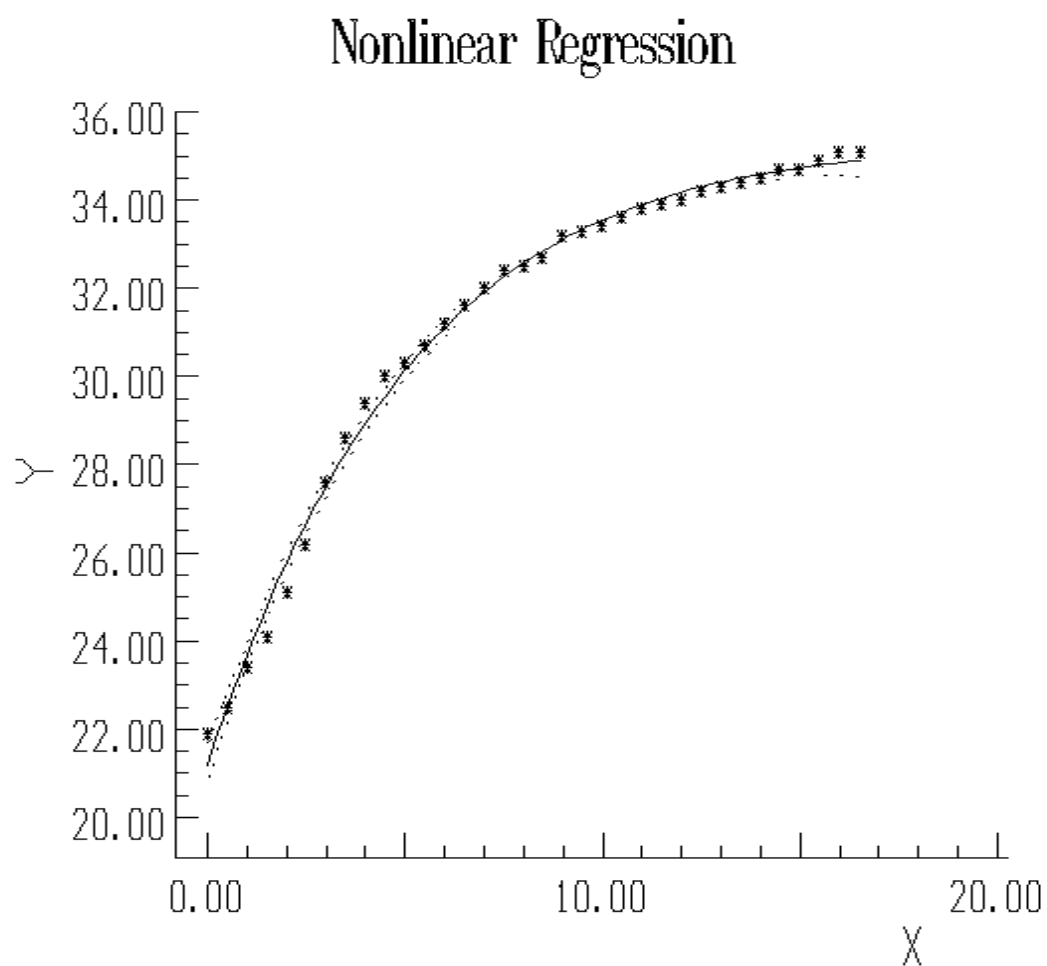
4) Statistické charakteristiky regrese:

Reziduální součet čtverců, RSC : 2.656944E+00

Regresní rabat, D^2 [%] : 9.948555E+01

Akaikeho informační kritérium, AIC : -7.667226E+01

Střední kvadratická chyba predikce : 1.8612E-01



obrázek 5 Graf průběhu teploty v sušárně a regresní model pro diferenciální rovnici 1.řádu

2.2. Model diferenciální rovnice 2.řádu.

Pro srovnání použijeme k popisu model diferenciální rovnice 1.řádu.

$$T' + a_0 T = \Delta u$$

Řešením této diferenciální rovnice lze napsat ve tvaru:

$$T = p_1 \cdot (1 - \exp(t/p_2))$$

Pro hledání koeficientů p_1 , p_2 byl použit modul nelineární regrese v programu ADSTAT2.0.

Koeficient p_2 je časová konstanta, kterou můžeme odhadnout z průběhu teploty.

$$p_2 = -6 \text{ min}$$

Koeficient p_5 volíme jako rozdíl mezi počáteční a požadovanou hodnotou teploty.

$$p_1 = 14 \text{ } ^\circ\text{C}$$

1) Podmínky:

Hladina významnosti, α : 0.050

Počet bodů, n : 34

Počet parametrů, m : 2

Počet nezávislých proměnných : 1

Minimální změna RSC [%] : 1.000000E-01

Minimální změna parametrů [%] : 0.000000E+00

Maximální počet iterací : 150

Kvantil Studentova rozdělení $t(1-\alpha/2, n-m)$: 2.037

Kvantil Fisher-Snedecorova rozdělení $F(1-\alpha, n, n-m)$: 1.768

Kvantil χ^2 rozdělení $\chi^2(1-\alpha, m)$: 5.991

2) Bodové odhady parametrů:

Parametr	Bodový odhad	Směrodatná odchylka	Absolutní vychýlení	Relativní vychýlení[%]
$p[1]$	1.392667E+01	2.080226E-01	6.163490E-03	4.425673E-02
$p[2]$	-5.659638E+00	2.184901E-01	-5.658993E-03	9.998859E-02

3) Intervalové odhady parametrů:

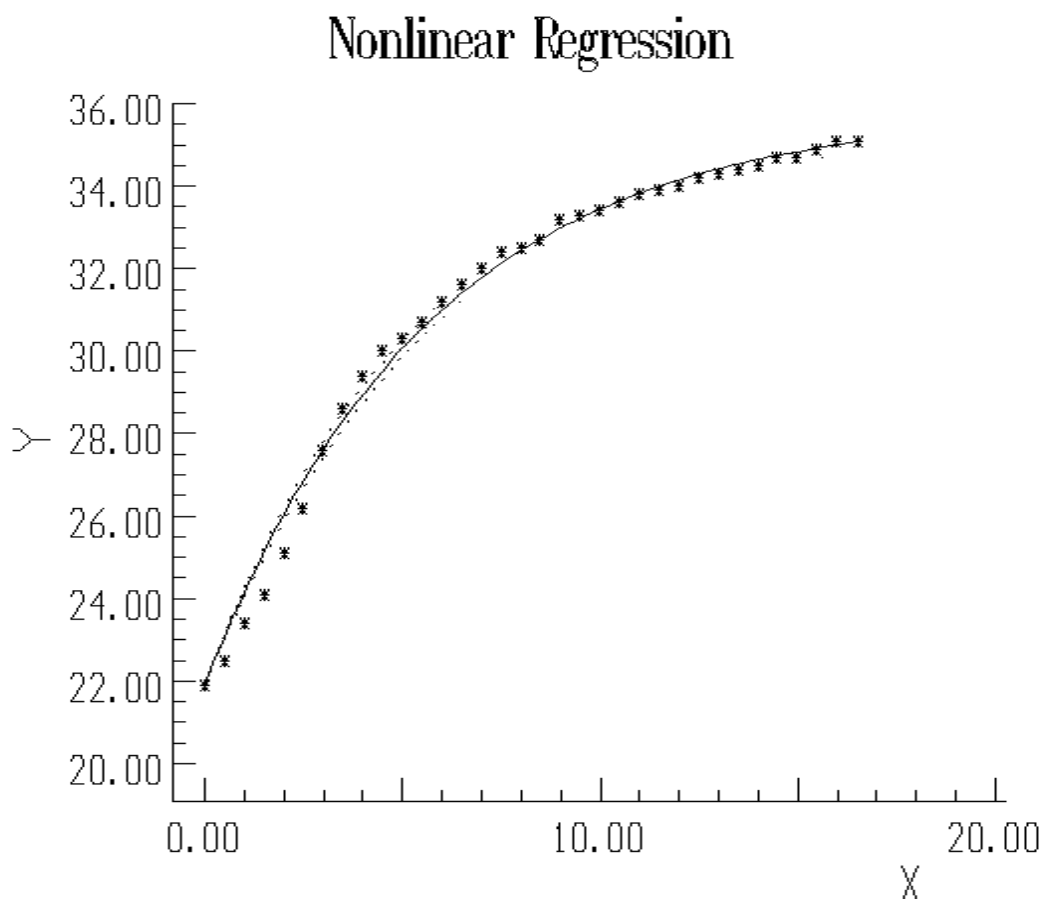
Parametr	Bodový odhad	Poloviční délka konfidenčního int.	spočtená z délky poloos maxim
$p[1]$	1.392667E+01	+ - 5.204825E-01	+ - 5.339771E-01
$p[2]$	-5.659638E+00	+ - 5.493403E-01	+ - 5.608463E-01

4) Statistické charakteristiky regrese:

Reziduální součet čtverců, RSC : 4.216373E+00

Regresní rabat, D^2 [%] : 9.918361E+01

Akaikeho informační kritérium, AIC : -6.697110E+01



obrázek 6 Graf průběhu teploty v sušárně a regresní model pro diferenciální rovnici 1.řádu

2.3. Závěr

Přestože jsou statistické charakteristiky regrese (RSC, AIC) pro model diferenciální rovnice 2.řádu příznivější, jsou vypočtené parametry nepoužitelné vzhledem k jejich velkému rozptylu.

Proto lze říci, že model diferenciální rovnice 1.řádu se lépe hodí pro popis ohřevu sušárny.

Název souboru: nelinreg
Adresář: E:\Pom\nELIN
Šablona: C:\Program Files\Microsoft Office\Sablony\Zprávy\Zpráva.dot
Název: Profesionální zpráva
Předmět:
Autor: Richard Březina
Klíčová slova:
Komentáře:
Datum vytvoření: 21.01.99 12:12
Číslo revize: 4
Poslední uložení: 21.01.99 20:25
Uložil: Richard Březina
Celková doba úprav: 231 min.
Poslední tisk: 15.09.00 08:35
Jako poslední úplný tisk
Počet stránek: 14
Počet slov: 1 605 (přibližně)
Počet znaků: 9 153 (přibližně)