



ארז לוי

# שרשרת אספקה סולארית - המפתח לצמיחה גלובלית

של אנרגיית חשמל קונבנציונלית.

התעשייה הסולארית מונעת קדימה בזכות שלוש סיבות עיקריות:

## א. היבט איכות הסביבה

ההתחממות הגלובלית הפכה לעובדה מוכרת, שמסכנת את עתידנו על פני כדור-הארץ. הגורמים העיקריים להתחממות הם: אורח החיים המערבי, שהביא לצריכתם של משאבי טבע ושל משאבי אנרגיה רבים; והיהום סביבתי ניכר, שנוצר מן המוצרים והמאזנים שאינם מתכלים. האנרגיה הסולארית היא אנרגיה ירוקה, שאינה פוגעת בסביבה ושאינה מזהמת אותה, ומכאן, שארגונים ופרטים המעוניינים לשמור על איכות הסביבה יעדיפו לצרוך אנרגיה סולארית.

## ב. ההיבט הכלכלי

בשנים האחרונות היינו עדים לתנודות עזות במחירי הנפט. המדינות החברות באופ"ק (OPEC): אלג'יריה, אינדונזיה, איראן, עיראק, כווייט, לוב, ניגריה, קטר, ערב-הסעודית, איחוד האמירויות הערביות, ונצואלה, אנגולה, ואקוודור יצרו קרטל נפט, שהחלטותיו על תפוקות הנפט במדינות החברות בארגון קובעות את מחירו של הנפט בעולם.

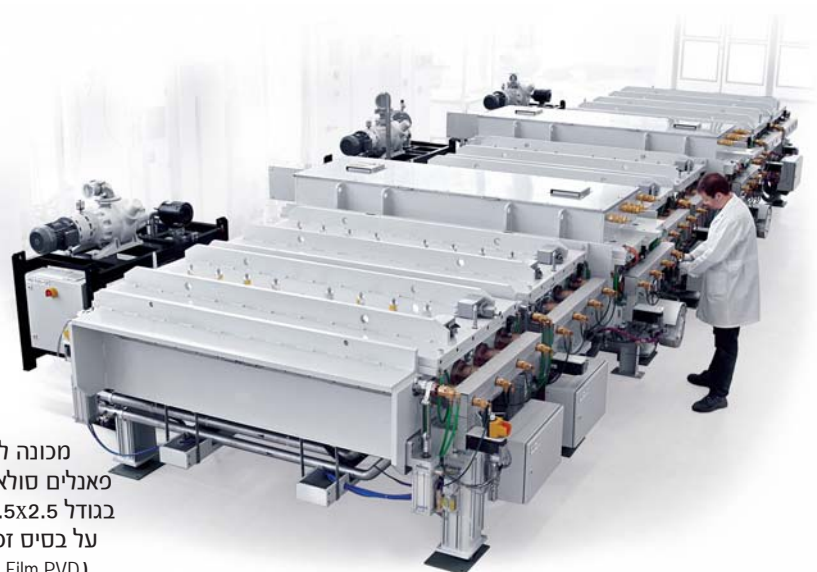
מדינות המערב הפכו להיות תלויות לחלוטין במדינות החברות בארגון, וכמעט שאין להן יכולת להשפיע על מחירי הנפט. כך למשל, מחירה של חבית נפט זינק מכ-50 דולר למחיר של כ-140 דולר - עד שפרץ המשבר הפיננסי בעולם, שהחזיר את מחיר חבית הנפט למחיר מתקבל על הדעת. מחירה של חבית הנפט עלול לשנות את מפת התעשייה

בשנתיים האחרונות, תעשיית האנרגיה הסולארית צומחת במהירות - במערב-אירופה (במדינות: גרמניה, ספרד, איטליה, ויוון), באסיה (במדינות: סין והודו), במזרח התיכון (באבו-דאבי), ובארה"ב. בשנים הבאות, חברות מובילות בתעשייה זו ישקיעו מאמצים רבים, כדי להביא את האנרגיה הסולארית ל"כל משתמש בעולם".

האתגר הגדול ביותר, העומד לפני תעשיית האנרגיה הסולארית, הוא להוריד את מחיר המוצר ללקוח הסופי! האנרגיה הסולארית מהווה חלופה למקורות אנרגיה אחרים (כגון: פחם, דלק, גז, וכו'), ומחירה יקבע את עומק חדירתה בשוק האנרגיה.

חברות טכנולוגיות, העוסקות באנרגיה סולארית, הגדירו את מטרותן האסטרטגית ל-3-5 השנים הקרובות: שיפור הטכנולוגיות של תאים סולאריים לרמה, שתשווה את מחיר האנרגיה הסולארית למחירה

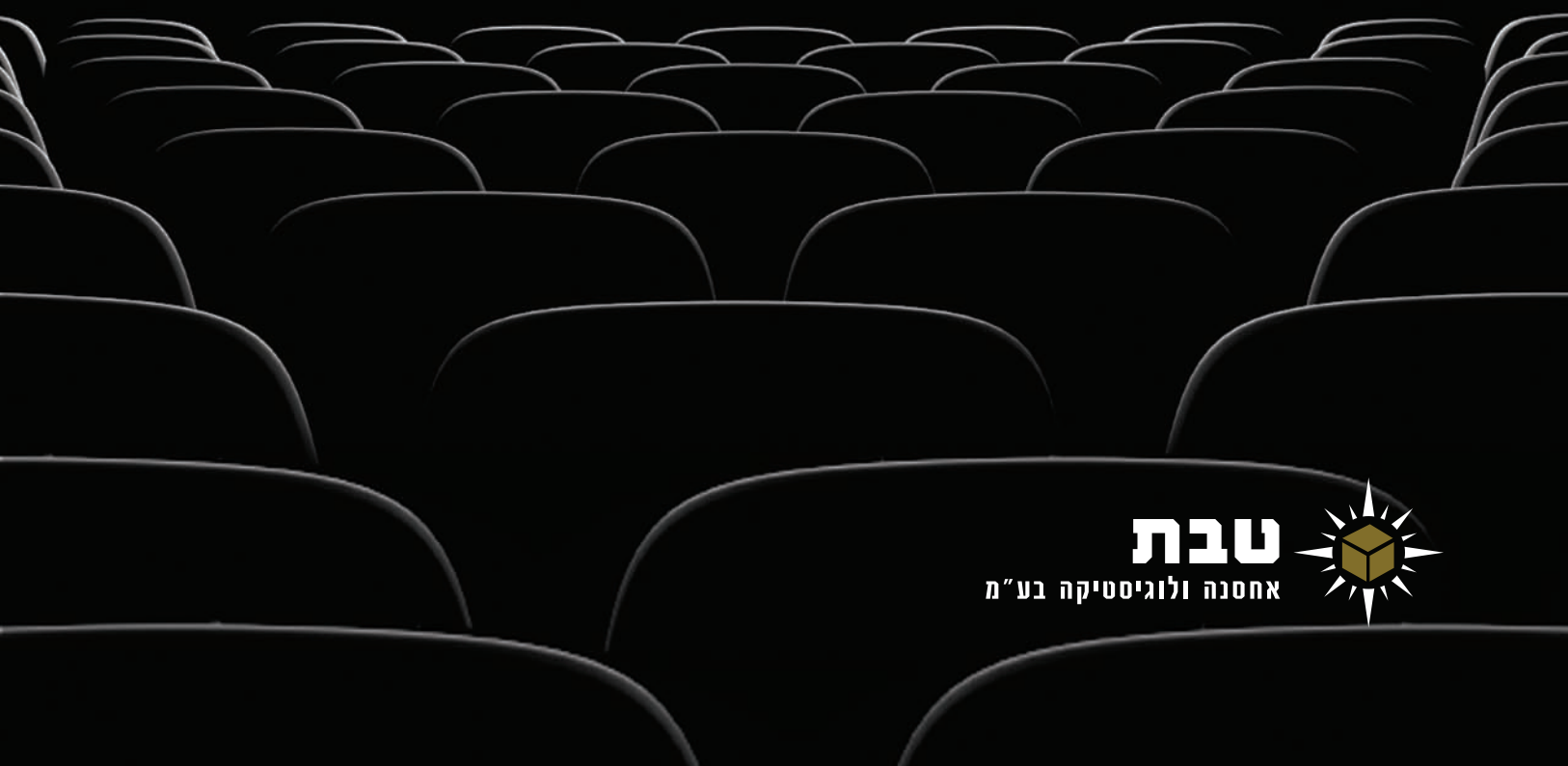
**כיום, הגישה המקובלת בתעשייה היא להעדיף לרכוש את שירותיו של ספק ראשי, שמנהל שרשרת אספקה כוללת עם פתרון מלא (Supply Chain Solutions - a Complete Door-to-Door Service), התואם את צורכיהם של כל יצרני התאים הסולאריים הגלובליים**



מכונה לייצור פאנלים סולאריים בגודל 2.5x2.5 מ' על בסיס זכוכית (Thin Film PVD)

(המשך בעמ' 10)

# שמרנו לך מקום!



**טבת**   
אחסנה ולוגיסטיקה בע"מ

(המשך מעמ' 8)

- המוצרים ומשקלם החרוג). דרישה עקבית להוזלת מחיר משמעותית.

כאשר התעשייה הסולארית החלה לצמוח, הלקוחות המסורתיים פיתחו בעצמם שרשרות אספקה לחומרי-גלם (כגון: אלומיניום, זכוכית, וכו'), לציוד מקורי (OEM) (Original Equipment Manufacturer) מכונות תעשייתיות לייצור תאים), לחלקי-חילוף, ולשירותי לוגיסטיקה (יבוא-יצוא, אריוות, וכו'). בדרך-כלל הלקוחות המסורתיים הקימו שרשרות אספקה, שביצועיהן היו לא יותר מאשר בינוניים. מאפייניהן היו: זמני אספקה ארוכים, גמישות ותגובה מוגבלות, ומחירים יקרים.

כיום, הגישה המקובלת בתעשייה היא להעדיף לרכוש את שירותיו של ספק ראשי, שמנהל שרשרת אספקה כוללת עם פתרון מלא (Supply Chain Solutions a Complete Door-to-Door Service), התואם את צורכיהם של כל יצרני התאים הסולאריים הגלובליים. הספק הראשי נהנה מיתרון גודל ויכול לנהל שרשרת אספקה כוללת במחירים תחרותיים ובגמישות מרבית.

**אתגרים בשרשרת האספקה הסולארית גודלם של המוצרים**

בתאים סולאריים פוטו-וולטאיים (Photovoltaic Solar Panels) מתקיים הכלל: "הגודל קובע". ככל שמייצרים תאים סולאריים גדולים יותר, כך מחיר ייצורה של מערכת סולארית הולך ומצטמצם, ונוסף על-כך, מחיר התקנתה של המערכת מצטמצם אפילו יותר.

כיום, גודלו המרבי של תא סולארי הוא 2.5x2.5 מ', וסביר להניח, שבעתיד הנראה לעין, גודלו של תא

(המשך בעמ' 12)

הגלובלית. שכן, אם המחיר מאמיר מאוד - עלויות השינוע בתהליכי היצוא והיבוא הופכות לבלתי-כדאית את תנועת חומרי-הגלם והמוצרים.

עקב כך, מדינות רבות החלו להעניק סובסידיות לארגונים ולפרטים, שמתקינים מערכות אנרגיה סולארית. לדוגמה, מדינת ישראל מוכנה לקנות קילו-ואט חשמל, המופק מאנרגיה סולארית, במחיר של שני שקלים, לעומת קילו-ואט חשמל קונבנציונלי, שחברת החשמל לישראל (ח"י) מספקת במחיר של כ-45 אגורות. במילים אחרות, מדינת ישראל מוכנה לשלם עד פי חמישה לכל מי שימכור לה "חשמל נקי".

**ג. ההיבט הפוליטי**

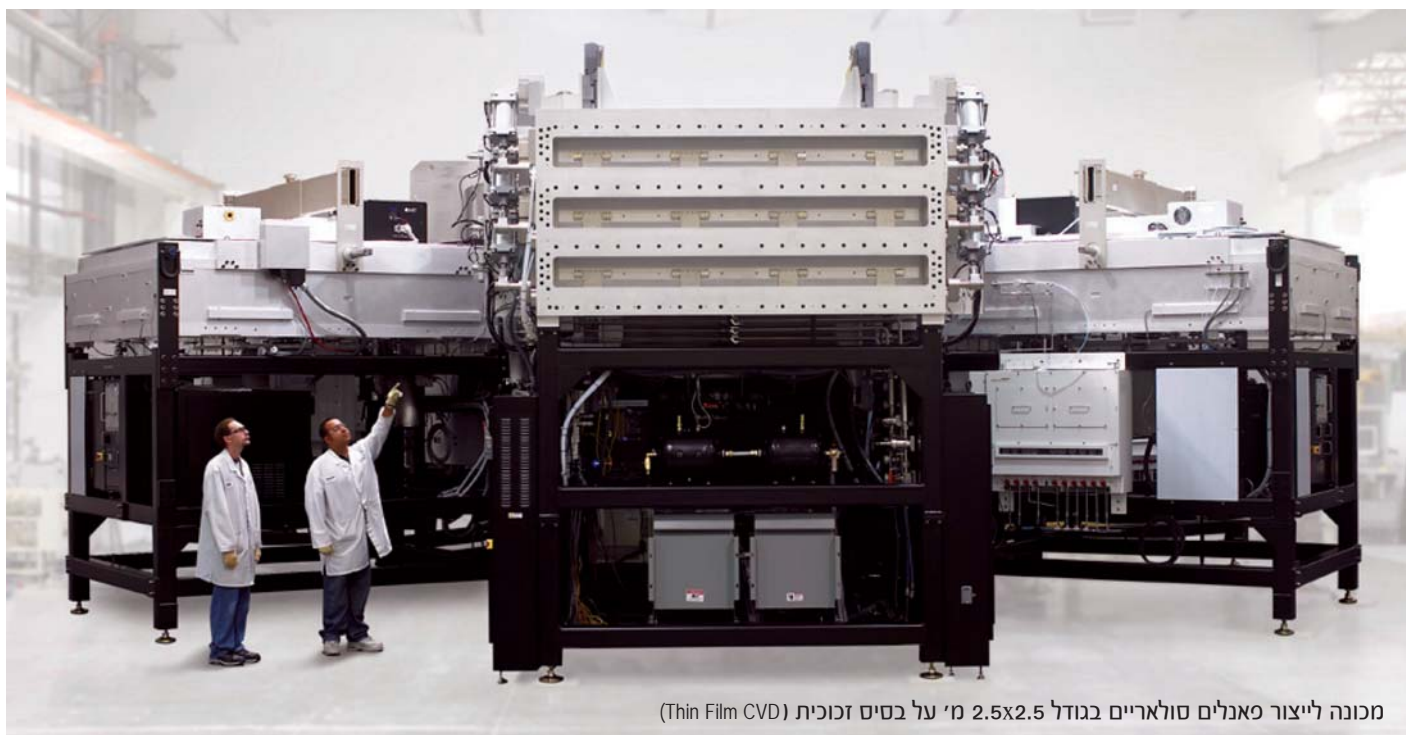
מדינות המערב הבינו (סוף-סוף), שבכל פעם שתושבי מדינתן "מסובבים את מפתח המכונית", הם מזרימים כסף למדינות הממירות אותן לפצצות. לכן, כיום, מדינות המערב מעדיפות לקדם את השימוש באנרגיה סולארית, שהיא מנותקת לחלוטין משימוש בנפט על צורותיו, וכל זאת כדי להפסיק את הזרמת הכסף למדינות המעודדות טרור.

**שרשרת אספקה כוללת - מקצה לקצה**

האתגרים העיקריים בשרשרת האספקה הסולארית כוללים את הרכיבים הבאים:

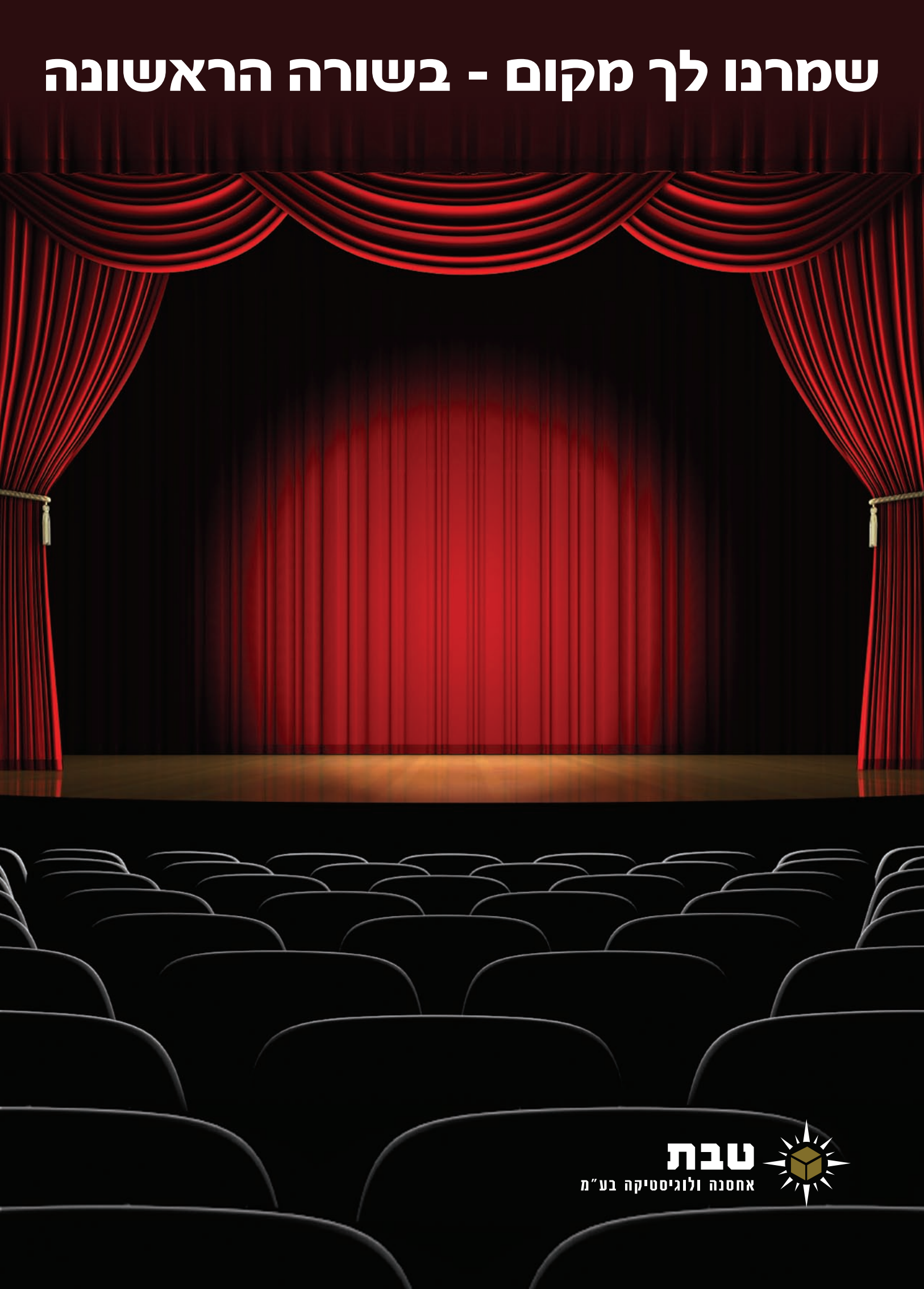
- צורך להגדיל משמעותית את כושר הייצור של התאים המיוצרים.
- צורך לקדם את הפריסה הגלובלית של הקמת קווי ייצור למדינות, שלא היו מעורבות בתחום, ולדוגמה: סין, הודו, אבו-דאבי, וכו'.
- צורך להתגבר על המורכבות הלוגיסטית (גודלם של

המחסום העיקרי לפריצתה של האנרגיה הסולארית הוא המחיר. כדי לאפשר את החדרתה של האנרגיה הסולארית לכל בית ולכל עסק בעולם, נדרש להשוות את מחירה של האנרגיה הסולארית לרמת מחירה של אנרגיית חשמל קונבנציונלית



מכונה לייצור פאנלים סולאריים בגודל 2.5x2.5 מ' על בסיס זכוכית (Thin Film CVD)

# שמרנו לך מקום - בשורה הראשונה



**טבת**  
אחסנה ולוגיסטיקה בע"מ



(המשך מעמ' 10)

נדרשת לקדם: שיפורים טכנולוגיים, שימוש בחומרי-גלם זולים יותר, שיפור יעילות הייצור, יישום לוגיסטיקה "חכמה" ויעילה, ופיתוח מקורות אספקה מקומיים (סין, הודו), כדי להבטיח את החזון של השוואת המחיר.

### אסטרטגיות בשרשרת האספקה

אסטרטגיות שרשרת האספקה מבוססות על העקרונות באים:

#### המשכיות האספקה (Continuity of Supply)

שרשרת אספקה צריכה לתפקד בכל מצב עסקי - הן בצמיחה חזקה והן במיתון חמור. האסטרטגיה להבטחת המשכיות האספקה היא צמצום התלות ההדדית בין הארגון לספקיו. צמצום התלות מושג באמצעות הגבלת היקף הפעילות המשותפת להיקף מסוים ממחזור עסקי של הספק, ולדוגמה, הגבלת היקף הפעילות ל-40% ממחזור מכירותיו.

לכך קיימות שתי דרכים:

- א. צמצום נפח הפעילות עם הספק.
- ב. חיוב הספק לגוון את לקוחותיו (רצוי אפילו בתחומי עיסוק אחרים) כך, שאם הביקוש של הארגון יפחת משמעותית, ההפחתה לא תשפיע בצורה קריטית על פעילותו של הספק.

#### קרבה ללקוחות

כיום, הגישה העסקית המקובלת היא להיות קרוב

סולארי יהיה 3.0x6.0 מ'. ייצור תאים סולאריים אלה מחייב את בנייתן של מכונות ענקיות, שגודלן הוא כגודלו של בית! האתגר הלוגיסטי הכרוך בשינוען של מכונות אלו הוא אדיר, ובמיוחד במדינות המזרח, כגון סין והודו, שתשתיותיהן הלוגיסטיות אינן מפותחות מספיק דיו.

#### לקוחות גלובליים במדינות מתפתחות

החדרת האנרגיה הסולארית היא אטרקטיבית במיוחד, באזורים ללא תשתיות חשמל קונבנציונליות, או עם תשתיות שאינן מפותחות דיו, ואינן תואמות את צורכי האוכלוסייה. מדינות מתפתחות, כגון: סין, הודו, ואפילו אבו-דאבי, היו הראשונות שגילו עניין באנרגיה הסולארית, כי פריסת תשתיות אנרגיה סולארית באזורים נידחים, במדינות אלו, היא זולה משמעותית מפריסתן של תשתיות חשמל קונבנציונליות. הבעיה במדינות המתפתחות היא היעדרם של ספקי ציוד מקומיים לייצור תאים סולאריים והיעדרם של ספקים לוגיסטיים (בעיקר, בהודו), שיכולים לספק פתרונות התואמים את הביקוש המקומי. מאחר שכיום, מרבית התשתית לייצור אנרגיה סולארית ממוקמת במדינות המערב (בעיקר, בגרמניה), יש צורך לפתח שוק חדש לגמרי, שיספק את הביקוש ההולך וגובר במהירות רבה.

הקרבה ללקוח מאפשרת זמני תגובה מהירים וגם הוזלה משמעותית בעלויות השינוע. הדבר נכון במיוחד, בתעשייה הסולארית שעוסקת במכונות ייצור ענקיות, זמני שינוען ארוכים מאוד (כ-50 ימים בהובלה ימית בלבד) ועלויות הלוגיסטיקה שלהן גבוהות ביותר



ללקוח. גישה זו נכונה, לא רק בהקשר של ערוצי הפצה ושירות ללקוחות, אלא גם בהקשר של בניית כל שרשרת האספקה. הקרבה ללקוח מאפשרת זמני תגובה מהירים וגם הוזלה משמעותית בעלויות השינוע. הדבר נכון במיוחד, בתעשייה הסולארית שעוסקת במכונות ייצור ענקיות, זמני שינוען ארוכים מאוד (כ-50 ימים בהובלה ימית בלבד) ועלויות הלוגיסטיקה שלהן גבוהות ביותר.

כדי להבטיח קרבה ללקוח, אנו מפתחים שרשרת אספקה מקומית (בסין), אשר תייצר מוצרים סולאריים ותשווקם לאסיה בכלל ולסין בפרט. שרשרת אספקה זו באה במקום שרשרת ייבוא המוצרים מגרמניה, הכוללת את הובלתם בים ללקוחות באסיה. אנו משכנעים את היצרנים הגרמנים להקים קווי ייצור בסין, או לחלופין, להתקשר איתנו במודל של ליסינג טכנולוגי. במודל זה אנו קונים את הזכות לייצר את מוצריו של היצרן הגרמני בסין תמורת תשלום מוסכם לייצור יחידת מוצר. אנו אחראים לפתח את הספק היצרני בסין ולנהלו, בעוד טכנולוגיית הייצור ושיפורה הם באחריות היצרן הגרמני.

#### עידוד תחרות בין ספקים

בנייתה של שרשרת אספקה, המגלגלת מחזור של מיליארדי דולרים בשנה, מחייבת את הארגון ליצור

(המשך מעמ' 14)

מערכת לייצור פאנלים סולאריים על בסיס סיליקון (cSi)

#### טרנספורמציה תעשייתית

תעשיית האנרגיה הסולארית מבוססת על ייצור תאים פוטו-וולטאיים בטכנולוגיה ששמה "Thin Film" - עיבוד כימי של זכוכית עד להפיכתה לתא סולארי. טכנולוגיה זו היא בסיסית (Low-tech) ומבוססת על תהליך ייצור "מלוכלך" במהותו. תעשיית האנרגיה הסולארית, שחותרת לשפר את תפוקותיה ולהוזיל את מחירה בצורה משמעותית, חייבת לעבור שינוי מהותי בתרבותה העסקית ולאמץ סטנדרטים של טכנולוגיות היי-טק (High-tech) באיכות, בגמישות ובשיפור מתמיד.

התעשייה הסולארית חייבת להשלים מהפך כולל בתפיסת בסיס הספקים השותפים בשרשרת האספקה, כדי לתמוך בסטנדרטים גבוהים יותר. בדרך-כלל מהפך מסוג זה מתחיל בהחלפת הנהלות הארגונים, האחראיות על גיבוש התפיסה האסטרטגית, וממשיך בשינויים מרחיקי-לכת שמיישמים בתהליכי ייצורם של המוצרים ובתהליכי הלוגיסטיקה בשרשרת האספקה.

#### רמות מחירים

המחסום העיקרי לפריצתה של האנרגיה הסולארית הוא המחיר. כדי לאפשר את החדרתה של האנרגיה הסולארית לכל בית ולכל עסק בעולם, נדרש להשוות את מחירה של האנרגיה הסולארית לרמת מחירה של אנרגיית חשמל קונבנציונלית. התעשייה הסולארית

# שמרנו לך מקום - בשורה הראשונה, במרלוג החדש בצומת קסם



חברת טבת אחסנה ולוגיסטיקה מזמינה אותך להצטרף לחוג לקוחותיה וליהנות משירותים איכותיים ברמה עולמית.

המרלוג החדש, הנבנה בימים אלה, משתרע על 16 דונם ומתוכם 12 אלף מ"ר שטח בנוי. המרלוג ממוקם בפארק הלוגיסטי "לב הארץ", בצומת קסם, והוא יכיל אמצעי אחסון ושינוע מודרניים, וטכנולוגיות חדישות. כל אלה תואמים את הצרכים הלוגיסטיים של לקוחות ממיגוון ענפים במשק.



(המשך מעמ' 12)

למקומות נידחים. נסו לדמיין את שינועה של מכונה בגודל בית על כביש בעיירה תעשייתית נידחת בהודו. עיכוב נוסף עלול להיווצר בגלל רשויות המכס במדינות אלו, שאינן מפותחות במיוחד, ולא אחת הן גורמות לעיכובים בזמני האספקה.

- כדי להתגבר על-כך, רצוי לפעול בכיוונים הבאים:
1. התקשרות עם ספקים לוגיסטיים גלובליים, שהם מומחים באזורי היעד (סין והודו).
  2. חיזוק משמעותי של הצוות המקומי באנשים, שהם מומחים בלוגיסטיקה כבדה.
  3. שיתוף פעולה עם שלטונות המכס והנמלים באזורי היעד, כדי לפשט את תהליך הכניסה למדינות, תוך בניית מערכת המבוססת על אמון מתמשך.
  4. השקעה בציוד ייעודי להובלה של הציוד המורכב. יש חברות הנדסה לוגיסטית, שהן מומחיות בתכנון פרויקטי מטען (Project Cargo) ובפתרונות לוגיסטיים לציוד גדול ומיוחד.
  5. הטמעה של שינויים הנדסיים שיאפשרו את אריזתו של הציוד, את שינועו ואת פריקתו במהירות רבה יותר ובמחירים זולים יותר (לדוגמה, באמצעות פירוק הציוד לתתי-מכלולים לפני הובלתו).

**הקמת צוותים גלובליים לניהול ספקים**

כדי לתמוך בפיתוחם של הספקים ביבשות אירופה ואסיה, מקובל להקים באזורים אלה צוותים, שמנהלים את הספקים המקומיים. הצוותים דוברים את השפה המקומית, ותרבותם העסקית והחברתית תואמת את התרבות המקומית. יתרון נוסף הוא, שהצוותים עובדים באותם אזורי זמן (בעידן הגלובלי, העבודה מתנהלת באזורי זמן שונים. הבעיה: כאשר העובדים בארה"ב מגיעים לעבודה, עמיתיהם באירופה נמצאים בדרכם הביתה, ועמיתיהם באסיה כבר ישנים!). קרבתם של הצוותים לספקים חיונית להצלחה, כי היא משפרת את התקשורת ההדדית ואת מהירות התגובה של הספקים לצורכי השוק.

**סיכום**

בנייתה של שרשרת אספקה מתוכננת לתעשיית האנרגיה הסולארית בעולם היא הכרחית, כדי לצמצם משמעותית את עלויות הייצור והאספקה, ובדומה, לקצר את זמני האספקה. האסטרטגיה בניהול שרשרת האספקה הסולארית צריכה להבטיח את השוואת מחירה למחירי האנרגיה של חשמל קונבנציונלי, לאפשר ללקוחות לקבל את המוצרים מהר ככל האפשר, ולייצר סביבה עסקית שתאפשר פיתוח מהיר של שוק האנרגיה הסולארית בעולם. ■

תחרות בריאה בין ספקיו. התחרות בין הספקים היא לרוב על רמת הביצועים. אמנם, המחיר הוא פרמטר חשוב, אך לא פחות מכך חשובה התחרות על רמת הביצועים - עמידה במפרטים קשים, איכות המוצרים והגמישות העסקית (זמני אספקה וכו'). כדי לעודד תחרות זו, מומלץ לאמץ אסטרטגיה של שני ספקים למוצר (Dual Sourcing). ההשקעה הכרוכה בפיתוחם של שני ספקים למוצר היי-טק היא גדולה מאוד, אך היא משתלמת לטווח ארוך. פיתוחם של שני ספקים למוצר דורש פעילויות



התקנת פאנל סולארי בחווה סולארית

הנדסיות, תפעוליות, מסחריות, ותחזוקתיות לניהול שני עצי-מוצר (Bill Of Materials) [BOM], לאספקת חלקי-חילוף ותאמים, ולשימור הידע הטכני של המוצרים. פרק הזמן הממוצע לפיתוח ספק ציוד היי-טק הוא כשנה ולעקומת הלימוד יש מחיר - תקלות ושגיאות שעולות במחיר של מלאי, ולעתים אף פוגעות בשביעות רצונו של הלקוח.

למרות כל האמור לעיל, האסטרטגיה של שני ספקים למוצר מקטינה משמעותית את הסיכון לחוסנה של השרשרת ומחזקת אותה משמעותית.

**פתרונות לוגיסטיים יצירתיים**

ממדי גודלו של הציוד בשילוב עם המרחק הרב, המפריד בין הלקוחות (כגון בסין ובהודו) לבין היצרנים והספקים (כגון בגרמניה), יוצר אתגר לוגיסטי גדול. נוסף על-כך, התשתית הלוגיסטית במדינות המזרח, שאינה מפותחת, מקשה מאוד על ניוודו של הציוד

ציוד מושלם לשינוע מטענים, מלגזות, הרמה מכל הסוגים



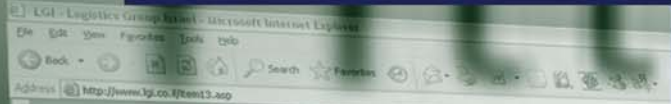


www.kidmah.co.il

לצפייה בכתב העת

[www.lgi.co.il](http://www.lgi.co.il)

# יצואלקא צלוגא זאטרוט



- ◇ רכש
- ◇ יבוא-יצוא
- ◇ לוגיסטיקה
- ◇ תפעול
- ◇ שרשרת אספקה



G-7



Logistics  
Group  
Israel

**Logistics Group Israel**

היא קבוצת חברות המספקות מיגוון רחב של שירותים בשרשרת האספקה

רח' השיטה 13/1, אורנית 44813, טל: 03-9360013, פקס: 03-9360710 | [www.lgi.co.il](http://www.lgi.co.il)