

להלן כתבה שפורסמה בחודש מאי 2010 באתר האינטרנט של העיתון גלובס:



## אושר בטרומית: חברות יענו תוך 3 דקות במוקד שירות הלקוחות

הכנסת אישרה היום בקריאה טרומית את הצעת החוק של ח"כ איתן כבל, הקובעת כי חברות שלהן למעלה מ-10,000 לקוחות יחויבו לתת מענה אנושי במוקד השירות בתוך 3 דקות - או שיתחייבו לחזור ללקוח בתוך 3 שעות

14:27, 26/05/2010



**נושאים:** [איתן כבל](#) [הצעת חוק](#) [שירות לקוחות](#)

חברות הסלולר והאינטרנט יחויבו לענות ללקוחות בתוך 3 דקות: מליאת הכנסת אישרה היום (ד') בקריאה טרומית את הצעת החוק של ח"כ איתן כבל, הקובעת כי חברות שלהן למעלה מ-10,000 לקוחות יחויבו לתת מענה אנושי במוקד שירות הלקוחות בתוך 3 דקות, או שיתחייבו לחזור ללקוח שהשאיר הודעה במענה קולי בתוך 3 שעות.

חברת סלולר מסוימת, המפעילה מוקד שירות טלפוני, מעוניינת להתאים (לשפר) את רמת השירות שלה לחוק החדש. כיום, מספר המוקדנים העובדים במוקד השירות הוא 75, משך שיחה ממוצע הינו 6 דקות, בעוד הסבלנות הממוצעת של לקוח היא 12 דקות. קצב המופע משתנה על פני היום, וניתן להניח שהוא קבוע למקוטעין כפי שיוסבר בהמשך. אנליסט העובד בחברה הסלולארית הנוכחית ממדל את המוקד הטלפוני הנ"ל.

### חלק 3.1. מידול המוקד

#### 3.1.1 איזה מודל סטוכסטי נראה לכם מתאים לניתוח מצב זה? מה הן ההנחות המתמטיות במודל זה?

תשובה: מאחר וישנן נטישות המודל המתאים ביותר הינו מודל Erlang A. ההנחות הפורמאליות הדרושות לרלוונטיות מודל זה הן: התפלגות זמני השירות והסבלנות אקספוננציאלים, תהליך ההגעה הינו תהליך פואסון וישנה אי תלות בין זמני השירות לתהליך ההגעה. מניחים שקצב המופע קבוע על פני התקופות בהן משתמשים במודל.

הנהלת המוקד הטלפוני פונה אל האנליסט בנוגע להתאמת המוקד הטלפוני לחוק החדש. בשלב הראשון מעוניין האנליסט לבדוק מהו כיום אחוז הלקוחות אשר המתינו בתור יותר משלוש דקות. לשם כך נגדיר את המדד התפעולי הבא:

**%Target = אחוז הלקוחות אשר המתינו בתור למעלה משלוש דקות.**

שימו לב: בחישוב %Target אנו כוללים גם את הלקוחות שהמתינו יותר משלוש דקות וקיבלו שירות וגם את הלקוחות אשר המתינו יותר משלוש דקות ולבסוף נטשו את המוקד.

האנליסט יצר את הגרף הבא, אשר מציג את %Target כפונקציה של קצב המופע למוקד.



3.1.2 על הגרף מסומנים התחומים התפעוליים השונים (ED, QED, QD) עבור טווחי קצבי ההגעות השונים. (למשל, תחום ה

QED תקף עבור  $660 \leq \lambda \leq 860$ ). כיצד נקבעו התחומים הללו ?

רמז: הניחו כי האיוש נקבע ע"י כלל השורש  $n = R + \beta\sqrt{R}$ , כאשר  $R = \text{Offered Load}$  ו- $n$  הינו מספר המוקדנים,

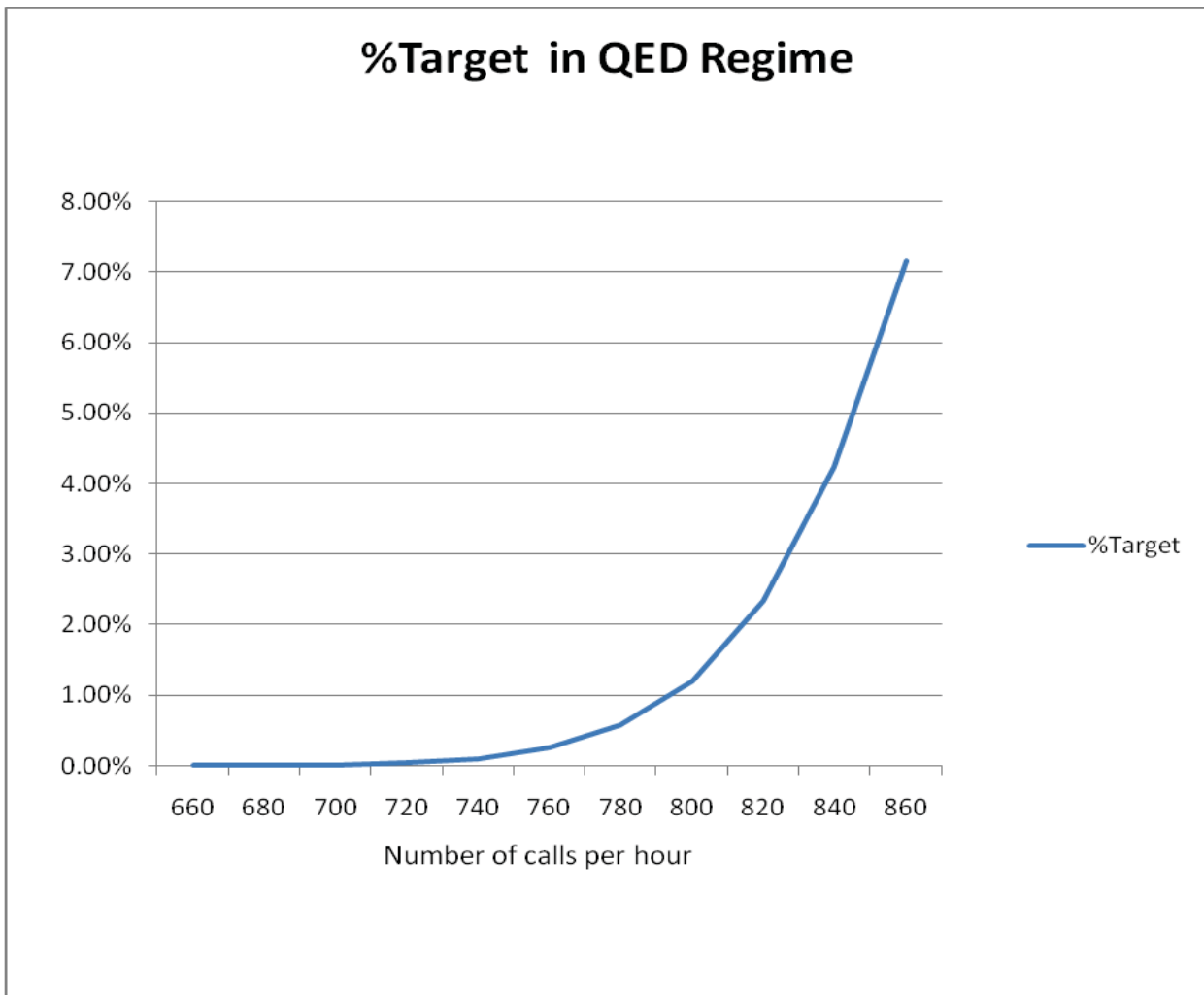
התבוננו בטווחי  $\beta$  בתחומים הנ"ל.

תשובה:

תחום ה QD נקבע עבור  $1.1 \leq \beta$ , תחום ה QED נקבע עבור  $-1.18 < \beta \leq 1.1$  ותחום ה ED נקבע עבור  $\beta \leq -1.18$ .

$$1.1 = \frac{75 - 660 \cdot \frac{1}{10}}{\sqrt{660 \cdot \frac{1}{10}}} \text{ למשל}$$

נתמקד כעת בתחום התפעולי QED, ונתבונן בגרף הבא המתאר אותו (Zoom של הגרף הקודם):



### 3.1.3 מהם טווחי Target % עבורם המוקד נמצא במשטר QED?

תשובה:

מהגרף אנו מוצאים כי עבור  $0 \leq \%Target \leq 7.2$  המערכת נמצאת תחת משטר QED

### חלק 3.2. התאמת המוקד לחוק החדש: שלב א'

מעטה נדון בשעות הבוקר בהן קצב הגעת הלקוחות קבוע ושווה ל 1000 לשעה. מהגרף אנו למדים כי, כיום, בשעות אלו המערכת נמצאת תחת משטר ED ואחוז הלקוחות אשר ממתנים יותר מ 3 דקות גדול מ 50%. עקב החוק החדש, מספר זה אינו מקובל על מנהלי המוקד ולכן הם פונים אל האנליסט כדי שיקבע את מספר המוקדנים הדרוש בשעות אלו. ליתר דיוק, מנהל המוקד מטיל על האנליסט למצוא את מספר המוקדנים המינימאלי כך שאחוז הלקוחות הממתנים לא יעלה על 0.3%. (0.3% נבחר בשלב הראשון, כדי לקבל מושג על הנדרש לעמוד בחוק, וזאת כדי לתאר מצב שבו כמעט אין חזרה ללקוחות אחרי 3 דקות).

4CallCenters v2.23

File Table Settings Help

Performance Profiler Staffing Query Advanced Profiling Advanced Queries What-if Analysis

**Performance Profiler** Performance Profiler allows you to determine and optimize the Performance Level of your Call Center. Enter your call center's parameters below, then press 'Compute'.

Your Call Center's Parameters

- Number of Agents Answering Calls: 100
- Average Time to Handle One Call (mm:ss): 06:00
- Calls per 60 minute Interval: 1000
- Average Callers' Patience (mm:ss): 12:00

Settings

- Features: Abandons
- Basic Interval: 60 minutes
- Target Time: 03:00 (mm:ss)

Change Settings

Compute Add to Table Delete Rows Clear All Export Import Graph

	Basic Interval (minutes)	Target Time to Answer	Number of Agents	Average Handling Time	Calls per Interval	Average Patience	Agents Occupancy	%Answer	%Abandon	Average Speed of Answer	%Answer within Target	%Abandon within Target	Average Queue Length
Results													
1	60.0	03:00.0	90.0	06:00.0	1,000.0	12:00.0	99.6%	89.7%	10.3%	01:16.8	87.3%	10.3%	20.7
2	60.0	03:00.0	91.0	06:00.0	1,000.0	12:00.0	99.5%	90.5%	9.5%	01:09.9	88.9%	9.4%	18.9
3	60.0	03:00.0	92.0	06:00.0	1,000.0	12:00.0	99.3%	91.4%	8.6%	01:03.2	90.3%	8.6%	17.2
4	60.0	03:00.0	93.0	06:00.0	1,000.0	12:00.0	99.2%	92.2%	7.8%	00:56.9	91.4%	7.8%	15.6
5	60.0	03:00.0	94.0	06:00.0	1,000.0	12:00.0	98.9%	93.0%	7.0%	00:51.0	92.5%	7.0%	14.0
6	60.0	03:00.0	95.0	06:00.0	1,000.0	12:00.0	98.7%	93.7%	6.3%	00:45.4	93.4%	6.3%	12.5
7	60.0	03:00.0	96.0	06:00.0	1,000.0	12:00.0	98.4%	94.4%	5.6%	00:40.2	94.2%	5.6%	11.2
8	60.0	03:00.0	97.0	06:00.0	1,000.0	12:00.0	98.0%	95.1%	4.9%	00:35.5	94.9%	4.9%	9.9
9	60.0	03:00.0	98.0	06:00.0	1,000.0	12:00.0	97.6%	95.7%	4.3%	00:31.1	95.6%	4.3%	8.7
10	60.0	03:00.0	99.0	06:00.0	1,000.0	12:00.0	97.2%	96.2%	3.8%	00:27.1	96.1%	3.8%	7.6
11	60.0	03:00.0	100.0	06:00.0	1,000.0	12:00.0	96.7%	96.7%	3.3%	00:23.5	96.7%	3.3%	6.6
12													

3.2.1 מהפלט של 4CC, מה הוא מספר המוקדנים המינימאלי שיבטיח כי לכל היותר 0.3% מהשיחות ימתינו יותר מ 3 דקות? נמקו במדויק.

#### תשובה:

נסמן את  $\%Target$  להיות אחוז הלקוחות אשר המתינו יותר משלוש דקות (גם לקוחות אשר נטשו וגם לקוחות אשר קיבלו שירות). מתקיים כי

$$\%Target = (\%Abandon - \%Abandon\ Within\ Target) + (\%Answer - \%Answer\ Within\ Target)$$

או באופן פשוט יותר

$$100 - \%Target = \%Abandon\ Within\ Target + \%Answer\ Within\ Target \geq 99.7\%$$

ולכן מספר השרתים יהיה 95. (עבור 95 שרתים  $100 - \%Target = 93.4\% + 6.3\% = 99.7\%$ ).

מעטה (ועד סיום חלק 3.2) הניחו כי מספר המוקדנים הנבחר הינו 95.

3.2.2 ע"ס פונקצית Garnett (מצורפת בסוף שאלה זו), מה תהיה ההסתברות להמתין בתור במוקד זה?

תשובה:

$$\beta = \frac{n-R}{\sqrt{R}} = \frac{n-\lambda/\mu}{\sqrt{\lambda/\mu}} = \frac{95-1000/10}{\sqrt{1000/10}} = -0.5$$

תחילה נמצא את  $\beta$  :  $\beta = -0.5$

$$P(W_q > 0) \approx 0.8 \text{ ולכן } \beta = -0.5, GMR(0.5), \theta/\mu = 0.5$$

3.2.3 חשבו את  $E(W_q | W_q > 0)$ , פרטו את חישוביכם, והסבירו את משמעות מדד זה.

תשובה:

$$E(W_q) = E(W_q | W_q > 0)P(W_q > 0) + E(W_q | W_q = 0)P(W_q = 0) = E(W_q | W_q > 0)P(W_q > 0)$$

$$E(W_q) = \frac{E(L_q)}{\lambda} = \frac{12.5}{1000} \text{ לפי נוסחת Little } E(W_q) \text{ נמצא את } E(W_q | W_q > 0) = \frac{E(W_q)}{P(W_q > 0)}$$

ולכן  $E(W_q) = \frac{E(L_q)}{\lambda} = \frac{12.5}{1000}$  ונקבל

$$E(W_q | W_q > 0) = \frac{12.5}{0.8 \cdot 1000} = 0.016 = 0.93 \text{ min}$$

כי  $E(W_q | W_q > 0) = \frac{12.5}{0.8 \cdot 1000} = 0.016 = 0.93 \text{ min}$

מדד זה מציין את זמן ההמתנה הממוצע של לקוח שאכן התעכב בתור.

### חלק 3.3. התאמת המוקד לחוק החדש: שלב ב'

חברת הסלולר החליטה להעסיק את אריק, מהנדס בוגר הפקולטה לתעשייה וניהול בטכניון, אשר למד את הקורס הנדסת מערכות שירות. אריק מעיר להנהלת החברה כי, לצורך החוק החדש, השיטה בה השתמשו עד עתה לחישוב מספר הלקוחות אשר המתינו יותר מ 3 דקות אינה מדוייקת. אריק מציע שיטה אלטרנטיבית לבדיקה זאת. לפני שנפרט את השיטה המוצעת ע"י אריק, נציג את המאפיין Overflow אשר מופיע בתוכנת ה 4CC:

- בחירה ב "Overflows" היא עבור מערכת בה לקוחות הממתנים זמן מסוים (3 דקות במקרה זה) מפונים מהמערכת למערכת אחרת (מערכת אשר אחראית לחזור אל הלקוח לאחר שלוש שעות לכל היותר).
- קלט: Overflow Time Limit: כאן נקבע הזמן אשר לקוחות הממתנים יותר ממנו יופנו למערכת האחרת.
- פלט: %Overflow מציין את אחוז הלקוחות אשר עברו את הזמן המדובר (שלוש דקות) והופנו למערכת האחרת.

לשלמות, להלן פירוט ה- "Overflow" Feature בתוכנה 4CC (לקוח מ-Help).

אין צורך לקרוא את הפירוט הנ"ל.



## Feature Overview : Overflows

What are "Overflows"?

At some call centers a technical limit has been set on the time a call can spend waiting in queue. Once this time limit is reached the call is "overflowed" and rerouted to some other destination, such as a different queue, an IVR or a voice box. Such an overflowing mechanism is meant to reduce congestion by offering callers a partial or temporary solution, hopefully before they become aggravated by a long wait.

When should I enable the "Overflows" feature?

If an overflowing mechanism is implemented at your call center and the fraction of calls "overflowed" is not negligible, then it is recommended that you enable the "Overflows" feature. However, since you cannot have both the "Overflows" and "Trunks" features enabled, you should decide which to enable according to the more dominant phenomena at your call center - overflowing or blocking.

What are the corresponding input parameters and performance indicators?

The input parameter corresponding to the "Overflows" feature is the "Overflow time", which is the time limit on calls waiting in queue.

There is a single performance indicator available only when the "Overflows" feature is enabled: %Overflow.

### הצעתו האלטרנטיבית של אריק:

במקום לבדוק את אחוז הלקוחות אשר המתנינו במערכת יותר מ 3 דקות בעזרת ה- **Target-Time Feature** בוחר אריק להשתמש במודל עם **Overflows**, וקובע את ה **Overflow Time Limit** להיות 3 דקות.

**3.3.1** אריק טוען כי שיטתו תתאר טוב יותר את המתרחש במציאות. מדוע הוא צודק? פרטו!

תשובה:

אריק צודק מאחר ואותם לקוחות אשר הופנו למערכת אחרת (שם יחזרו אליהם לאחר לא יותר משלוש שעות) יוצאים מהמערכת ומפנים מקום ללקוחות שיופיעו אח"כ (דומה הדבר לנטישה אחרי 3 דקות). תופעה זו מתרחשת במודל עם ה **Overflows** ולא במודל המקורי עם ה **Target Time** (שם נשארים במערכת להמתין גם יותר מ 3 דקות).

להלן פלט ה 4CC של המודל הנ"ל, הכולל Overflows:

4CallCenters v2.23

File Table Settings Help

Performance Profiler | Staffing Query | Advanced Profiling | Advanced Queries | What-if Analysis

**Performance Profiler** Performance Profiler allows you to determine and optimize the Performance Level of your Call Center. Enter your call center's parameters below, then press 'Compute'.

**Your Call Center's Parameters**

- Number of Agents Answering Calls: 100
- Average Time to Handle One Call (mm:ss): 06:00
- Calls per 60 minute Interval: 1000
- Average Callers' Patience (mm:ss): 12:00
- Overflow Time Limit (mm:ss): 03:00**

**Settings**

- Features: Abandons, Overflows
- Basic Interval: 60 minutes
- Target Time: No Target

Change Settings

Compute | Add to Table | Delete Rows | Clear All | Export | Import | Graph

	Basic Interval (minutes)	Number of Agents	Average Handling Time	Calls per Interval	Average Patience	Overflow time-limit	Agents Occupancy	%Answer	%Abandon	%Overflow	Average Speed of Answer	Average Queue Length
Results	60.0	100.0	06:00.0	1,000.0	12:00.0	03:00.0	96.7%	96.7%	3.3%	.0%	00:23.4	6.6
1	60.0	90.0	06:00.0	1,000.0	12:00.0	03:00.0	99.6%	89.7%	9.9%	.4%	01:13.5	19.9
2	60.0	91.0	06:00.0	1,000.0	12:00.0	03:00.0	99.5%	90.5%	9.2%	.3%	01:07.4	18.3
3	60.0	92.0	06:00.0	1,000.0	12:00.0	03:00.0	99.3%	91.4%	8.4%	.2%	01:01.5	16.8
4	60.0	93.0	06:00.0	1,000.0	12:00.0	03:00.0	99.1%	92.3%	7.6%	.1%	00:55.7	15.3
5	60.0	94.0	06:00.0	1,000.0	12:00.0	03:00.0	98.9%	93.0%	6.9%	.1%	00:50.2	13.8
6	60.0	95.0	06:00.0	1,000.0	12:00.0	03:00.0	98.7%	93.7%	6.2%	.1%	00:44.9	12.4
7	60.0	96.0	06:00.0	1,000.0	12:00.0	03:00.0	98.3%	94.5%	5.5%	.0%	00:39.9	11.1
8	60.0	97.0	06:00.0	1,000.0	12:00.0	03:00.0	98.0%	95.1%	4.9%	.0%	00:35.2	9.8
9	60.0	98.0	06:00.0	1,000.0	12:00.0	03:00.0	97.6%	95.7%	4.3%	.0%	00:30.9	8.7
10	60.0	99.0	06:00.0	1,000.0	12:00.0	03:00.0	97.2%	96.2%	3.8%	.0%	00:27.0	7.6
11	60.0	100.0	06:00.0	1,000.0	12:00.0	03:00.0	96.7%	96.7%	3.3%	.0%	00:23.4	6.6
12												
13												
14												
15												
16												

3.3.2 מהו כעת מספר המוקדנים המינימאלי הנדרש כדי לעמוד באילוף הבא: אחוז השיחות אשר ימתינו בתור יותר משלוש דקות לא יעלה על 20.3% נמקו! השוו עם המקרה הקודם (שאלה 3.2.1).

תשובה:

נחפש את מספר המוקדנים המינימאלי עבורו %Overflow לא יהיה יותר מ 0.3%. מספר המוקדנים יהיה עתה 91. קיבלנו מספר מוקדנים קטן יותר (91 < 95) מאחר ולא שוהים במערכת יותר משלוש דקות: התורים קצרים יותר => נדרשים פחות מוקדנים.

**3.3.3** במודל במודל של אריק, כפי שתואר לעיל, מניחים כי הלקוח עוזב את התור אחרי 3 דקות. ישום מתאים של הפרוטוקול מחייב כמובן הודעה קולית, לאחר שהלקוח המתין שלוש דקות: הודעה זו מודיעה ללקוח שמוקדן יחזור אליו תוך 3 שעות לכל היותר. זהו כמובן מצב לא רצוי (שירות לא טוב), ואריק מצביע עליו לפני הנהלת המוקד. מה ניתן לעשות אחרת? תנו תשובה אחת אותה ניתן לנתח בעזרת 4CC, ותשובה שנייה חופשית.

תשובה אותה ניתן לנתח בעזרת 4CC:

תשובה:

המוקד יכול לחזות בעת הגעת הלקוח (לפי מספר הלקוחות שבתור) מהו זמן המתנה הצפוי בתור (נניח שהאמד מדויק). במידה וזמן זה יעלה על 3 דקות, יקבל הלקוח הודעה מיידית (מיד בזמן הגעתו) על כך שיחזור אליו מוקדן תוך 3 שעות לכל היותר. במילים אחרות המודל של 4CC מכסה גם את המקרה שבו ההודעה נתנת בתחילת המתנה, ולא לאחר 3 דקות המתנה. בפרט, כל המדדים הרלוונטיים להמתנות ונטישות זהים בשני התרחישים (רק מדדים התלויים באורך התור משתנים, כי בתרחיש אחד מצטרפים לתור ועוזבים אחרי 3 דקות לכל היותר, ובתרחיש האלטרנטיבי לא מצטרפים לתור כאשר צפויה המתנה של יותר מ 3 דקות.

תשובה חופשית:

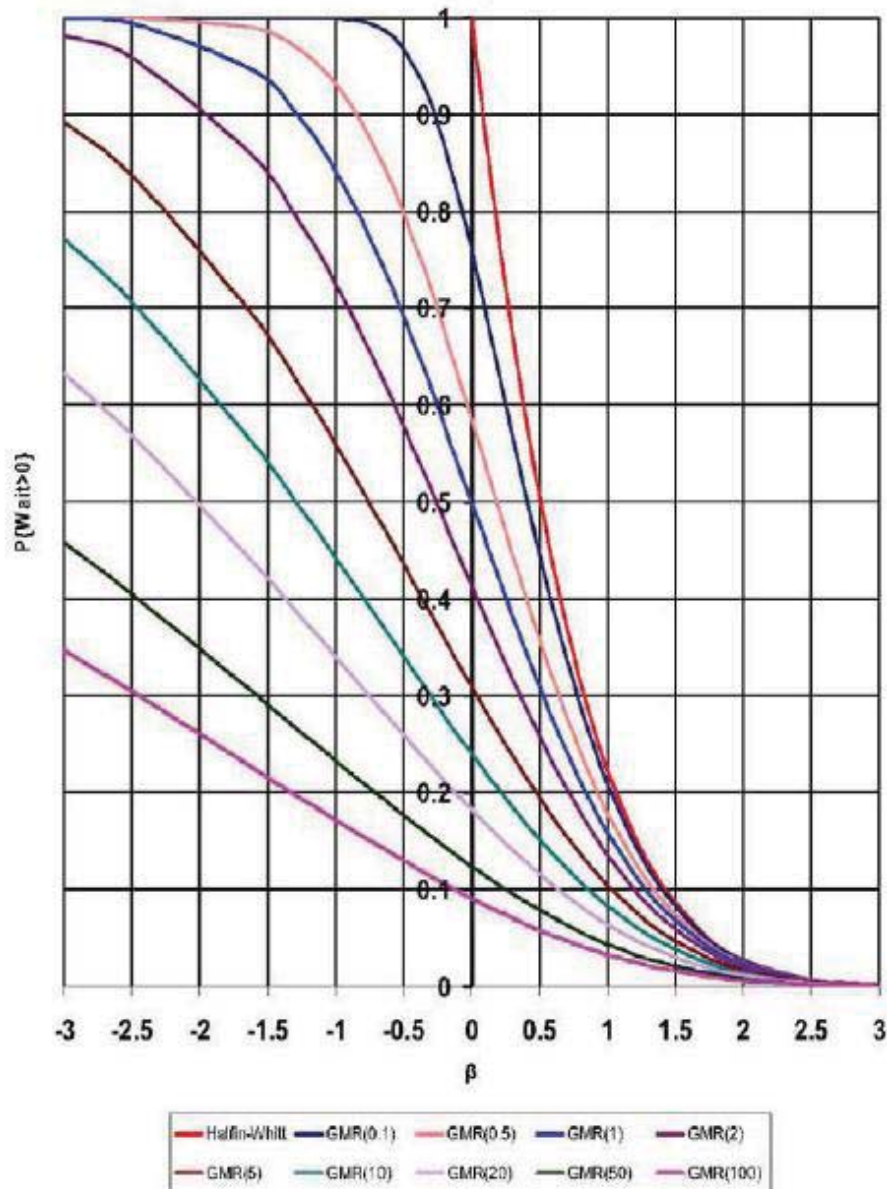
תשובה:

בעת קבלת ההודעה יוצגו בפני הלקוח שתי אפשרויות:

1. הלקוח יעזוב את המערכת ומוקדן יחזור אליו.
  2. הלקוח יכול לבחור להישאר בתור ולקבל שירות כאשר יגיע תורו.
- כאן נדרש לבנות מודל חדש, מעבר לתוכנת 4CC.

## Erlang-A: The Garnett Delay-Functions

$P\{W_q > 0\}$  vs. the QOS parameter  $\beta$ , for varying patience  $\theta/\mu$ .



GMR( $x$ ) describes the asymptotic probability of delay as a function of  $\beta$  when

$\frac{\theta}{\mu} = x$ . Here,  $\theta$  and  $\mu$  are the abandonment and service rate, respectively.

Note: **Erlang-C** = limit of **Erlang-A**, as patience  $\uparrow$  indefinitely.