

# Lagerteori och Virkesförsörjning

## -Introducerande exempel

*Peter Lohmander*

121104

# Introducerande lagerexempel från skogsindustriföretag

- *Detta lagerexempel är en delvis utvidgad och modifierad version av ett internutbildningsunderlag, som har använts inom ett verkligt skogsindustriföretag.*

**Du är ansvarig för virkesförsörjningen och ska planera massavedförsörjningen de närmaste sex månaderna, april – september.**

***Du måste beakta följande delar av företaget och dess verksamhet:***

- En massafabrik,
- en transportflotta,
- ett "producerande" distrikt (d.v.s. ett distrikt där skoglig drivning äger rum),
- en extern leverantör
- samt ett skogsterminalområde som kan hyras med kort varsel.

## *Förutsättningar:*

- I detta dokument användes m3 som beteckning på m3fub.
- Industrin har en maximal lagringskapacitet på 4000 m3 och ett operativt minimum på 500 m3.
- Bilvägslagret får inte överstiga 60% av nästkommande månads leverans (eftersom vi då får för hög inkurans).
- Man bör överväga om någon "lägsta – nivå" bör fastställas på bilvägslagret.

- Varje månad kan transportvolymen väljas inom intervallet 1500 – 3000 m<sup>3</sup>.
- Produktionen ( = drivningen = avverkningen plus terrängtransporten) kan varieras över tiden.
- Total produktion skall ligga på 14 000 m<sup>3</sup>.

- Den externa leverantören har inte möjlighet att leverera någonting senare än i juni.
- Ingående väglager i April = 3000 m<sup>3</sup>.
- Ingående industrilager i April = 3000 m<sup>3</sup>.

Industrin kommer att förbruka dessa volymer massaved under de kommande månaderna:

- April 4000 m<sup>3</sup>
- Maj 3000 m<sup>3</sup>
- Juni 3000 m<sup>3</sup>
- Juli 4000 m<sup>3</sup>
- Augusti 3000 m<sup>3</sup>
- September 3000 m<sup>3</sup>

Kalkylränta i kontinuerlig tid på årsbasis:

**5%.**



Kostnader för massaved från egen skog (totalt)  
90 SEK/m<sup>3</sup>

Kostnad för väglager per månad  
10 SEK/m<sup>3</sup>

Kostnad för industrilager per månad  
15 SEK/m<sup>3</sup>

**Transportkostnad (skog – industri)**

**50 SEK/m<sup>3</sup>**

**Kostnad för extern massaved fritt industri**

**400 SEK/m<sup>3</sup>**

**Marginalintäkt – rörliga kostnader förutom råvarukostnaden fritt industri (för massa)**

**uttryckt per råvaruenhet**

**800 SEK/m<sup>3</sup>**

## *Uppgift:*

**Fastställ den lämpligaste  
lagerutvecklingen i skogen och vid  
industrin under april – september!**

(Den lämpligaste utvecklingen är den som ger företaget maximal vinst, definierad som diskonterade intäkter minus kostnader.)

**! Lagerexempel med hemlig bakgrund med  
kompletteringar av Peter Lohmander  
101107;  
! Viss uppgradering 121102;**

**model:**

**sets:**

**time/1..7/:IndLag,VagLag,Trp,Prod,Forb,Ext;  
endsets**

**! time 1 representerar April;**

**! Lagernivaaer avser ingaende lagernivaaer;**

**Max = NUV;**

**NUV = @SUM(time(t) | t #LT#7: @EXP(-r\*t)\*(**  
    **- 90 \* Prod(t)**  
    **- 10 \* VagLag(t)**  
    **- 15 \* IndLag(t)**  
    **- 50 \* Trp(t)**  
    **- 400 \* Ext(t)**  
    **+ 800 \* Forb(t)**  
    **)**  
**);**

**[rate]r = .05/12;**

**[Vag0]VagLag(1) = 3000;**

**[Ind0]IndLag(1) = 3000;**

**[SumProd]@SUM(time(t) | t #LT#7: Prod(t)) = 14000;**

**Prod(7) = 0;**

**@for(time(t) | t #LT#7:**

**[VagBal] VagLag(t) + Prod(t) - Trp(t) - VagLag(t+1) = 0) ;**

**@for(time(t) | t #LT#7:**

**[IndBal] IndLag(t) + Trp(t) + Ext(t) - Forb(t) - IndLag(t+1) = 0) ;**



**@for(time(t): [ILAGMAX]IndLag(t) <= 4000);**

**@for(time(t): [ILAGMIN]IndLag(t) >= 500);**

**!@for(time(t) | t #LT#7:**

**[VLAGMAX] VagLag(t) <= 0.6 \* Trp(t+1));**

**@for(time(t) | t #LT#7:**

**[VLAGMIN] VagLag(t) >= 10);**

**@for(time(t) | t #LT#7:  
[TrpMAX] Trp(t) <= 3000);**

**@for(time(t) | t #LT#7:  
[TrpMIN] Trp(t) >= 1500);**

**@for(time(t) | t #GT#3:  
[Extlim] Ext(t) = 0);**

**data:**

**Forb = 4000 3000 3000 4000 3000 3000 3000;**

**@OLE('LT121102.XLS')=**

**VagLag,IndLag, Trp, Prod, Forb, Ext;**

**Enddata**

**end**

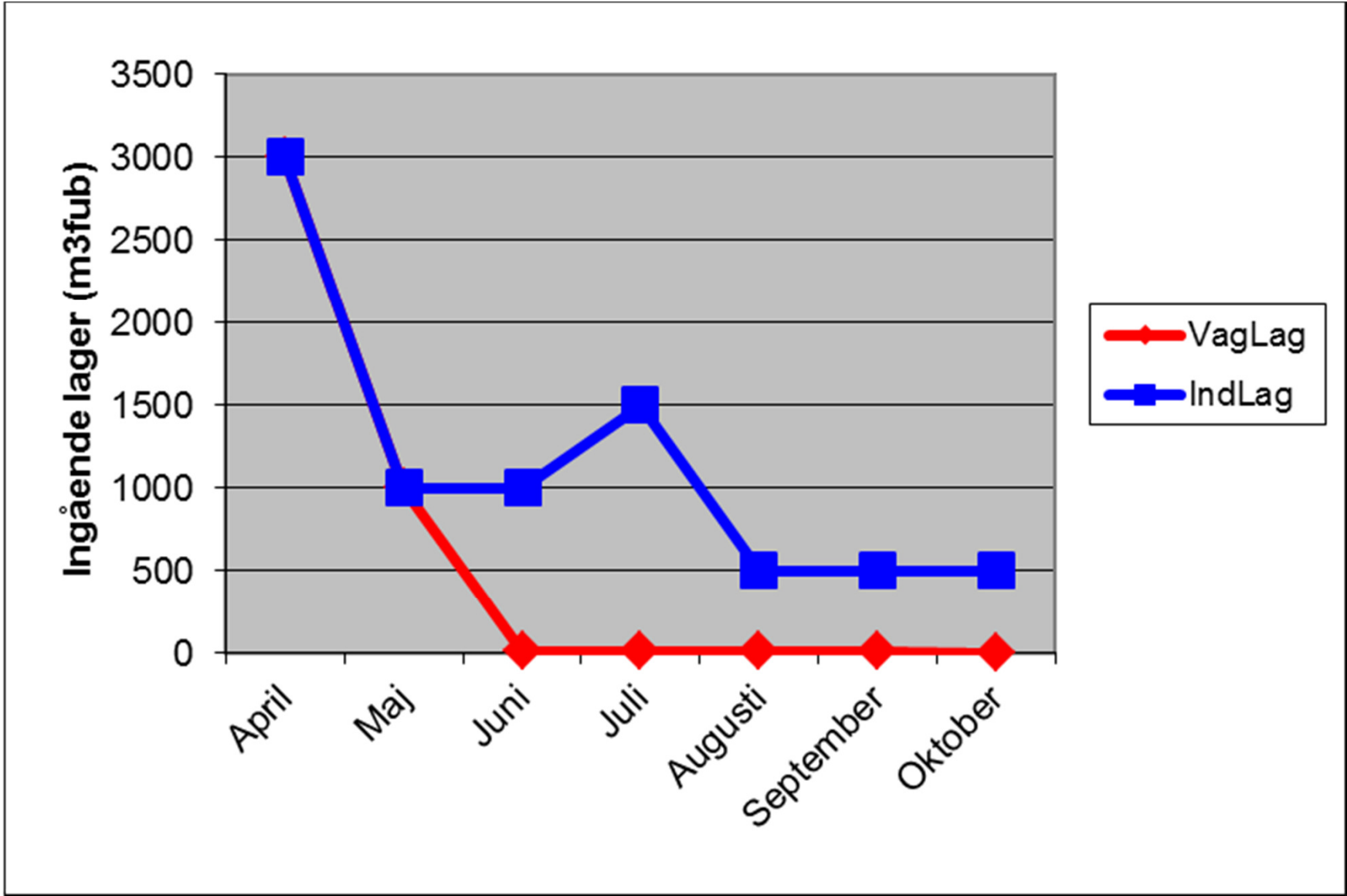
**LT121102**

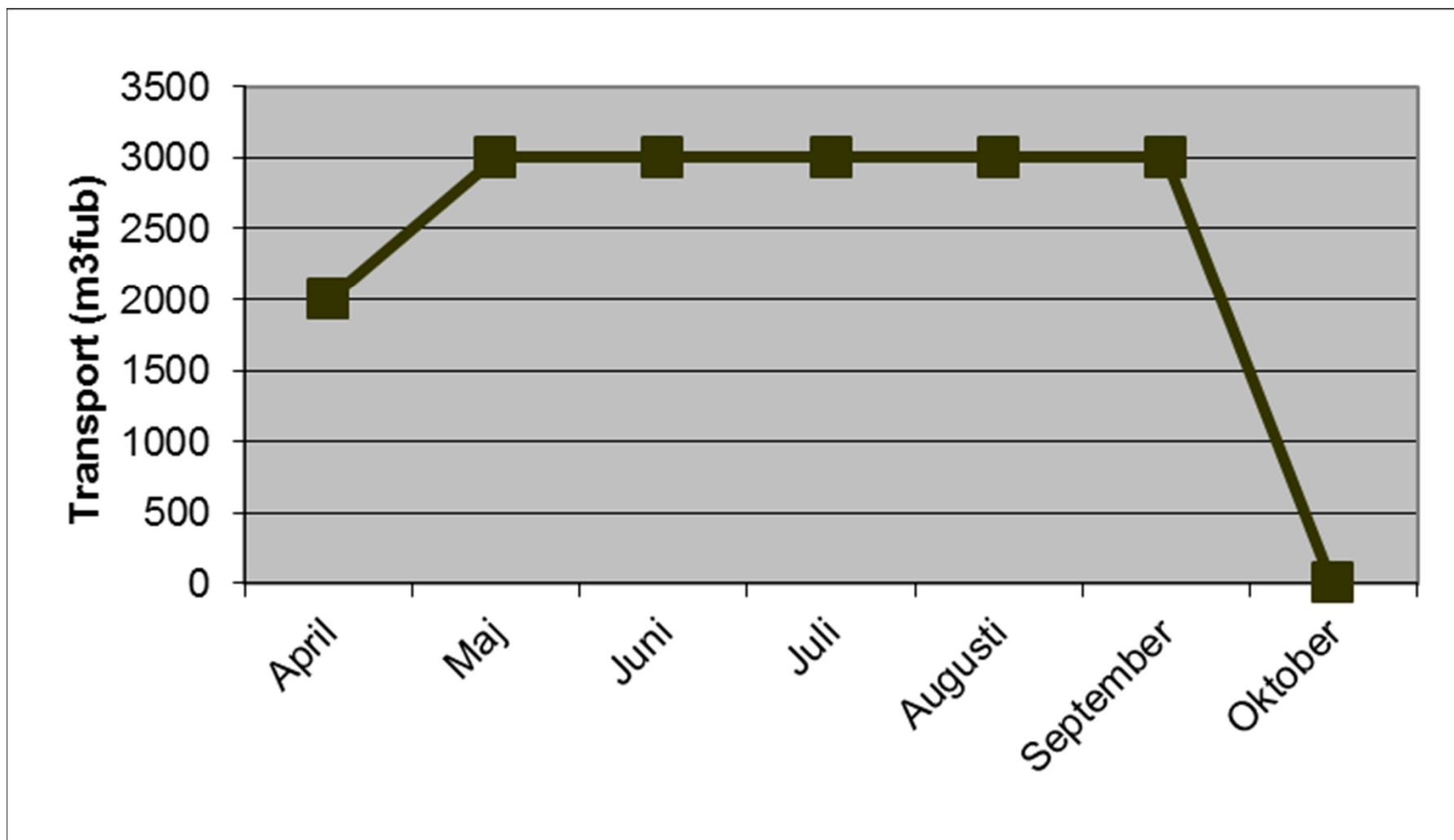
*Peter Lohmander*

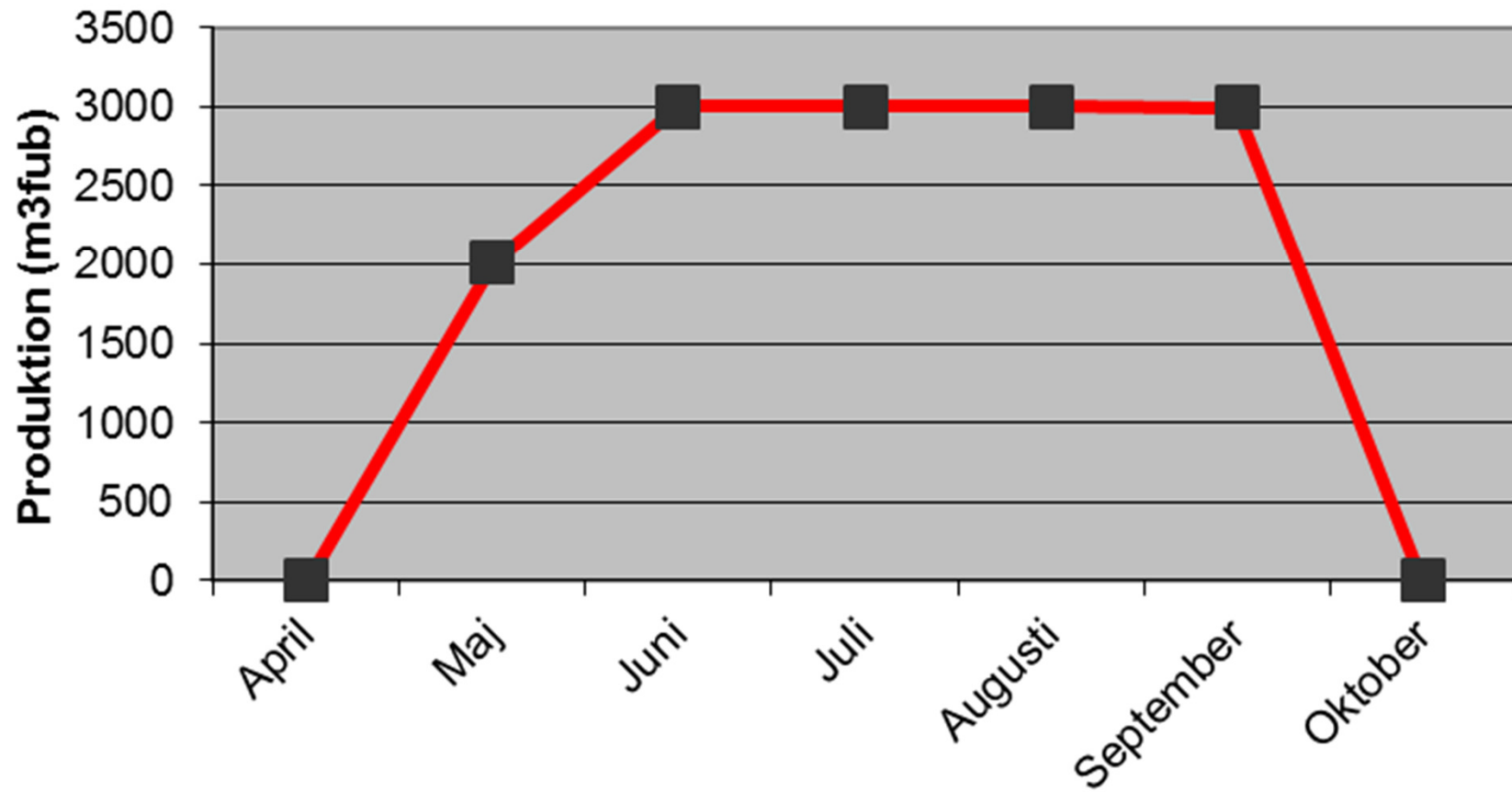
<b>Period</b>	<b>VagLag</b>	<b>IndLag</b>	<b>Trp</b>	<b>Prod</b>	<b>Forb</b>	<b>Ext</b>
<b>April</b>	<b>3000</b>	<b>3000</b>	<b>2000</b>	<b>0</b>	<b>4000</b>	<b>0</b>
<b>Maj</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>3000</b>	<b>2010</b>	<b>3000</b>	<b>0</b>
<b>Juni</b>	<b>10</b>	<b>1000</b>	<b>3000</b>	<b>3000</b>	<b>3000</b>	<b>500</b>
<b>Juli</b>	<b>10</b>	<b>1500</b>	<b>3000</b>	<b>3000</b>	<b>4000</b>	<b>0</b>
<b>Augusti</b>	<b>10</b>	<b>500</b>	<b>3000</b>	<b>3000</b>	<b>3000</b>	<b>0</b>
<b>September</b>	<b>10</b>	<b>500</b>	<b>3000</b>	<b>2990</b>	<b>3000</b>	<b>0</b>
<b>Oktober</b>	<b>0</b>	<b>500</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3000</b>	<b>0</b>

**Nuv**

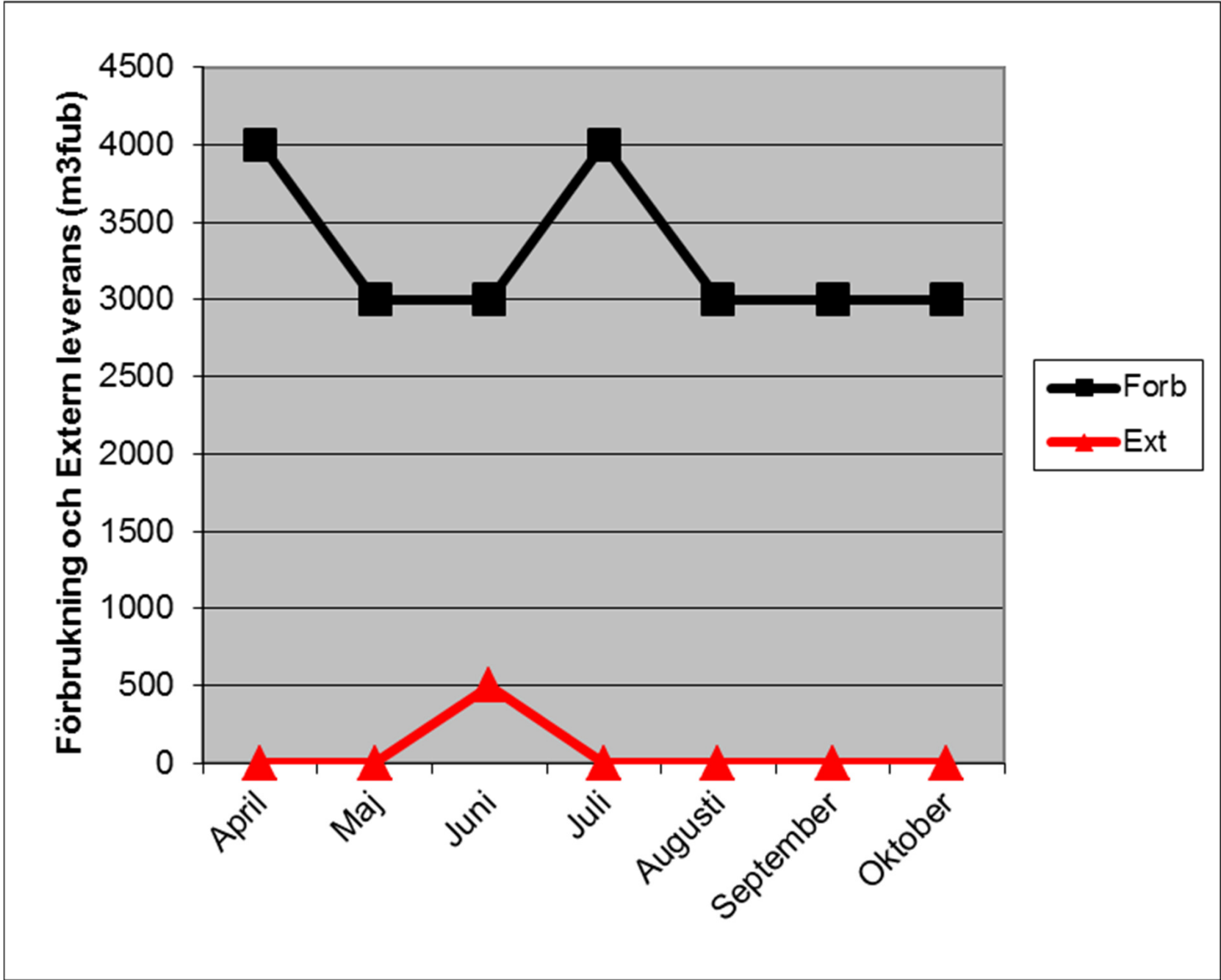
**13350671,4**











**Global optimal solution found.**

<b>Objective value:</b>	<b>0.1335067E+08</b>
<b>Infeasibilities:</b>	<b>0.000000</b>
<b>Total solver iterations:</b>	<b>12</b>

•	<b>Variable</b>	<b>Value</b>	<b>Reduced Cost</b>
•	<b>NUV</b>	<b>0.1335067E+08</b>	<b>0.000000</b>
•	<b>R</b>	<b>0.4166667E-02</b>	<b>0.000000</b>
•	<b>INDLAG( 1)</b>	<b>3000.000</b>	<b>0.000000</b>
•	<b>INDLAG( 2)</b>	<b>1000.000</b>	<b>0.000000</b>
•	<b>INDLAG( 3)</b>	<b>1000.000</b>	<b>0.000000</b>
•	<b>INDLAG( 4)</b>	<b>1500.000</b>	<b>0.000000</b>
•	<b>INDLAG( 5)</b>	<b>500.0000</b>	<b>0.000000</b>
•	<b>INDLAG( 6)</b>	<b>500.0000</b>	<b>0.000000</b>
•	<b>INDLAG( 7)</b>	<b>500.0000</b>	<b>0.000000</b>

	<b>VAGLAG( 1)</b>	<b>3000.000</b>	<b>0.000000</b>
•	<b>VAGLAG( 2)</b>	<b>1000.000</b>	<b>0.000000</b>
•	<b>VAGLAG( 3)</b>	<b>10.00000</b>	<b>0.000000</b>
•	<b>VAGLAG( 4)</b>	<b>10.00000</b>	<b>0.000000</b>
•	<b>VAGLAG( 5)</b>	<b>10.00000</b>	<b>0.000000</b>
•	<b>VAGLAG( 6)</b>	<b>10.00000</b>	<b>0.000000</b>
•	<b>VAGLAG( 7)</b>	<b>0.000000</b>	<b>323.9916</b>

- **TRP( 1)      2000.000      0.000000**
- **TRP( 2)      3000.000      0.000000**
- **TRP( 3)      3000.000      0.000000**
- **TRP( 4)      3000.000      0.000000**
- **TRP( 5)      3000.000      0.000000**
- **TRP( 6)      3000.000      0.000000**
- **TRP( 7)      0.000000      0.000000**

	<b>PROD( 1)</b>	<b>0.000000</b>	<b>10.28968</b>
•	<b>PROD( 2)</b>	<b>2010.000</b>	<b>0.000000</b>
•	<b>PROD( 3)</b>	<b>3000.000</b>	<b>0.000000</b>
•	<b>PROD( 4)</b>	<b>3000.000</b>	<b>0.000000</b>
•	<b>PROD( 5)</b>	<b>3000.000</b>	<b>0.000000</b>
•	<b>PROD( 6)</b>	<b>2990.000</b>	<b>0.000000</b>
•	<b>PROD( 7)</b>	<b>0.000000</b>	<b>0.000000</b>

- **FORB( 1)      4000.000      0.000000**
- **FORB( 2)      3000.000      0.000000**
- **FORB( 3)      3000.000      0.000000**
- **FORB( 4)      4000.000      0.000000**
- **FORB( 5)      3000.000      0.000000**
- **FORB( 6)      3000.000      0.000000**
- **FORB( 7)      3000.000      0.000000**

•	<b>EXT( 1)</b>	<b>0.000000</b>	<b>32.99487</b>
•	<b>EXT( 2)</b>	<b>0.000000</b>	<b>16.46306</b>
•	<b>EXT( 3)</b>	<b>500.0000</b>	<b>0.000000</b>
•	<b>EXT( 4)</b>	<b>0.000000</b>	<b>0.000000</b>
•	<b>EXT( 5)</b>	<b>0.000000</b>	<b>0.000000</b>
•	<b>EXT( 6)</b>	<b>0.000000</b>	<b>0.000000</b>
•	<b>EXT( 7)</b>	<b>0.000000</b>	<b>0.000000</b>



- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 

<b>Row</b>	<b>Slack or Surplus</b>	<b>Dual Price</b>
<b>1</b>	<b>0.1335067E+08</b>	<b>1.000000</b>
<b>2</b>	<b>0.000000</b>	<b>1.000000</b>
<b>RATE</b>	<b>0.000000</b>	<b>-0.4432615E+08</b>
<b>VAG0</b>	<b>0.000000</b>	<b>305.5914</b>
<b>IND0</b>	<b>0.000000</b>	<b>350.4043</b>
<b>SUMPROD</b>	<b>0.000000</b>	<b>236.2137</b>
<b>7</b>	<b>0.000000</b>	<b>0.000000</b>

•	<b>VAGBAL( 1)</b>	<b>0.000000</b>	<b>-315.5498</b>
•	<b>VAGBAL( 2)</b>	<b>0.000000</b>	<b>-325.4668</b>
•	<b>VAGBAL( 3)</b>	<b>0.000000</b>	<b>-325.0957</b>
•	<b>VAGBAL( 4)</b>	<b>0.000000</b>	<b>-324.7262</b>
•	<b>VAGBAL( 5)</b>	<b>0.000000</b>	<b>-324.3581</b>
•	<b>VAGBAL( 6)</b>	<b>0.000000</b>	<b>-323.9916</b>
•	<b>INDBAL( 1)</b>	<b>0.000000</b>	<b>-365.3419</b>
•	<b>INDBAL( 2)</b>	<b>0.000000</b>	<b>-380.2175</b>
•	<b>INDBAL( 3)</b>	<b>0.000000</b>	<b>-395.0311</b>
•	<b>INDBAL( 4)</b>	<b>0.000000</b>	<b>-409.7832</b>
•	<b>INDBAL( 5)</b>	<b>0.000000</b>	<b>-424.4739</b>
•	<b>INDBAL( 6)</b>	<b>0.000000</b>	<b>-439.1036</b>

- **ILAGMAX( 1)      1000.000      0.000000**
- **ILAGMAX( 2)      3000.000      0.000000**
- **ILAGMAX( 3)      3000.000      0.000000**
- **ILAGMAX( 4)      2500.000      0.000000**
- **ILAGMAX( 5)      3500.000      0.000000**
- **ILAGMAX( 6)      3500.000      0.000000**
- **ILAGMAX( 7)      3500.000      0.000000**

- **ILAGMIN( 1)      2500.000      0.000000**
- **ILAGMIN( 2)      500.0000      0.000000**
- **ILAGMIN( 3)      500.0000      0.000000**
- **ILAGMIN( 4)      1000.000      0.000000**
- **ILAGMIN( 5)      0.000000      0.000000**
- **ILAGMIN( 6)      0.000000      0.000000**
- **ILAGMIN( 7)      0.000000      -439.1036**

•	<b>VLAGMIN( 1)</b>	<b>2990.000</b>	<b>0.000000</b>
•	<b>VLAGMIN( 2)</b>	<b>990.0000</b>	<b>0.000000</b>
•	<b>VLAGMIN( 3)</b>	<b>0.000000</b>	<b>-10.24689</b>
•	<b>VLAGMIN( 4)</b>	<b>0.000000</b>	<b>-10.20429</b>
•	<b>VLAGMIN( 5)</b>	<b>0.000000</b>	<b>-10.16186</b>
•	<b>VLAGMIN( 6)</b>	<b>0.000000</b>	<b>-10.11960</b>
•	<b>TRPMAX( 1)</b>	<b>1000.000</b>	<b>0.000000</b>
•	<b>TRPMAX( 2)</b>	<b>0.000000</b>	<b>5.165542</b>
•	<b>TRPMAX( 3)</b>	<b>0.000000</b>	<b>20.55650</b>
•	<b>TRPMAX( 4)</b>	<b>0.000000</b>	<b>35.88346</b>
•	<b>TRPMAX( 5)</b>	<b>0.000000</b>	<b>51.14669</b>
•	<b>TRPMAX( 6)</b>	<b>0.000000</b>	<b>66.34646</b>
•	<b>TRPMIN( 1)</b>	<b>500.0000</b>	<b>0.000000</b>
•	<b>TRPMIN( 2)</b>	<b>1500.000</b>	<b>0.000000</b>
•	<b>TRPMIN( 3)</b>	<b>1500.000</b>	<b>0.000000</b>
•	<b>TRPMIN( 4)</b>	<b>1500.000</b>	<b>0.000000</b>
•	<b>TRPMIN( 5)</b>	<b>1500.000</b>	<b>0.000000</b>
•	<b>TRPMIN( 6)</b>	<b>1500.000</b>	<b>0.000000</b>

- 

- 

EXTLIM( 4)	0.000000	16.39463
------------	----------	----------

- 

EXTLIM( 5)	0.000000	32.72106
------------	----------	----------

- 

EXTLIM( 6)	0.000000	48.97962
------------	----------	----------

- 

EXTLIM( 7)	0.000000	0.000000
------------	----------	----------