

# *Kengetallen*

## **E-1**

### **Voorspelling Dagproductie**

#### **■ Inleiding**

Ter ondersteuning van de fokkerij en het bedrijfsmanagement berekent NRS diverse kengetallen. Te denken valt aan bijvoorbeeld de fokwaarden van koeien en stieren, de lactatiewaarde, de inseminatiewaarde. In de volgende paragrafen worden deze toegelicht. Allereerst komt de melkproductie over de eerste 305 dagen in de lactatie (305-dagenproductie) aan de orde. Dit is een standaardmaat voor melkproductie die als basis dient voor diverse andere kengetallen.

De 305-dagenproductie kan een gerealiseerde melkproductie zijn, zoals het geval is bij koeien met een lactatie langer dan 305 dagen. Voor koeien met een lactatie korter dan 305 dagen, kan de productie over 305 dagen worden voorspeld. Voorspelde producties kunnen gebruikt worden voor de bedrijfsvoering. Daarnaast zijn voorspelde producties van belang voor het vroegtijdig schatten van fokwaarden van stieren en koeien. Voorts is het voorspellen van een toekomstige productie per koe van belang bij het berekenen van het kwotumplan.

In dit deel zal beschreven worden hoe het voorspellen in zijn werk gaat. In de laatste decennia is veel onderzoek verricht naar de nauwkeurigheid van verschillende methoden om de melkproductie per koe te voorspellen. Op basis van die onderzoeken wordt door het NRS een bepaalde methode gehanteerd voor het voorspellen van melk-, vet- en eiwitproducties per koe. Een aantal voorbeelden zal een en ander verduidelijken. Vervolgens wordt in E-2 uitgelegd hoe een lactatieproductie en een 305-dagenproductie berekend worden. In de daarop volgende paragrafen komen de overige kengetallen van het NRS aan bod.

#### **■ Methode van voorspellen**

Het voorspellen van de productie is gebaseerd op het voorspellen van toekomstige dagproducties voor melk, vet en eiwit. Immers, voorspelde dagproducties kunnen worden gebruikt voor meerdere doeleinden. Ze kunnen niet alleen gebruikt worden voor het voorspellen van de producties over 305 dagen in lactatie, maar ook voor het voorspellen van een productie over een willekeurige periode (voor kwotumplan) en voor het voorspellen van de dagproductie bij een toekomstige monsternamen (zoals op het proefmelkformulier wordt vermeld).

Bij het berekenen van een voorspelde productie over de eerste 305 dagen in de lactatie worden zowel de gemeten als de voorspelde dagproducties geaccumuleerd tot een productie over 305 dagen. Stel dat de laatste dagproductie van een koe is gemeten op dag 155 na afkalven. De lactatieproductie over die eerste 155 dagen wordt berekend op basis van de gemeten dagproducties. Vervolgens worden voor de resterende 150 dagen een aantal dagproducties voorspeld (met intervallen van 20 dagen). De voorspelde 305-dagenproductie wordt dan berekend op basis van de gemeten dagproducties tot en met dag 155 in lactatie en de voorspelde dagproducties voor de resterende 150 dagen volgens de methode in deel E-2. Dagproducties voor melk, vet en eiwit worden voorspeld met formule (1):

$$y_t = E(y_t) + b_2 \cdot (Y_{305_{VL}} - E(Y_{305_{VL}})) + b_1 \cdot (x_i - E(x_i))$$

waarin:

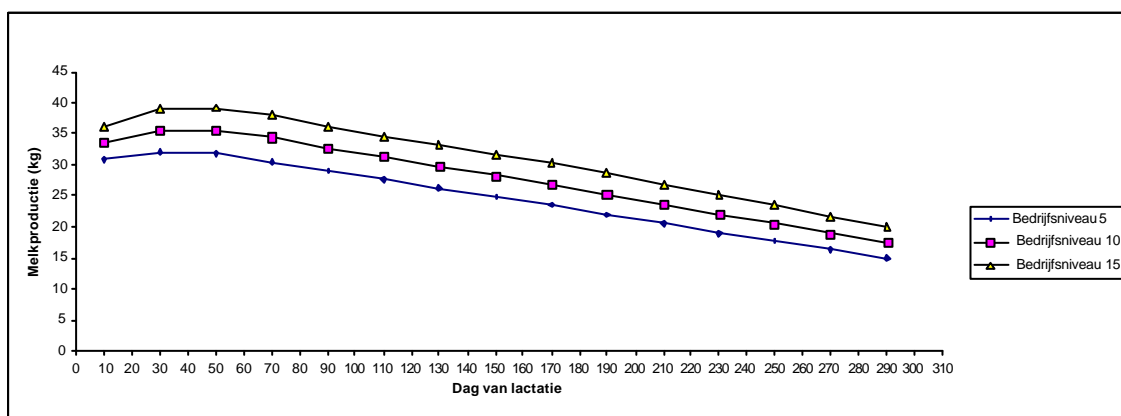
$y_t$	=	de te voorspellen dagproductie op dag t van de lactatie;
$E(y_t)$	=	de verwachte dagproductie op dag t van de lactatie;
$Y_{305_{VL}}$	=	de 305-dagenproductie in de vorige lactatie;
$E(Y_{305_{VL}})$	=	de verwachte 305-dagenproductie in de vorige lactatie;
$x_i$	=	de laatst gemeten dagproductie op dag i van de lactatie;
$E(x_i)$	=	de verwachte dagproductie op dag i van de lactatie;
$b_1, b_2$	=	voorspellingsfactoren.

Dat wil zeggen dat de voorspelde dagproductie op een moment "t" in de lactatie gelijk is aan de verwachte dagproductie voor dat moment, plus een gewogen verschil tussen de berekende 305-dagenproductie in de voorgaande lactatie en haar verwachting, plus een gewogen verschil tussen de laatste gemeten dagproductie en haar verwachting. De voorspellingsfactoren  $b_1$  en  $b_2$  in formule (1) zijn bepaald per lactatiestadiumklasse (klassen met een lengte van 20 dagen te beginnen bij dag 0), per kenmerk en per lactatienummer (1, 2, 3, en >3).

Bij het voorspellen van een dagproductie wordt derhalve niet alleen rekening gehouden met de laatst gemeten dagproductie, maar ook met de 305-dagenproductie in de voorgaande lactatie. Onderzoek heeft aangetoond dat dit leidde tot een meer nauwkeurige voorspelling. Door het opnemen van de voorgaande 305-dagenproductie in de voorspelling kan (als één monsternamen in de lactatie bekend is) eenzelfde nauwkeurigheid worden behaald, als in een situatie bij twee bekende monsternamen en het niet meenemen van de voorgaande 305-dagenproductie.

## ■ Standaardlactatiecurven

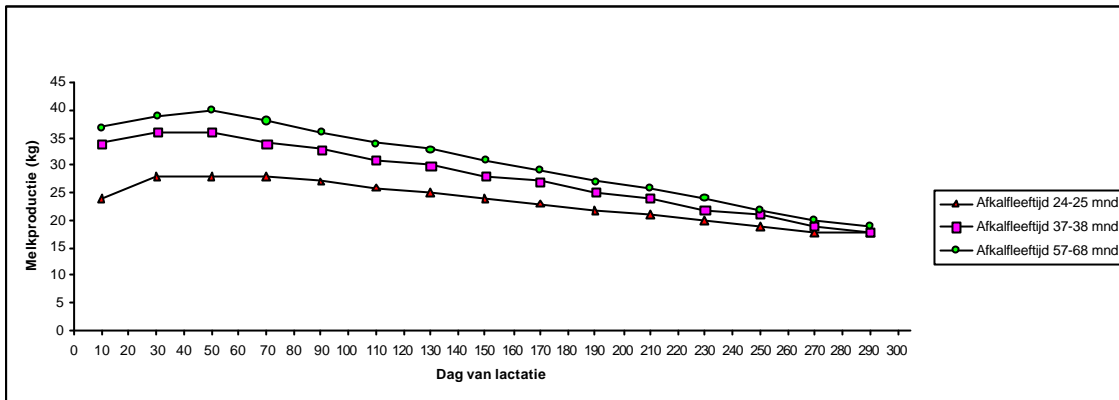
De verwachte dagproductie en de verwachte 305-dagenproductie die nodig zijn in formule (1) worden afgeleid van standaardlactatiecurven. Een aantal standaardlactatiecurven voor melk zijn weergegeven in figuur 1 t/m 3. De standaardlactatiecurven gelden als een soort leidraad waar langs voorspeld wordt. Deze standaardlactatiecurven zijn bepaald per kenmerk en per klasse van bedrijfsniveau\*leeftijd\*seizoen van afkalven. Voor bedrijfsniveau worden 20 klassen gehanteerd, voor leeftijd 18 en voor seizoenen van afkalven 6. De klasse-indelingen voor bedrijfsniveau, afkalfleeftijd en seizoenen zijn weergegeven in tabel 1. Al met al zijn er 2160 (=20\*18\*6) standaardlactatiecurven voor melk, idem voor vet en voor eiwit.



Figuur 1. Standaardlactatiecurven voor melkproductie bij verschillende bedrijfsniveaus, afkalfleeftijd van 37-38 maanden (tweede lactatie) en afkalseizoenen feb./mrt.

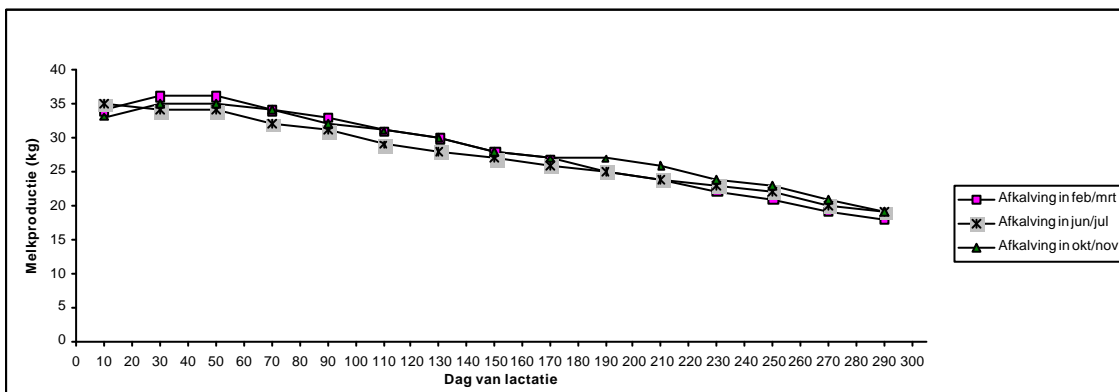
De standaardlactatiecurven in figuur 1 t/m 3 laten globaal de verschillen tussen de klassen zien. In fig. 1 staan drie standaardlactatiecurven voor verschillende bedrijfsniveaueklassen: klasse 5, 10 en

15. Alle drie de lijnen in figuur 1 geven de verwachting weer van een tweedekalfskoe die in februari/maart afgekalft heeft. De verwachte dagproductie is bij een hoger bedrijfsniveau gedurende de hele lactatie een aantal kg hoger dan bij een lager bedrijfsniveau. De lactatiecurven voor verschillende bedrijfsniveaus lopen tamelijk parallel. Er is nauwelijks verschil in vorm van de standaardlactatiecurven tussen de verschillende bedrijfsniveaукlassen.



Figuur 2. Standaardlactatiecurven voor melkproductie van een eerste, tweede en derde lactatie, bij bedrijfsniveau 10 en afkalfseizoen feb./mrt.

In figuur 2 worden standaardlactatiecurven voor drie verschillende leeftijdsclassen vergeleken. Deze drie curven zijn geldig voor bedrijfsniveau 10 en afkalfseizoen februari/maart. Curven voor verschillende leeftijdscategorieën lopen niet parallel. De grootste verschillen treden op in het begin van de lactatie. Oudere koeien produceren vooral meer in de eerste helft van de lactatie ten opzichte van vaarzen.



Figuur 3. Standaardlactatiecurven voor melkproductie bij verschillende afkalfseizoenen, bedrijfsniveau 10 en tweede lactatie.

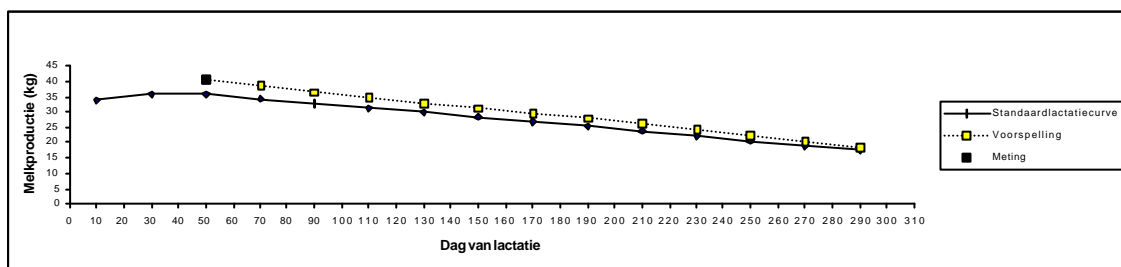
Figuur 3 laat tenslotte de verschillen tussen afkalfseizoenen zien. Het seizoen van afkalven beïnvloedt vooral de vorm van de standaardlactatiecurve. Koeien die afkalven in oktober/november hebben een gelijkmatiger verloop van de productie, dan koeien die in februari/maart afkalven. Afkalven in het najaar leidt namelijk gemiddeld tot een iets lagere piekproductie, maar een minder sterke daling in productie na de piek, als weer vers voorjaarsgras beschikbaar komt.

Een volledige standaardlactatiecurve bestaat uit 20 dagproducties die om de 20 dagen bekend zijn (op dag 10, 30, 50, .....370, 390 na afkalven), en een 305-dagenproductie. Voorspelde dagproducties na 390 dagen na afkalven worden gelijk gesteld aan de voorspelde dagproductie op dag 390 na afkalven.

## ■ Voorbeelden van voorspellen

Hieronder worden een paar voorbeelden gegeven van de voorspelling van dagproducties, volgens formule (1). Allereerst staan in tabel 2 de voorspelde dagproducties voor een tweedekalfskoe die op dag 50 na afkalven gemonsterd werd. De koe heeft afgekalfd in februari op een leeftijd van 37 maanden. De gemiddelde productie van het bedrijf valt in bedrijfsniveaукlasse 10. Op basis van deze gegevens is de gebruikte standaardlactatiecurve gekozen, die in tabel 2 staat.

Tevens zijn de toegepaste voorspellingsfactoren in de tabel opgenomen. De voorspellingsfactoren in tabel 2 zijn voor het voorspellen van melk in een tweede lactatie, vanaf dag 50. De gemeten dagproductie bij de monsternamen op dag 50 is 40,7 kg. Dat is 5 kg hoger dan op dag 50 verwacht wordt volgens de standaardlactatiecurve. Daardoor worden de voorspellingen hoger dan de dagproducties zoals verwacht volgens de standaardlactatiecurve. Verder was van deze koe de voorgaande 305-dagenproductie 400 kg hoger dan volgens de betreffende standaardlactatiecurve. Dit leidt ook tot hogere voorspellingen ten opzichte van de standaardlactatiecurve. De voorspellingen komen in dit geval dus overeen met de dagproducties volgens de standaardlactatiecurve plus  $400 \cdot b_1 + 5 \cdot b_2$ . In figuur 4 zijn de toegepaste standaardlactatiecurve en de voorspellingen weergegeven.

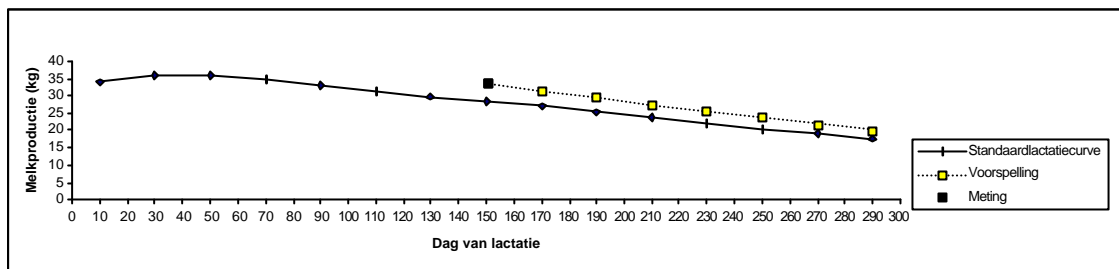


Figuur 4. Voorspellingen vanaf dag 50 van de lactatie van een tweedekalfskoe, afgekalfd in feb/mrt, bij bedrijfsniveau 10 (zie tabel 2).

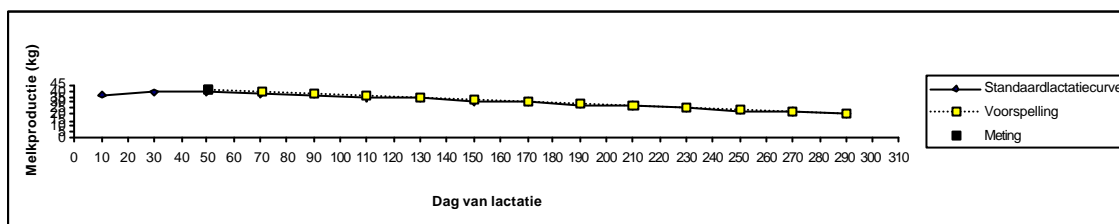
In tabel 3 is de situatie weergegeven dat dezelfde koe op dag 150, in plaats van dag 50, van de lactatie gemonsterd zou zijn geweest. Dezelfde standaardlactatiecurve is van toepassing, maar andere voorspellingsfactoren (die gelden voor voorspellingen vanaf dit lactatiestadium) worden nu gebruikt. Stel dat de gemeten melkgift 33,3 kg is. Volgens de standaardlactatiecurve is op dag 150 de productie 28,3 kg melk. De gemeten dagproductie is dus 5,0 kg hoger dan de verwachting. De voorspellingen komen daardoor overeen met de dagproducties van de standaardlactatiecurve plus  $400 \cdot b_1 + 5 \cdot b_2$ . In figuur 5 staan de standaardlactatiecurve en de voorspellingen uit tabel 3. Te zien is dat hoe verder de voorspelling van het meetpunt afligt, oftewel hoe verder de voorspelling in de tijd vooruit is, hoe dichter de voorspelling bij de standaardlactatiecurve komt te liggen.

Tenslotte zijn in tabel 4 de voorspellingen gegeven van de koe, indien de gemiddelde productie van het bedrijf hoger geweest zou zijn. De koe is gemonsterd op dag 50 van de lactatie, dus dezelfde voorspellingsfactoren als in tabel 2 zijn van toepassing. Maar de gemiddelde productie van het bedrijf valt nu in bedrijfsniveaукlasse 15 in plaats van bedrijfsniveaукlasse 10, waardoor een andere standaardlactatiecurve geldt. Stel dat op dag 50 van de lactatie de gemeten melkgift weer 40,7 kg was (zoals in de eerste situatie), dan is de gemeten melkgift nu slechts 1,4 kg hoger dan verwacht volgens de standaardlactatiecurve. Daardoor wijken de voorspellingen minder sterk af van de standaardlactatiecurve (zie figuur 6). De voorspellingen komen nu namelijk overeen met de dagproducties volgens de standaardlactatiecurven plus  $400 \cdot b_1 + 1,4 \cdot b_2$ .

Wanneer de dagproducties eenmaal voorspeld zijn, worden ze geaccumuleerd tot een totaalproductie. Deze komt overeen met het oppervlak onder de lijn die door gemeten en voorspelde dagproducties loopt (zie verder E-2).



Figuur 5: Voorspellingen vanaf dag 150 van de lactatie, voor een tweedekalfskoe, afgekalfd in feb/mrt, bij bedrijfsniveau 10 (zie tabel 3).



Figuur 6. Voorspellingen vanaf dag 50 van de lactatie van een tweedekalfskoe, afgekalfd in feb/mrt, bij bedrijfsniveau 15 (zie tabel 4).

## ■ Onderzoek

Uit onderzoek is gebleken dat de standaardlactatiecurve voor een bepaalde combinatie van bedrijfsniveau\*leeftijd\*seizoen nauwelijks verandert over een beperkt aantal jaren. De standaardlactatiecurven kunnen gedurende een aantal jaren gebruikt worden, om de productie nauwkeurig te kunnen voorspellen. Daarna worden ze aangepast. Dit is nodig voor zowel het bijstellen van het niveau als voor de vorm (mate van daling van productie, persistentie) van de standaardlactatiecurven. Door het stijgen van de melkproductie en het wijzigen van bijvoorbeeld seizoeneffecten kan dat wijzigen. In oktober 1997 zijn de curven en voorspellingsfactoren voor het laatst geactualiseerd. De vorm van de standaardlactatiecurven verandert minder snel dan het niveau.

Voor een bepaald bedrijf wordt het niveau van de lactatiecurve steeds aangepast, doordat het bedrijf geleidelijk opklimt van bijvoorbeeld bedrijfsniveaurooster 9 naar bedrijfsklasse 12. De methode van het afleiden van standaardlactatiecurven per bedrijf is verlaten, omdat het hanteren van standaardlactatiecurven per bedrijfsniveaurooster zoals hierboven genoemd, leidde tot dezelfde nauwkeurigheid. Het voordeel van deze methode is dat er geen rekenwerk voor elk individueel bedrijf verricht hoeft te worden voor de bepaling van de standaardlactatiecurven. Op basis van de gemiddelde 305-dagenproductie per bedrijf bij de vorige monsternamen, die is gecorrigeerd voor leeftijd bij afkalven (naar vaarzenleeftijd, leeftijdsklasse 3) en voor seizoen van afkalven, wordt de standaardlactatiecurve direct opgehaald. Als de gemiddelde productie van het bedrijf toeneemt, komt het bedrijf automatisch in een hogere bedrijfsniveaurooster, waardoor andere standaardlactatiecurven worden gebruikt. Het bedrijfsniveau voor melk, vet en eiwit wordt afzonderlijk vastgesteld.

Voorts bleek dat, indien standaardlactatiecurven worden gehanteerd voor elke mogelijk combinatie van bedrijfsniveau\*leeftijd\*seizoen, zoals dat nu het geval is, geen rekening gehouden hoeft te worden met het ras van de koe. Onderscheid naar ras leidde niet tot verbetering van de

nauwkeurigheid van voorspelling. De verklaring hiervoor is dat ras verschillen in standaardlactatiecurven zich met name uiten in niveauverschillen. Dat laatste wordt opgevangen door het bedrijfsniveau. Dus de vraag of voor een roodbont bedrijf andere standaardlactatiecurven gehanteerd moeten worden dan voor een zwartbont bedrijf, hangt meer af van het productieniveau op beide bedrijven dan het feit dat het ene bedrijf roodbonte koeien heeft en het andere bedrijf zwartbonte koeien.

De dagproducties in de volgende lactatie worden eveneens voorspeld met formule (1). In dat geval wordt alleen uitgegaan van de (voorspelde) 305-dagenproductie in de laatste lactatie en de standaardlactatiecurve die uiteraard geldt voor de verwachte leeftijd en seizoen van afkalven. Tevens worden dan andere voorspellingsfactoren gehanteerd (namelijk de factoren uit de regressie van een dagproductie in lactatie "n" op de 305-dagenproductie in lactatie "n-1").

## ■ Samenvatting

Kort samengevat komt het erop neer dat het NRS bij de voorspelling van een toekomstige dagproductie rekening houdt met het productievermogen van de koe (de laatst bekende dagproductie en de 305-dagenproductie van de voorgaande lactatie) en met het gemiddeld verwachte lactatieverloop van de groep koeien van gelijke leeftijd, die gekalfd hebben in hetzelfde seizoen en produceren onder gelijke bedrijfsomstandigheden.

Tabel 1: De indeling van klassen voor bedrijfsniveau, leeftijd bij afkalven en seizoen van afkalven.

Bedrijfsniveau klasse	Gemiddelde 305-dagenproductie			Leeftijdsklasse	Leeftijd (maanden)	Seizoen Klasse	Maanden
	Melk (kg)	Vet (kg)	Eiwit (kg)				
1	1-5650	1-251	1-195	1	21	1	Dec/Jan
2	5651-5829	252-258	196-201	2	22 - 23	2	Feb/Mrt
3	5830-6008	259-265	202-207	3	24 - 25	3	Apr/Mei
4	6009-6188	266-272	208-213	4	26 - 27	4	Jun/Jul
5	6189-6367	273-279	214-219	5	28 - 29	5	Aug/Sep
6	6368-6546	280-286	220-225	6	30 - 31	6	Okt/Nov
7	6547-6725	287-293	226-231	7	32 - 34		
8	6727-6905	294-299	232-238	8	35 - 36		
9	6906-7084	300-306	239-244	9	37 - 38		
10	7085-7263	307-313	245-250	10	39 - 40		
11	7264-7443	314-320	251-256	11	41 - 42		
12	7444-7622	321-327	257-262	12	43 - 44		
13	7623-7801	328-334	263-268	13	45 - 50		
14	7802-7981	335-341	269-274	14	51 - 56		
15	7982-8160	342-348	275-280	15	57 - 68		
16	8161-8339	349-355	281-286	16	69 - 92		
17	8340-8518	356-362	287-293	17	93 - 104		
18	8519-8698	363-369	294-299	18	≥ 105		
19	8699-8877	370-376	300-305				
20	> 8878	> 377	> 306				

<sup>a</sup> De gemiddelde 305-dagenproductie van alle melkgevende dieren op het bedrijf gecorrigeerd naar leeftijd bij afkalven (naar afkalfleefijd van 24-25 maanden) en seizoen van afkalven

Tabel 2: Een standaardlactatiecurve voor melk (kg), voorspellingsfactoren en voorspelde dagproducties (kg) na dag 50 van een tweede lactatie, met behulp van formule (1).

Gegevens: Bedrijfsniveaукlasse=10, leeftijd bij afkalven=37 maanden en seizoen van afkalven=feb./mrt.

Laatst gemeten dagproductie=40,7 kg, op dag 50 van de tweede lactatie.

De 305-dagenproductie van de voorgaande lactatie is 400 kg hoger dan verwacht volgens een bijbehorende standaardlactatiecurve.

Dag v.d. lactatie	St. lactatiecurve	$b_1$	$b_2$	Voorspelling
10	33,7			
30	35,7			
50	35,7			
70	34,4	0,0004	0,850	38,8
90	32,7	0,0008	0,690	36,5
110	31,2	0,0010	0,591	34,6
130	29,7	0,0012	0,519	32,8
150	28,3	0,0014	0,459	31,2
170	26,8	0,0015	0,405	29,4
190	25,3	0,0016	0,356	27,7
210	23,7	0,0017	0,306	25,9
230	22,1	0,0017	0,257	24,1
250	20,5	0,0018	0,208	22,3
270	19,0	0,0018	0,163	20,5
290	17,5	0,0018	0,112	18,8

Tabel 3: Een standaardlactatiecurve voor melk (kg), voorspellingsfactoren en voorspelde dagproducties (kg) na dag 150 van een tweede lactatie, met behulp van formule (1).

Gegevens: Bedrijfsniveauroepte=10, leeftijd bij afkalven=37 maanden en seizoen van afkalven=feb./mrt.

Laatst gemeten dagproductie=33,3 kg, op dag 150 van de tweede lactatie.

De 305-dagenproductie van de voorgaande lactatie was 400 kg hoger dan verwacht volgens een bijbehorende standaardlactatiecurve.

Dag v.d. lactatie	St. lactatie curve	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	Voorspelling
10	33,7			
30	35,7			
50	35,7			
70	34,4			
90	32,7			
110	31,2			
130	29,7			
150	28,3			
170	26,8	0,0002	0,895	31,4
190	25,3	0,0005	0,768	29,3
210	23,7	0,0007	0,684	27,4
230	22,1	0,0008	0,617	25,5
250	20,5	0,0009	0,554	23,6
270	19,0	0,0010	0,490	21,9
290	17,5	0,0010	0,445	20,1



Tabel 4: Een standaardlactatiecurve voor melk (kg), voorspellingsfactoren en voorspelde dagproducties (kg) na dag 50 van een tweede lactatie, met behulp van formule (1).

Gegevens: Bedrijfsniveauklasse=15, leeftijd bij afkalven=37 maanden en seizoen van afkalven=feb./mrt.

Laatst gemeten dagproductie=40,7 kg, op dag 50 van de tweede lactatie.

De 305-dagenproductie van de voorgaande lactatie was 400 kg hoger dan verwacht volgens een bijbehorende standaardlactatiecurve.

Dag v.d. lactatie	St. lactatiecurve	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	Voorspelling
10	36,2			
30	39,1			
50	39,3			
70	38,0	0,0004	0,850	39,4
90	36,3	0,0008	0,690	37,6
110	34,7	0,0010	0,591	35,9
130	33,2	0,0012	0,519	34,4
150	31,7	0,0014	0,459	32,9
170	30,2	0,0015	0,405	31,4
190	28,6	0,0016	0,356	29,7
210	26,9	0,0017	0,306	28,0
230	25,2	0,0017	0,257	26,2
250	23,5	0,0018	0,208	24,5
270	21,8	0,0018	0,163	22,7
290	20,2	0,0018	0,112	21,1