

פורום אנרגיה: חשמל מאנרגיה סולארית בישראל

מוסד נאמן הטכניון 24 דצמבר 2013

עמי אלעזרי מיסד מנכ"ל ונשיא מילניום אלקטריק

אנרגיה סולארית פוטוולטאית משולבת זולה יותר מהרשת כבר היום ללא סבסוד !

על פי דוחות של **מקנדי** ו**בלומברג** ומכון האנרגיה ההולנדי מהחודשיים האחרונים (אפריל ומאי) ובעזרת פטנט ישראלי אנרגיה סולארית בטכנולוגיה פוטוולטאית PV ו PVT הגיעה למצב של תחרות במחיר עם עלות החשמל ממקורות פוסילים: גז פחם גרעין וסולר טרמי במקומות בעולם בהם הקרינה חזקה גם ללא כל סבסוד ממשלתי. להערכת האנליסטים המובילים בעולם בשל ירידת המחירים של התאים הסולרים מחד ועליית מחיר הדלקים הפוסילים והחשמל מאידך בתוך שנתיים עד 5 שנים תהיה הטכנולוגיה הפוטוולטאית הזולה בעולם להפקת אנרגיה.

אנרגיה סולארית בעולם

אנרגיה סולארית הינה התעשייה בעלת אחוזי הצמיחה הגבוהים ביותר בתעשיית האנרגיה העולמית. התעשייה הסולארית צמחה ב **5000 אחוז** ב 8 שנים.

בשנים האחרונות בולטת במיוחד הצמיחה בתעשיית **האנרגייה הסולארית הפוטוולטאית (ייצור חשמל מאנרגיה סולארית)**, וזאת בעיקר בשל תוכניות **feed-in tariffs** שהחלו בגרמניה ב- 2004 ואליה הצטרפו ספרד, איטליה, ארה"ב, יוון, קוריאה, צרפת, קנדה ומדינות נוספות ברחבי העולם.

בנק ההשקעות **CIBC** מעריך שהצמיחה בשוק האנרגיה הפוטוולטאית תהיה בין **400%-ל-500%** בשנה עד סוף העשור הנוכחי.

גורמים המשפיעים על אימוץ פתרונות של אנרגיה חלופית:

מגמות חיוביות בתמיכת הממשלות ברמה הגלובלית

חוסר באנרגיה במקומות רבים בעולם ירידת מחירי התאים

הסולארים ועליית מחירי הדלקים הפוסילים

• בעשור האחרון החלו מדינות מתקדמות רבות לתמרץ שימוש באנרגיה סולארית פוטוולטאית (PV) ע"י מענקים.

• תמרוץ זה הינו הזרז העיקרי לגידול הביקוש העולמי לאספקת אנרגיה סולארית פוטוולטאית (PV). ולגידול ביצור

• המדינות המובילות בתחום זה הן:

איטליה, ארה"ב, גרמניה, דרום קוריאה, הולנד, יוון, יפן, ספרד וצרפת, קנדה וסין.

בישראל בקרב מקבלי ההחלטות באוצר וחלק ממשרדי הממשלה עדיין קיימים מספר מיתוסים ופארדיגמות אותם אני עומד להפריך במצגת זו בעזרת דוחות חדשים מבלומברג מקנזי אי סי אן ומשרדי האנרגיה של הולנד גרמניה וארה"ב.:

Myth 1

There is no need for solar Energy

Fossil fuel will stay for ever

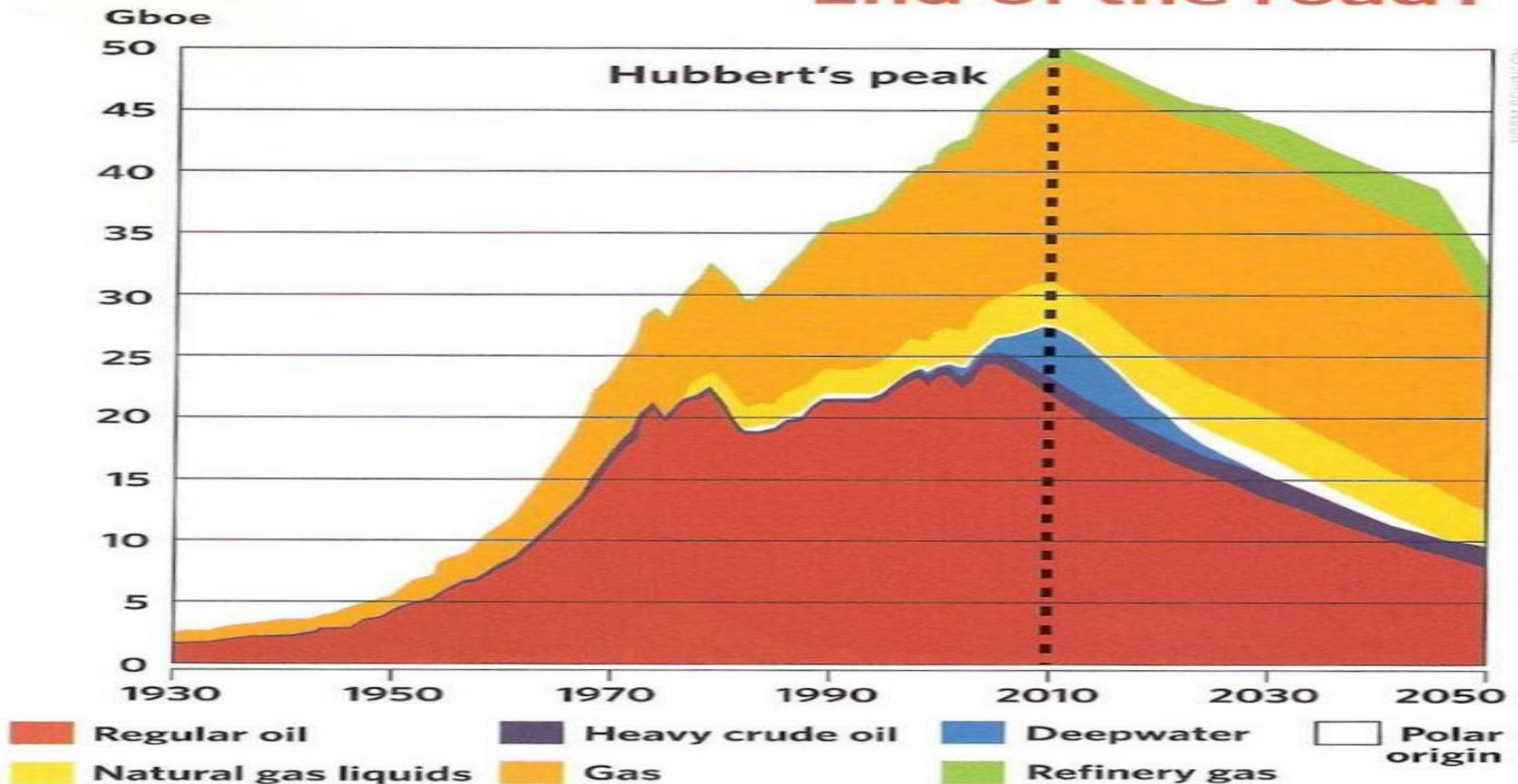
Fact is:

**The World Energy
Fossil sources is near
the end**

מיכל הדלק העולמי מתרוקן

כמות הדלקים המחצביים הקיימים בעולם מוגבלת. שנת 2010 היתה שנת השיא בתפוקות דלקים פוסיליים ומעבר לה צפויה ירידה בכמות הדלקים שניתן יהיה להפיק. הגרף מציג את תפוקות הדלקים במיליארדי חביות נפט או שווי ערך.

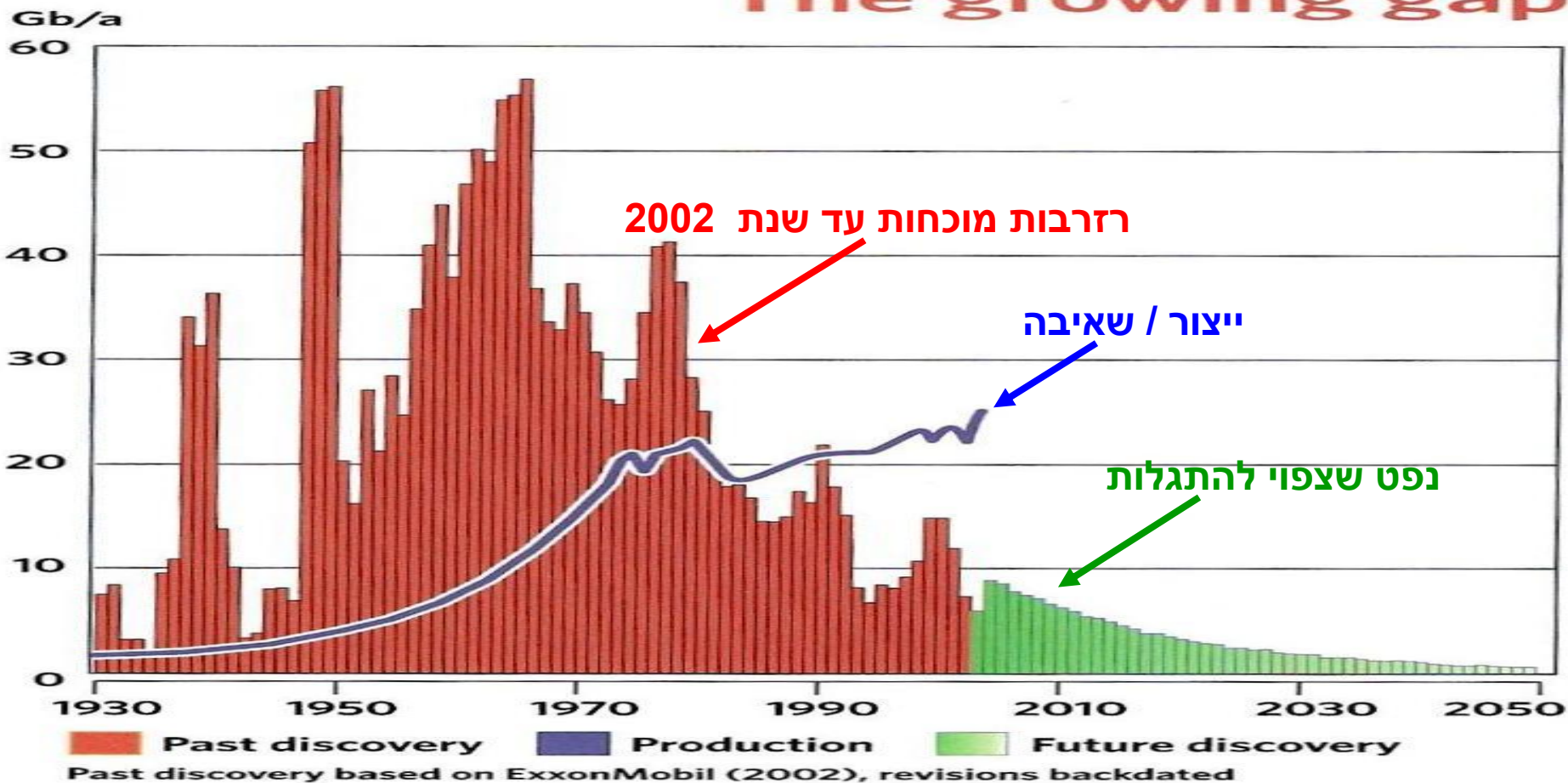
End of the road?



מאגר הדלקים העולמי אינו מתחדש

הפער בין קצב ההפקה\שריפה השנתי של נפט גולמי במיליארדי חביות לשנה 38 לבין קצב הגילוי של רזרבות המוכחות 8 מיליארד חביות בשנה נכון לשנת 2012 הולך וגדל.

The growing gap



יתרות כלל עולמיות של הדלקים המחצביים

Minable Years

Coal **170 years** פחם

Residual Years
at the Present Pace

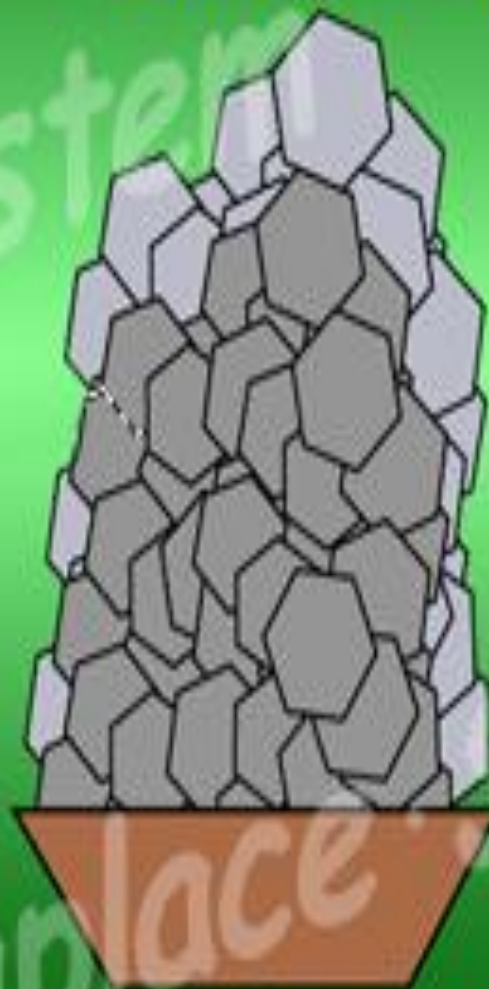
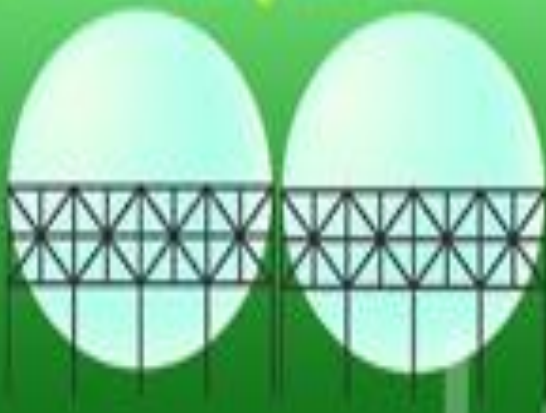
אורניום
Uranium
72 years

נפט

גז טבעי

Petroleum **43 years**

Natural Gas **62 years**

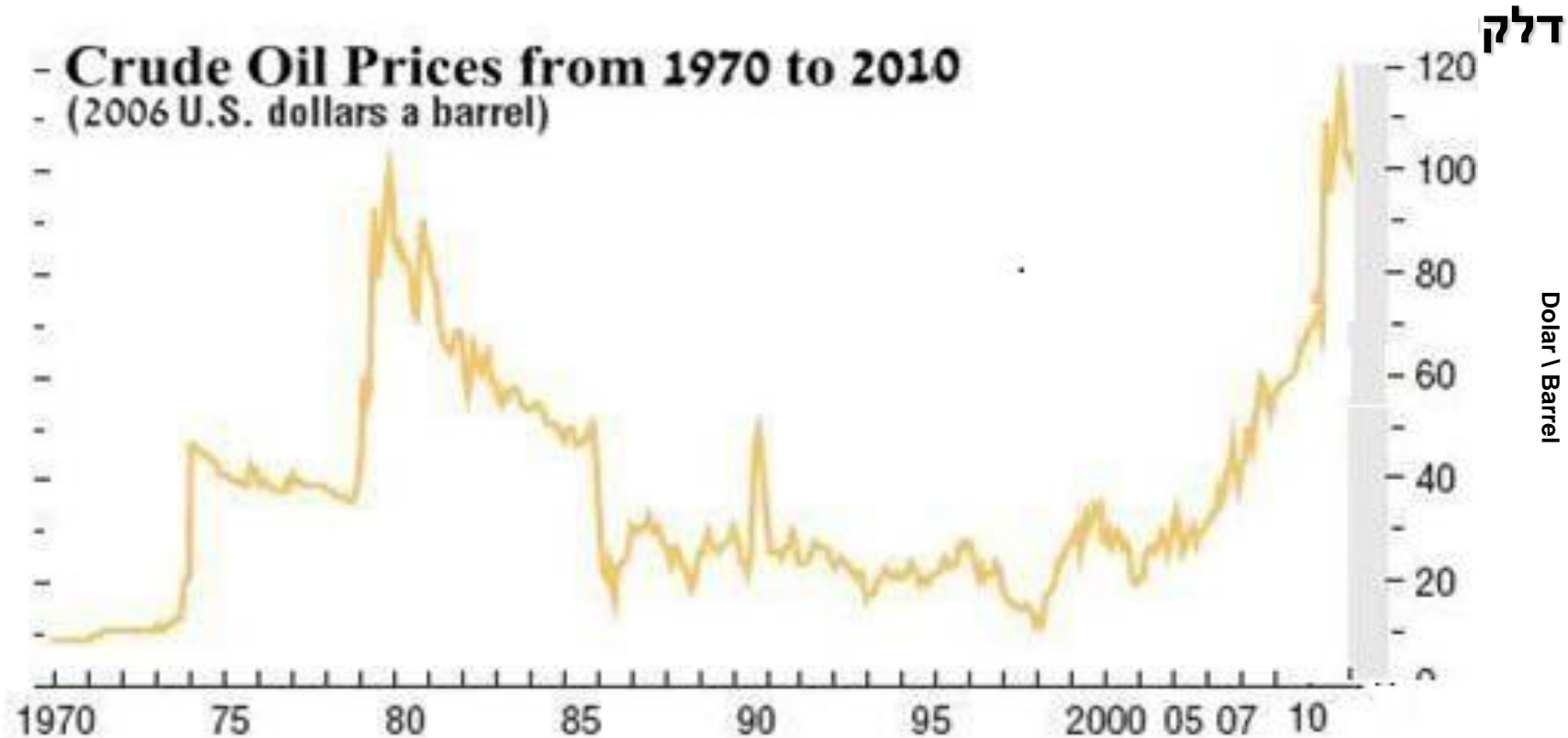




עלות דלקים מחצביים

לשם הפקת אנרגיה ממשיכה לעלות

משנות ה 70 בעקבות משבר האנרגיה והקמת אופ"ק עלות הנפט מטפסת מעלה. במקביל מסתמנות מגמות לאיתור תחליפים לדלקים פוסיליים. לאחר שמחיר חבית נפט ממשיך לעלות כיום זה 120 דולר והסיכוי שמלחמה נוספת במפרץ תגרום לעליה לרמה של 200 דולר ויותר כעת עלותה של אנרגיה חלופית נמוכה משל



עלות תחליפים לדלקים מחצביים

לשם הפקת אנרגיה

קיימת מגמה ברורה של ירידת מחירי תאי השמש.
נראית ירידה משמעותית בעלות יצורם. 75% בשלוש שנים

Industrialization will yield significant cost reductions.

c-Si multicrystalline solar-photovoltaic system

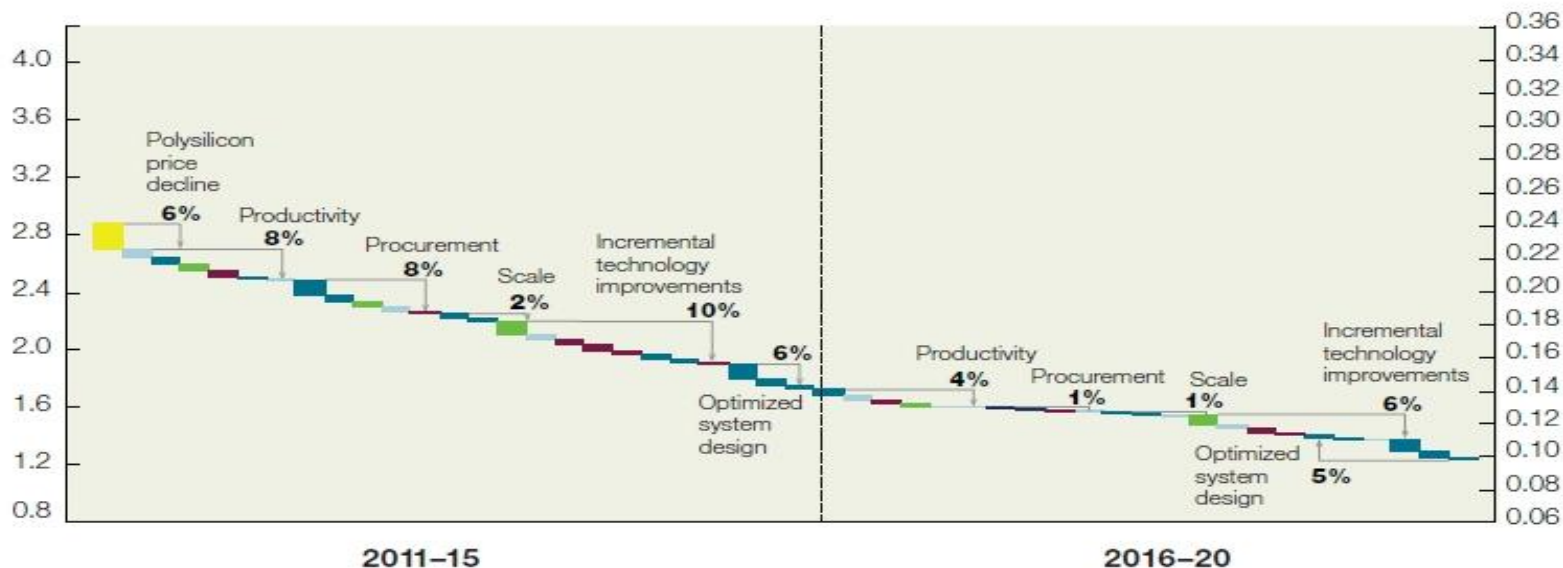
■ Polysilicon ■ Module ■ Cell ■ Wafer ■ Balance of system (BOS)

Best-in-class installed system cost (no margins)

\$ per watt peak, 2011 dollars

Levelized cost of electricity¹

\$ per kilowatt hour, 2011 dollars



¹Levelized cost of energy; assumptions: 7% weighted average cost of capital, annual operations and maintenance equivalent to 1% of system cost, 0.9% degradation per year, constant 2011 dollars, 15% margin at module level (engineering, procurement, and construction margin included in BOS costs).

Where Grid Parity Has Already Been Achieved

In ever more regions, grid parity has already arrived, bringing numerous advantages for resellers and installers of photovoltaic systems:

Central and South America

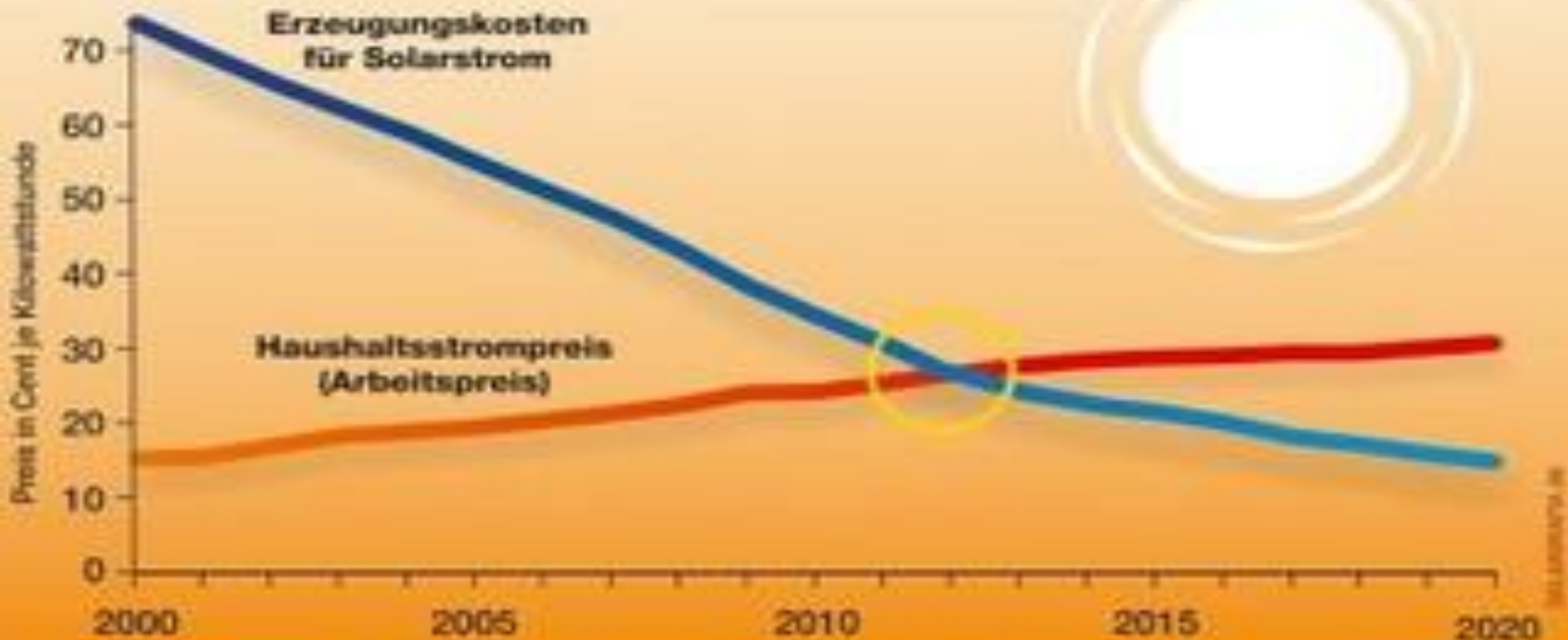
Southern Europe

Parts of Asia

East Africa

South Africa, Australia, the Middle East, and Central Europe will be next.

Photovoltaic Basics: Grid Parity



הצמיחה של הענף הפוטוולטאי יביא למהפכה בשוק האנרגיה העולמי ו להשקעות של טריליון דולר בעשור הקרוב- מקנזי מאי 2012

Exhibit 3

Growth in solar PV may transform power markets.

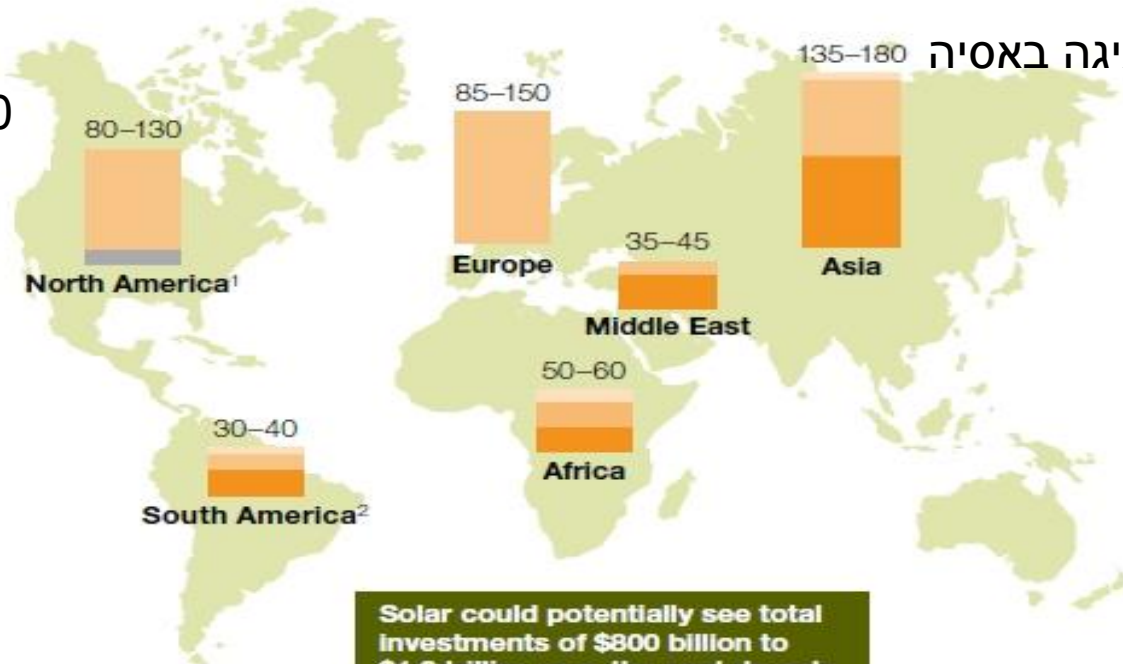
Cumulative capacity additions, 2012–20, gigawatts

Off-grid Residential and commercial Isolated grids Peak capacity Large-scale power plants¹

מאה גיגה באירופה

100 גיגה בצפון אמריקה

וחמישים גיגה באסיה



Solar could potentially see total investments of \$800 billion to \$1.2 trillion over the next decade

¹Includes 10–20 gigawatts of regulated utility pipeline in the United States.

²Includes Mexico.

Source: Enerdata; McKinsey Global Solar Initiative

Myth 2

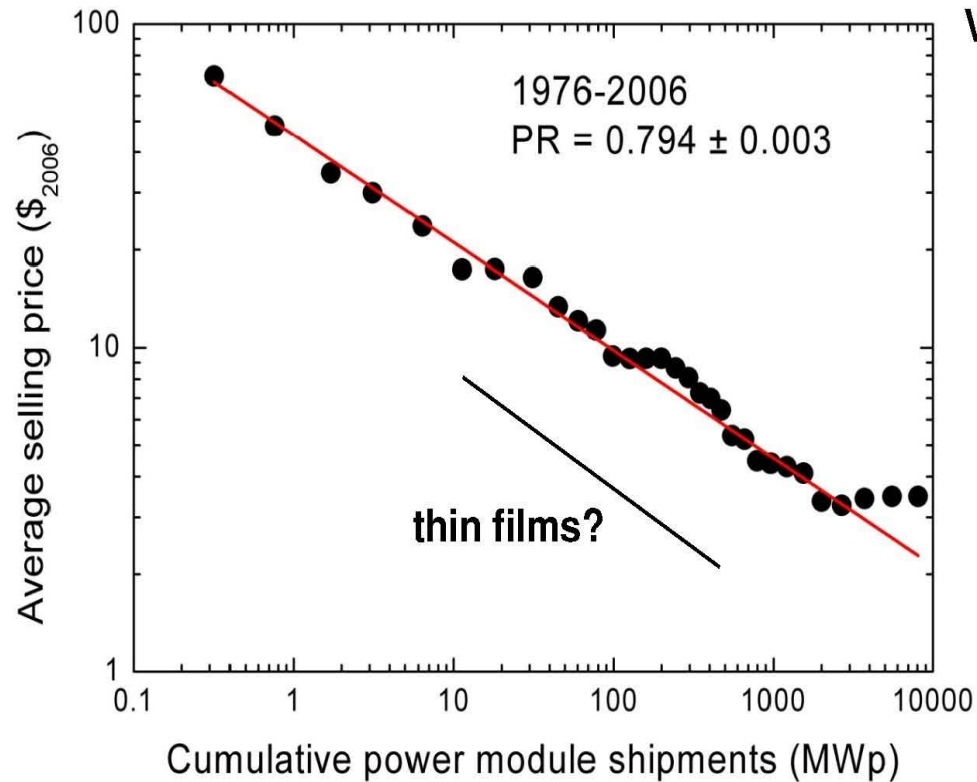
**Solar energy will never become
competitive**

Fact is:

Solar energy is competitive with peak power today and will reach grid parity in all of Europe within 10 years

PV (wafer silicon) module price learning curve:

the combined effect of technology development and manufacturing experience

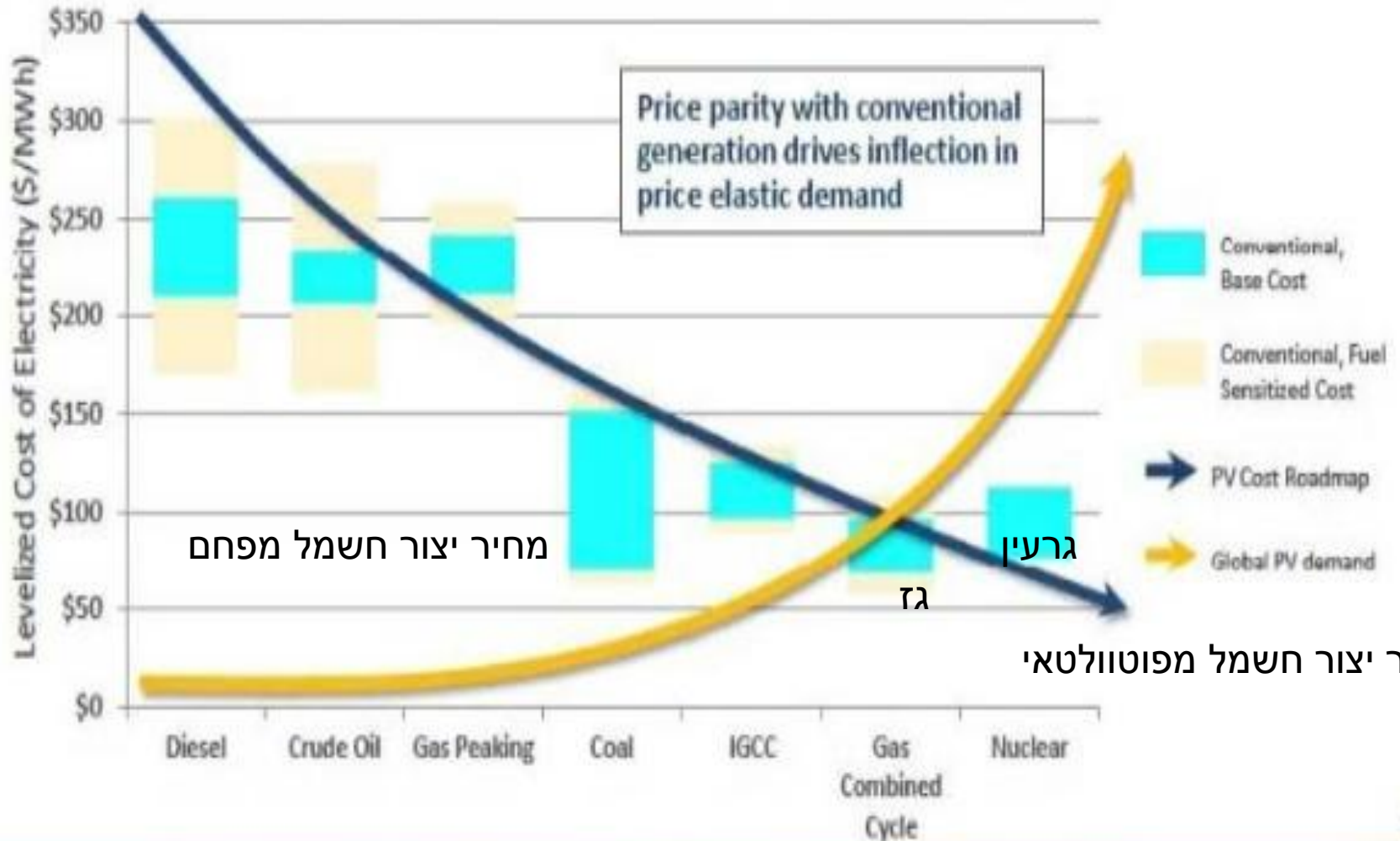


Van Sark et al., 2008

Crossing Over to Sustainable Markets



Conventional generation (ex diesel and crude oil) based on Lazard LCOE Analysis v 5.0, June 2011. Assumes coal price of \$2.50/MMBtu and natural gas price of \$5.50/MMBtu. High end of coal and IGCC costs incorporates 90% carbon capture. Fuel sensitivity assumes +/- 25% fuel cost. Nuclear does not reflect decommissioning costs. Diesel and crude oil based on FS analysis. Assumes diesel price of \$20.81/MMBtu (\$120/bbl) and crude oil price of \$17.24/MMBtu (\$100/bbl).

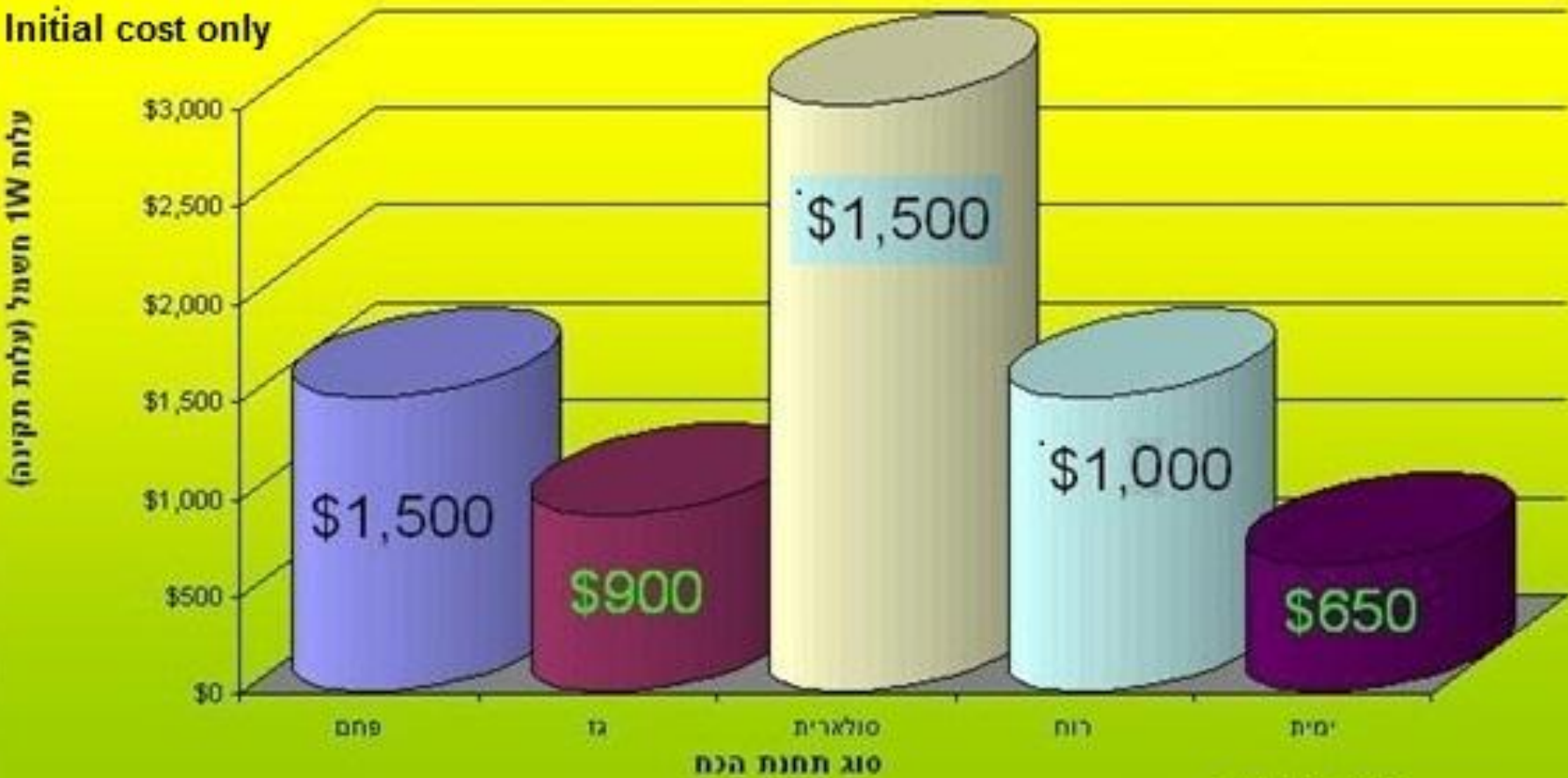


עלות הקמה של תחנות כח (עלות ל KWh 1)

לצורך השוואה מוצגות כאן עלויות הקמה בלבד של תחנות כוח מסוגים שונים.

החישוב הוא עלות הקמה לייצור 1 KWh.

העלויות אינן כוללות חומרי דלק, תפעול ותחזוקה של התחנה.



אנרגיות חלופיות להפקת חשמל:

קיימות מס' שיטות לייצור חשמל
בטכנולוגיות חלופיות בלתי תלויות בדלק מחצבי



סולארית

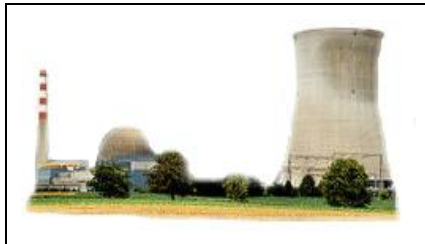
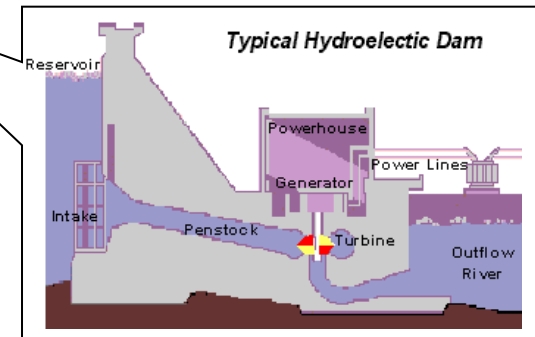
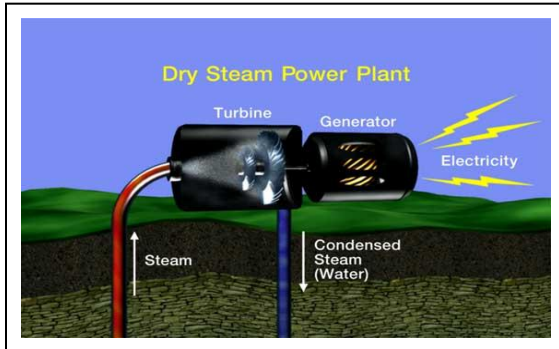


רוח

גיאותרמית

הידרואלקטרית

גרעינית



מגוון השיטות להפקת חשמל מאנרגיה סולארית:

SEGS מגדל מרכזי, חוות מראות.

זהו מתקן המכיל **שדה מראות גדול**, בו ניתן לאסוף את קרינת השמש באמצעות מראות אל **מגדל מרכזי**, בו ניתן לנצל את קרינת השמש הממוקדת בהספק גבוה להפעלת טורבינת קיטור.
כל אחת מהמראות עוקבת אחר מיקום השמש בנפרד באמצעות בקרה ממוחשבת.



מגוון שיטות להפקת חשמל

מאנרגיה סולארית (המשך) :



פנל פוטוולטאי (PV) רגיל



פנל פוטוולטאי / טרמי (PVT)

בטכנולוגיית Multi Solar (MSS)

30% יותר חשמל + פי 4 אנרגיה

טרמית באותו משטח קליטה

עלות יצור חשמל מ פי וי טי זול יותר מכל מקורות האנרגיה הידועים לפי מקנזי

Chapter three: 2010 to 2050: Today's situation, tomorrow's vision

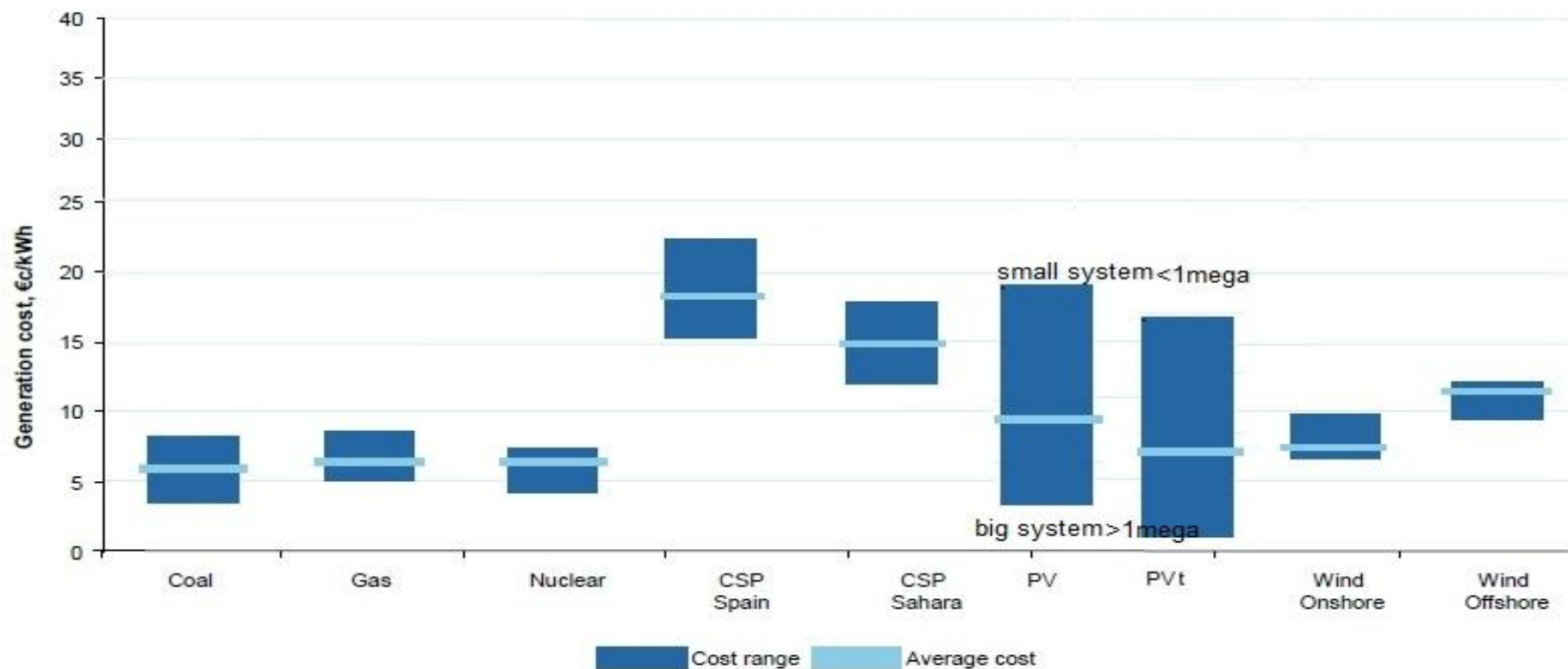


Figure 7: Typical levelised costs of electricity generation^{39, 79-85}

העתיד הוא ב פוטוולטאיקה סטאטוס גריד פריטי בעולם

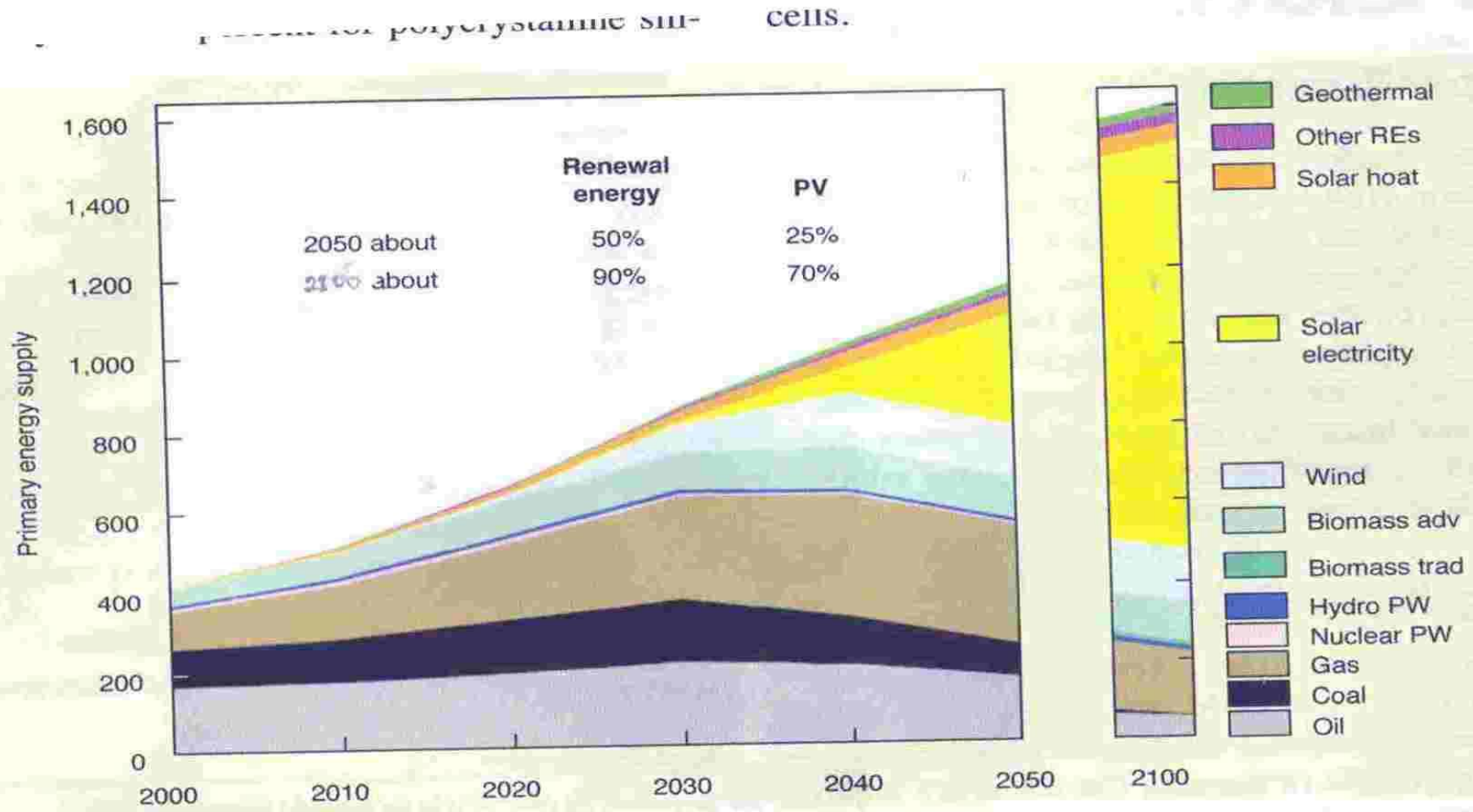


Fig. 1: World energy trend: German Advisory Council on Global Change's world energy vision 2100