

ללמוד כמו מהנדסים למידה מבוסס בעיות למה, האם ואיך

המרכז האקדמי רופין, אוקטובר 2018

בטו כץ

המרכז לקידום ההוראה והלמידה
המכללה האקדמית להנדסה אורט בראודה



במה נעסוק היום

מבוא	1100:1110
מהי בעיה	1110:1150
סוגי בעיות ואסטרטגיות לפתרון	1150:1220
הפסקה	1220:1230
מה זה PBL	1230:1330
הפסקה	1330:1340
מודלים של PBL	1340:1410
התנסות מסכמת	1410:1550
סיכום	1450:1500



קצת עלי...

- BSc EE בהנדסת חשמל טכניון, 1984; MBA אוניברסיטת דרבי 2006; BSc בהוראת המדעים והטכנולוגיה, טכניון, 2014, Summa Cum Laude; MSc בהוראת המדעים והטכנולוגיה, טכניון, 2018.
- שלושים שנות ניסיון בתעשייה הטכנולוגית: ניהול פרויקטים ומחלקות בנורת הילס, אלביט, סמנכ"ל תפעול בפיברוניקס, COO במאביקס ונצר ומנכ"ל זיק ישראל, הקמה וניהול קאפהסנס בע"מ
- מרצה חוץ במחלקה לאלקטרוניקה, במרכז ליזמות ובמרכז לקידום ההוראה במכללה האקדמית אורט בראודה, רכז תכניות הדרכה לחינוך הנדסי ו-PBL במרכז לקידום ההוראה והלמדה במכללה, מרצה בהנדסאים
- בודק מקצועי ברשות החדשנות, יועץ במעוף.



דיון בעקבות "פורצי הסכרים"



1. מהן הבעיות של ברנס?
2. מה ברנס עושה כדי לפתור אותן?
3. מהי המטרה שפתרון הבעיות אמור לשרת?
4. אילו בעיות חדשות תיווצרנה בעקבות פתרון הבעיות?

מהי בעיה?

בעיה = תופעה + פער

- תופעה: נתון במציאות
- בעיה: פער בין המצוי לבין הרצוי או הצפוי

- הבסיס לרצוי או לצפוי

- כוונה, רצון, תכנית ("אני רעב!")
- ידע קודם ("למה זה לא עובד?")
- השוואה לאחרים ("למה היא כן ואני לא?!")
- בעיות של אחרים (אחת משלושת הנ"ל אצל האחר/ת)

Pounds, 1969



זיהוי בעיה: מכונית תקועה במים



- למי יש בעיה?
- מה הבעיה?
- דרכי פתרון?



מכונית תקועה - גישה לפתרון

הצעות לפתרון :

מנוף, גודל מנוף...

ניפוח

שאיבת המים

גרירת המכונית

- מהרגע שנבחר פתרון במה נתקל?

- אבל האם שאלנו את עצמנו מה הקונטקסט? של מי הבעיה?



סוגי בעיות I: זריקת אבנים

שתי אבנים זהות משוחררות מגובה נתון, אחת אחרי השנייה בהפרש של שנייה אחת:

(א) אחרי שהאבן השנייה משוחררת, האם ההפרש בין המהירויות של שתי האבנים גדל, קטן או נשאר קבוע?

(ב) האם המרחק ביניהן נשאר קבוע, גודל או קטן?

(ג) האם פער הזמנים בין הרגעים בהם האבנים פוגעות בקרקע קטן, שווה או גדול מ-1 שנייה?



סוגי בעיות II: שמירת השתייה קרה

מבוסס על: Ogilvie, 2009

מחר מתקיים טיול מחלקתי בחוף דור, ובצהרים מתוכנן פיקניק במקום;
אתם אחראים על השתייה ונדרשים לדאוג לשתייה קרה. איך תעשו זאת?

משימה בקבוצות:

1-יש לתאר דרכי פתרון של שתי הבעיות שהוצגו

2- יש לאפיין מה דומה ומה שונה ביניהן



סוגי בעיות וגישות לפתרון (Jonassen, 2000)

- סוגי בעיות

– בעיות מובנות (structured)

– בעיות לא מובנות או מובנות חלקית (ill-structured)

**מיומנות בפתרון בעיות מובנות לא תורמת ליכולת
פתרון בעיות לא מובנות**



מבנה הבעיה (Jonassen, 2000)

- בעיות מובנות:

- מציגות לפותר את כל המרכיבים הנדרשים
- דורשות יישום מספר סופי של כללים ועקרונות
- ידוע שקיימים פתרונות והם ניתנים להשוואה

- בעיות לא מובנות:

- עמימות: קיימים מרכיבים לא ידועים
- אין וודאות לפתרון, או יש ריבוי פתרונות ודרכים לפתרון
- קיימים קריטריונים מרובים להערכת הפתרון
- הפותרים נדרשים להערכה אישית על בסיס דעות ואמונות

הפתרון לבעיה לא מובנית הוא ערכי!



משימה בקבוצות

• יש לענות על השאלות הבאות:

1- באיזה סוג של בעיות אתם משתמשים בהוראה שלכם? יש לתת דוגמאות

2- באילו סוגי בעיות יתקלו בוגרי המכללה בעבודתם? יש להסביר



משימה בזוגות

- יש לנסח 2 בעיות מובנות בנושא של אחד מהקורסים שלכם
- יש לנסח 2 בעיות לא מובנות בנושא של אחד מהקורסים שלכם

הצגת בעיות ודיון



מה נדרש ממהנדס בתעשייה?

- יכולת המרה של צורך\בעיה לא מוגדרים בצורה מלאה למפרט טכני לפיתוח פתרון
- הסתכלות רחבה ויכולת התמודדות עם אתגרים רב-תחומיים

“Engineers are hired, retained and rewarded for their ability to solve workplace problems”

Jonassen et al, 2006



מאפיינים של תכן

- רמה גבוהה של אי-וודאות. לא כל המידע נתון, ריבוי פתרונות אפשריים. נדרשת נכונות להסתכן
- בחירת ההסבר הסביר ביותר לתופעה, ללא וודאות לגבי נכונותו
- תהליך אופורטוניסטי: מציאת הפתרון הטוב ביותר בתנאים נתונים, לאו דווקא האופטימלי
- דינמי, משתנה ומתהווה מחדש ככל שהתהליך מתקדם ומחייב

=< גישת הסקה מובילה אבדוקציה



התפתחות של מומחיות (מבוסס: Litzinger et al., 2011)

להסקה אבדוקטיבית נדרשת מומחיות:

- הבדלים במאפייני הידע של טירונים ומומחים:
 - סטודנטים נוטים לא להעמיק, ולקשר באופן שטחי בין מושגים, מתקשים ליישם ידע בתנאים חדשים
 - ידע אצל מומחים מאורגן סביב מוגשים מרכזיים ועקרונות כללים ברמה עמוקה, ומאורגן בהקשרים לדרכי יישום רלוונטיות ("ידע מותאם")
- מומחה: כ-10,000 שעות של התעסקות פעילה בתחום



קשר בין מומחיות ללמידה (Litzinger et al., 2011)

- רק התנסות מכוונת לשיפור יכולת תוביל לפיתוח מומחיות.
- הרעיונות המרכזים בפיתוח של מומחיות: היכולת להבנות ידע סביב רעיונות מרכזים ועקרונות עיקריים ומוטיבציה ללמידה
- למידה אפקטיבית: למידה שמקדמת התמחות מקצועית.
 - הבנה מעמיקה על בסיס עקרונות ומושגים מרכזיים,
 - פיתוח של מיומנויות טכנולוגיות ומקצועיות
 - יכולת יישום של ידע ומיומנויות לפתרון של בעיות המייצגות את התחום המקצועי

הפסקה



מה המאפיינים של למידה מבוססת בעיות לדעתכם?

התנסות בקבוצות: לקרוא מאמרים ולהגדיר מאפיינים
20 דקות



מה סטודנטים אמרו על התנסות ב-PBL?

- "פעם ראשונה מאז שהתחלתי ללמוד שאני מרגיש מה זה להיות מהנדס"
- "סוף סוף אני צריך לחשוב, לא רק לבצע מה שאומרים, אלא לחשוב מה לשעות"
- הקורס שינה את חיי היומיום שלי, למדתי לא לקבל דברים כמובן מאליו, לשאול תמיד "מי קבע?", שינה לי את ראיית העולם.

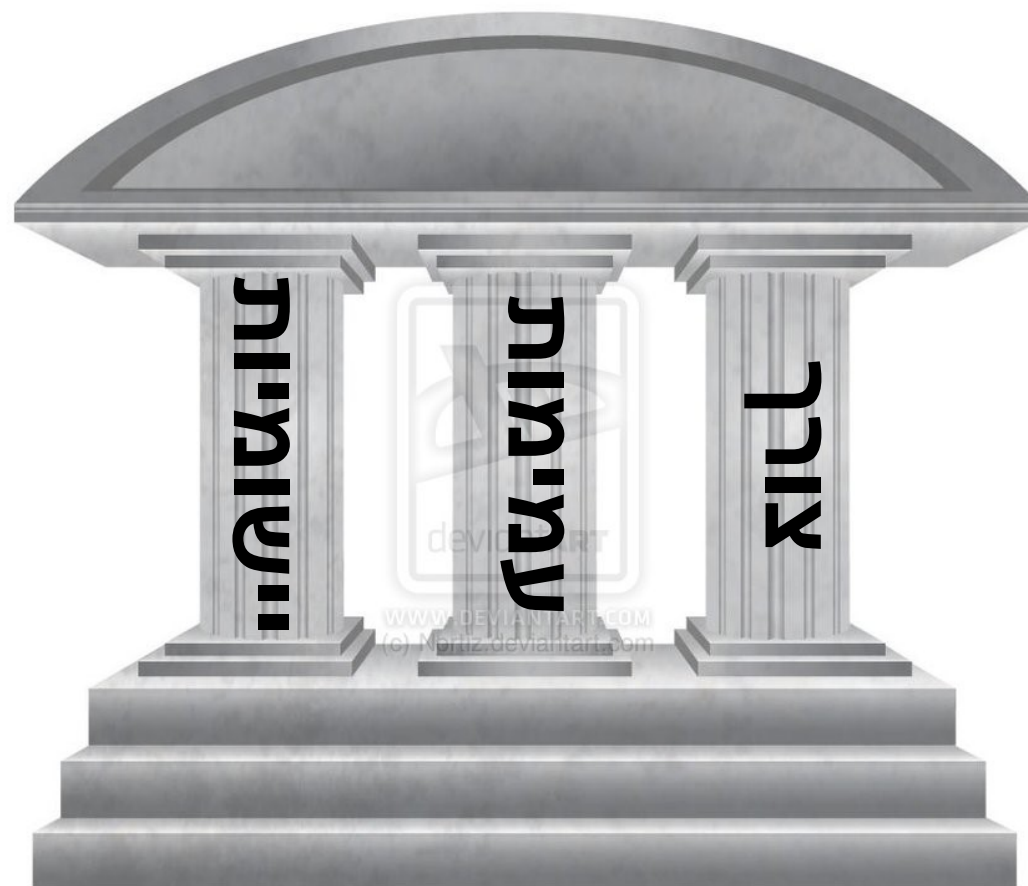


למידה מבוססת בעיות (PBL)

- גישה ממוקדת סטודנטים הלומדים באמצעות חקירה עצמית, שילוב של למידה עיונית והתנסות, ויישום הנלמד במטרה להגיע לפתרון של בעיות.
(Savery, 2006)
- הסטודנטים מקבלים משימה של חיפוש פתרון לבעיה שמוצגת להם. הבעיה צריכה להיות מורכבת, רב תחומית, מוגדרת בצורה כללית ולא הנדסית ופתוחה, אך מציאותית ומותאמת ליכולות של הסטודנטים על מנת לעודד מוטיבציה פנימית (Hmelo-Silver, 2004).



ה"פילוסופיה" של PBL



PBL (למידה מבוססת בעיות) - המשך

- העבודה היא **בקבוצה** קטנה, המאפשרת חלוקה של העומס הקוגניטיבי בין חברי הקבוצה, וחלוקה של משימות החקר בין החברים.
- תפקיד המורה הוא לשמש **כמנחה**, ולתמוך בסטודנטים בתהליך פיתוח כישורי החשיבה הנדרשים לפתרון בעיות ולשיתוף פעולה.
- התהליך מסתיים **ברפלקציה** של הסטודנטים. הרפלקציה היא שלב קריטי ומאפשר הבניה של ידע (Salomon & Perkins, 1989).



מטרות של PBL (למידה מבוססת בעיות)

- הבניה של בסיס ידע רחב וגמיש
- פיתוח של יכולת פתרון בעיות (problem solving)
- פיתוח כישורי למידה עצמית ולמידה מתמשכת (LLL)
- פיתוח עבודה בצוות
- עידוד של מוטיבציה פנימית ללמידה

(1995) Barrows & Kelson אצל Hmelo-Silver (2004)



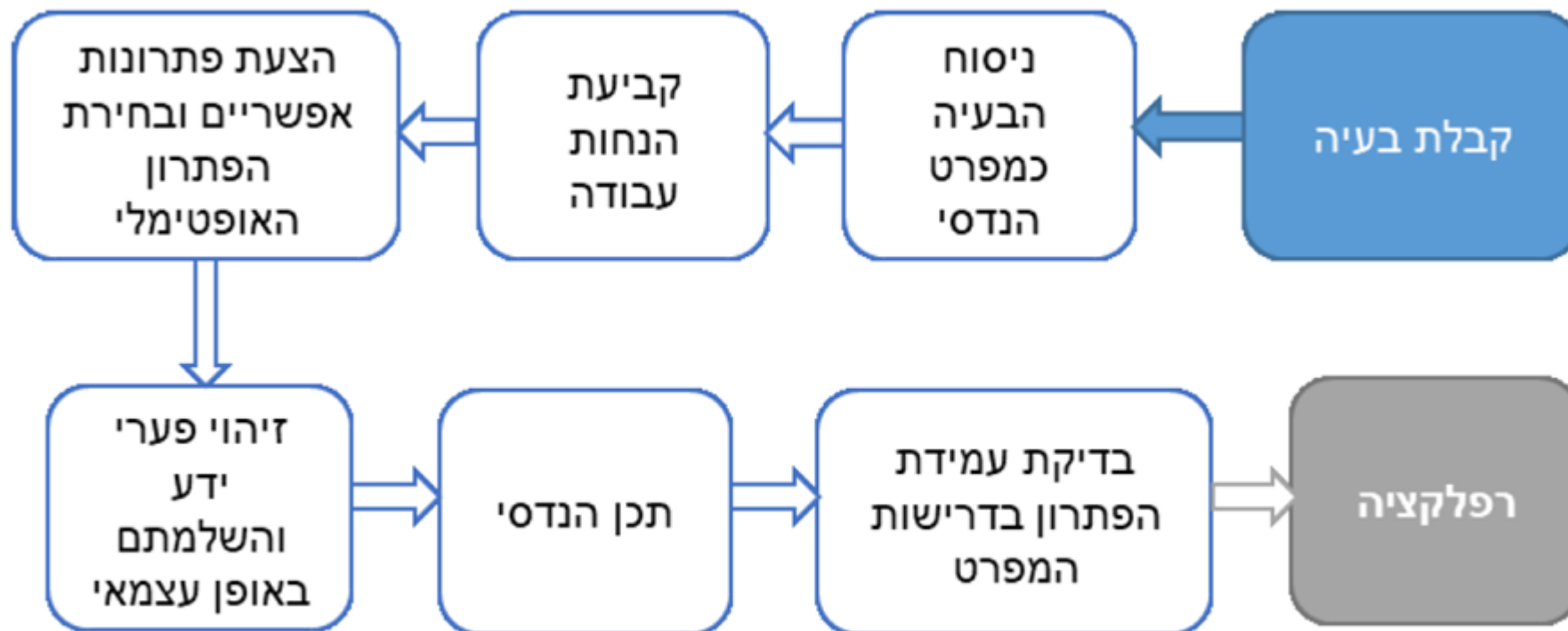
תהליך ה- PBL

- לסטודנטים מוצג **סיפור על תופעה**, מוגדר בשפת יום יום ולא כמפרט הנדסי.
- הקבוצה **מנסחת את הבעיה** בצורת הנדסית על בסיס זיהוי עובדות מתוך תיאור התופעה.
- הקבוצה מגדירה **הנחות עבודה** באשר לפתרונות אפשריים לבעיה המוצגת.
- הסטודנטים מזהים את **פערי הידע** עליהם יש לגשר על מנת לבחור את הפתרון המתאים ביותר על בסיס הנחות העבודה.
- הסטודנטים **משלימים את פערי הידע** בצורה עצמאית בשיטת למידה עצמית.
- הסטודנטים **מיישמים את הידע לפתרון** הבעיה, ובוחנים את תקפות הנחות העבודה לאור הנלמד.
- הסטודנטים מבצעים תהליך **רפלקטיבי** לגבי הידע הנלמד.

(Hmelo-Silver, 2004; Litzinger et al., 2011)



תהליך הלמידה של PBL



מה לדעתכם תפקיד המרצה ב PBL?

5 דקות דיון



המרצה כמנחה

- תהליך הנחיה ולא הוראה
- דגש על מומחיות למידה ופחות על מומחיות תוכן $\leq$ יכולת ליישם אסטרטגיות למידה וחשיבה
- הבניית "פיגומים" לתמיכה בתהליך של הסטודנטים
 - בתחילת התהליך תמיכה יותר מסיבית
 - ככל שהסטודנטים מתקדמים ומשתלטים על התהליך המנחה "משחרר"
 - בהמשך רוב תפקידי המנחה נעשים ע"י הסטודנטים עצמם
- מהניסיון שלי



מהם האתגרים והיתרונות בהפעלת PBL?

עבודה בזוגות לקרוא היגדים של סטודנטים ולהגדיר
20 דקות



מה אמרו הסטודנטים

- "אמנם היה כיף אבל העומס היה אדיר"
- "עומס רב עבור קורס של 2 נקודות"
- "בהתחלה היינו בהלם, כי לא נתת לנו פתרונות אלא אחריות להחליט מה עושים, לקח לנו זמן להתרגל"
- "פעם ראשונה מאז שהתחלתי ללמוד שאני מרגיש מה זה להיות מהנדס"
- "סוף סוף אני צריך לחשוב, לא רק לבצע מה שאומרים, אלא לחשוב מה לשעות"



מה אומרים הסטודנטים II

- הקורס שינה את חיי היומיום שלי, למדתי לא לקבל דברים כמובן מאליו, לשאול תמיד "מי קבע?", שינה לי את ראיית העולם.
- פיתחנו יכולת למידה!!
- כמו כדור שלג – מתחיל באנטי, לאט-לאט יש בעלות על העבודה ורצון פנימי לעשות אותה.
- לא מצליח להבין את המעבר מתיאוריה למציאות... לא קל לראות את החיבור בין התיאוריה ליישום הניהולי בשטח.
- חסר ידע קודם: כתיבה מדעית, יכולת עיבוד ואינטגרציה של חומר.

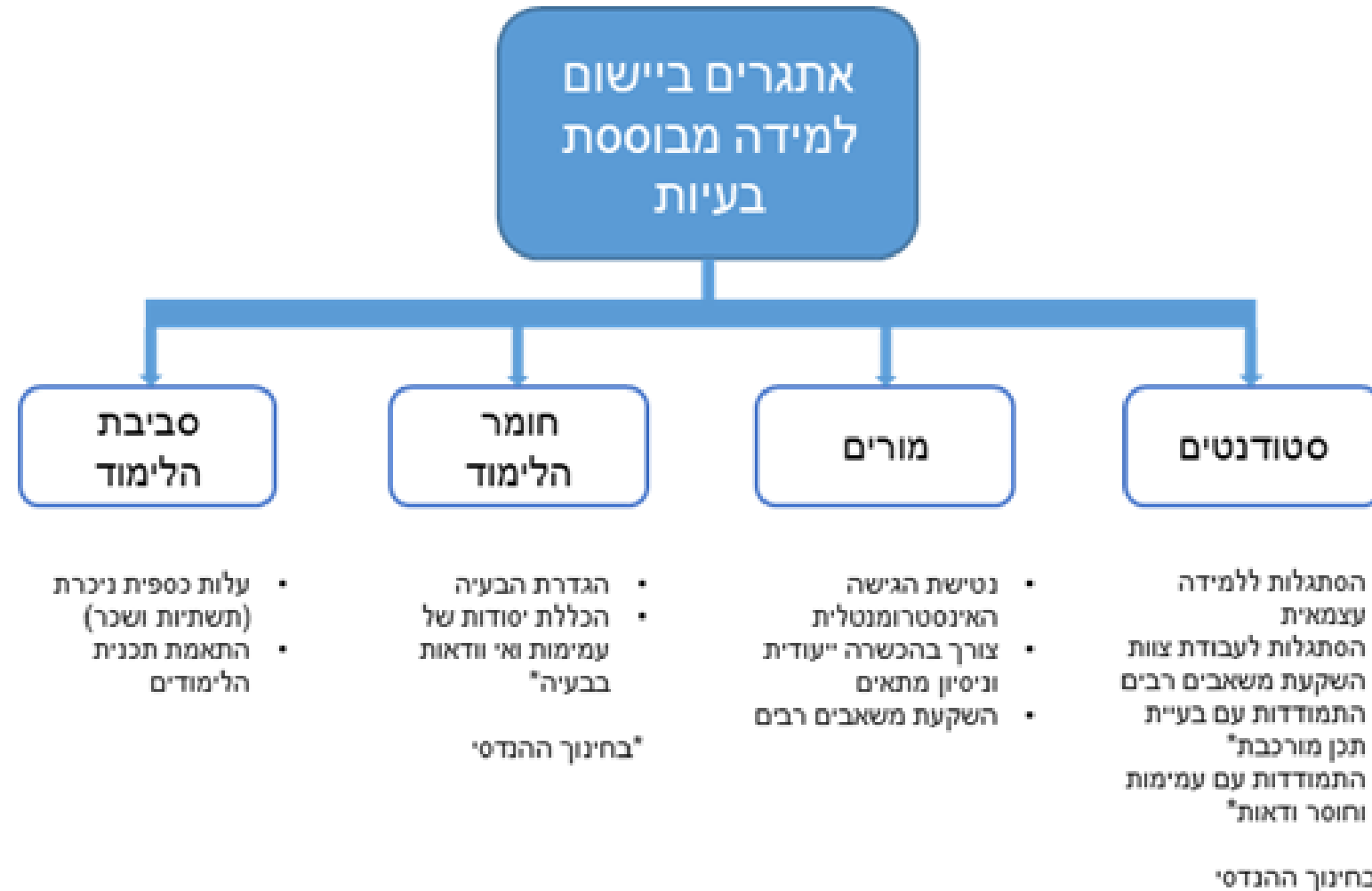


PBL לא תמיד מצליח

- סיכוי לתופעה של "טרמפיסטים", ו\או יחסים בעיתיים בתוך הקבוצה (Fonteijn, 2015)
- הכנה לא מספקת של תרחישי הבעיות
- במקרה של יישום של גישת ה-PBL בצורה חלקית, למשל בקורס אחד בלבד, יתכן קושי של הסטודנטים לגשר בין הגישות (Mitchell & Smith, 2008)
- המרצה נדרש לצאת מאזור הנוחות של הרצאה פרונטלית (Mitchell & Smith, 2008)
- משאבים
- נדרש תהליך הסתגלות ארוך (כ-6 חודשים) (Schmidt et al, 1992)



אתגרים ביישום PBL



עדות מחקרית

- מחקר של Bhatti & Mclellan (2011). יישום PBL בקורס מבוא לעיבוד אותות ב-Georgia Institute of Technology,
- ניסוי של בשתל לשבלול באוזן.
- מסקנות:

- השימוש בבעיות מהעולם האמיתי כבסיס להתנסות אפשר להם להבין טוב יותר את העקרונות התאורטיים של עיבוד אותות.
- הניסוי שיפר את היכולת לתכנן מסננים.
- כשלסטודנטים יש את היכולות הבסיסיות בנושא מסוים, הם רוצים להתנסות בפתרון של בעיות מעשיות.
- חשיבות של היכולת של הסגל לשמש כמנחים, לעודד את הסטודנטים למצוא פתרון לבעיות פתוחות ולא מוגדרת היטב, לדון באסטרטגיות לפתרון ולעסוק בדיון רפלקטיבי על התהליך



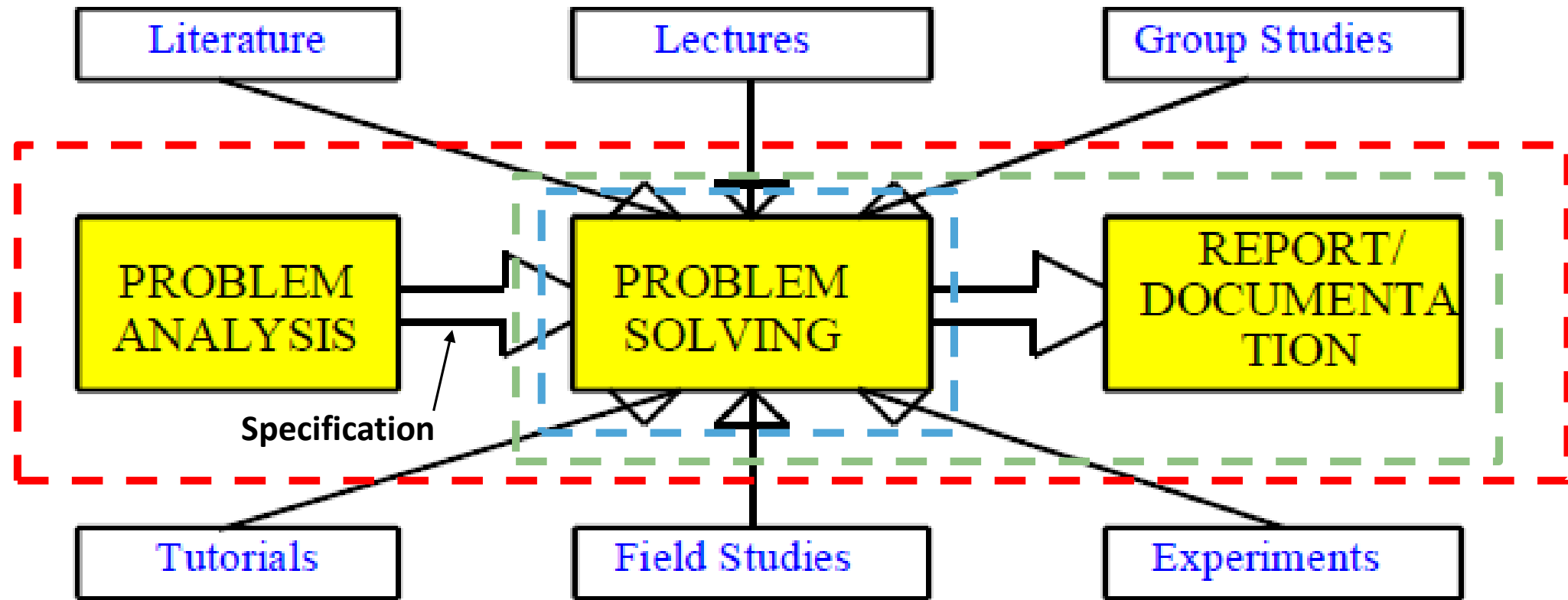
PBL מול פתרון בעיות

Table <i>Comparison of Problem-Based Learning (PBL) and Problem Solving</i>		
Characteristic	PBL	Problem Solving
Teaching method	Small-group cooperative learning	Usually individual, can be cooperative
	Self-directed learning objectives	Teacher-directed learning objectives
Acquisition of Knowledge	Problem first, knowledge second	Knowledge first, problem second
Content	Integrative, across disciplines	Content-specific, within disciplines
	Learning takes place in a clinical context	Learning takes place within context of a specific discipline
Evaluation	Ongoing self-assessment and group evaluation	Traditional test-taking with "right or wrong" answer

Jefferson, 2001



השוואת גישות...



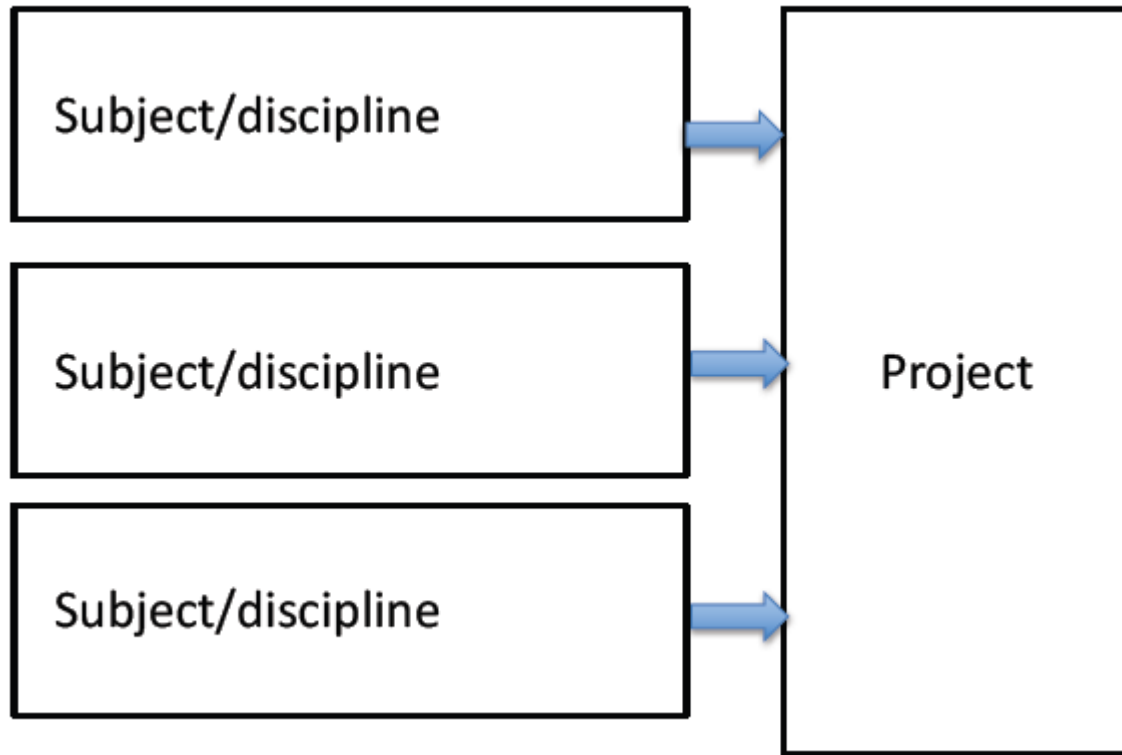
Problem based

Project based

Problem solving

מבוסס על Fink, 2001

המודל של אאלבורג

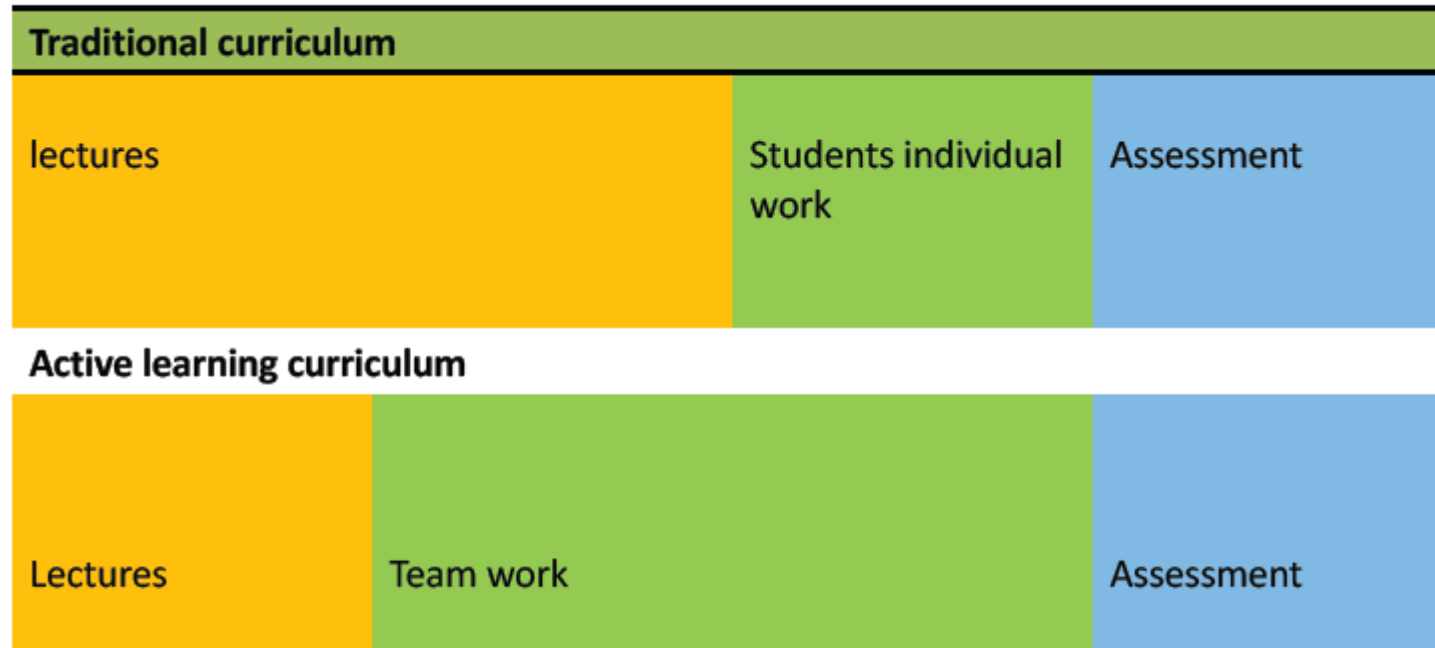


- על פי הגדרתם: Team-based Project-based learning
- תכנית קשיחה בלי בחירות
- כל סמסטר: 3 קורסים ופרויקט
- בחלק הראשון של הסמסטר בעיקר קורסים, בחלק השני הפרויקט
- הפרויקט נבחן קבוצתית, אך הציון אישי



המודל באאלבורג המשך

- הרצאות של 45 ד'
- רוב העבודה בקבוצה כולל תרגילים של הקורסים
- יש מעט כיתות והרבה חדרי קבוצה



המודל באאלבורג, המשך

- הקבוצה קבועה לסמסטר\שנה
- הסטודנטים בוחרים את הקבוצה בעצמם
- סטודנט המתויג כ"טרמפיסט" מתקשה למצוא קבוצה
- מבחן פרויקט אורך כמה שעות:
 - חלק ראשון מצגת של הצוות
 - חלק שני שאלות לכל הצוות
 - חלק שלישי: שאלות אישיות
 - הערכה (ציון) אישית
 - שני בוחנים: אחד פנימי, אחד חיצוני

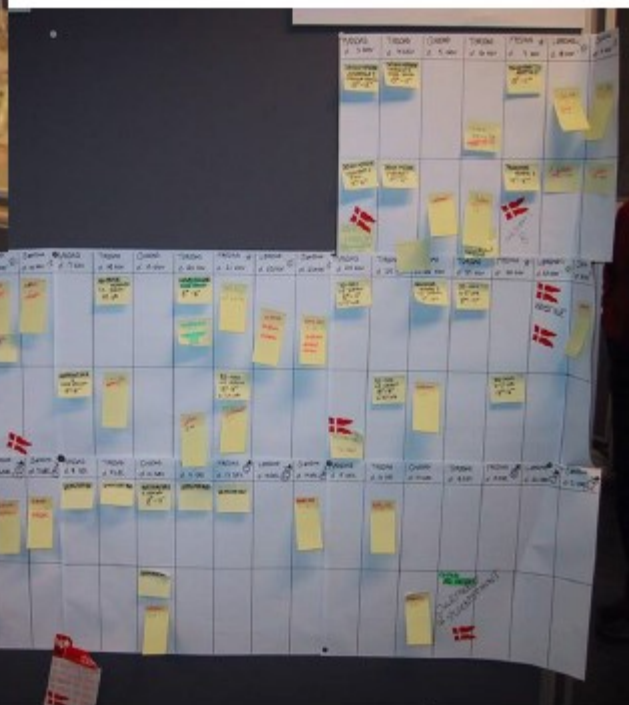




One project
per semester

15 ECTS = 450
hours of
student
work





Self organised groups

Project management

גישות שונות בשילוב PBL בקוריקולום

DIFFERENT APPROACHES OF INFUSING PBL

Level	Range of Application	Details
Mega Level	PBL is applied to the entire 3rd or 4th year of a selected program	• Major revamp of curriculum • Needed commitment at all levels
Macro Level	PBL applied to two or three subjects in the 3rd or 4th year of a selected program	• Need departmental approval and firm commitment from the lecturers teaching the selected subjects
Micro Level	PBL is applied to specific topics in a selected one or two courses	• Recommended for new starters • Will require proper coordination when implemented in courses with multi sections

- מודל של אאלבורג : למידה מבוססת בעיות כגישה הוליסטית לקוריקולום שלם

מקור: Akili, 2011

התנסות מסכמת ראשונה

- לבחור אחת התופעות המתוארות בדף שחולק
- לזהות ולהגדיר הבעיה
- לבחון ולזהות לפחות 3 אלטרנטיביות לפתרון הבעיה.
- לזהות קורס בו ניתן להשתמש בבעיה הנתונה בבסיס ללמידה מבוססת בעיות



התנסות מסכמת שנייה בתכנון PBL

- בזוגות לחשוב על נושא \תרחיש בקורסים שלכם שעשוי להתאים ללימוד ב-PBL. יש לציין:
 1. מה הקשיים והאתגרים הצפויים?
 2. איך תרתום את הסטודנטים שלך לתהליך?
 3. רעיון להגדרת בעיה מתאימה



1. Akili, W. (2011). On implementation of Problem-based learning in engineering education: thoughts, strategies and working models. *41th ASEE/IEEE frontiers in education conference*.
2. Bhatti, P. T., & McClellan, J. H. (2011). A cochlear implant signal processing lab: Exploration of a problem-based learning exercise. *IEEE Transactions on Education*, 54(4), 628–636. <http://doi.org/10.1109/TE.2010.2103317>
3. Fink, F. (2001). Integration of work based learning in engineering education. *Frontiers in Education Conference, 2001. 31st Annual*, 10–15. Retrieved from http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=963747
4. Fonteijn, H. (2015). Making Students Responsible for Their Learning - Empowering Learners to Build Shared Mental Models. *Transformative Perspectives and Processes in Higher Education, Advances in Business Education and Training*, 6, 49–74. <http://doi.org/10.1007/978-3-319-09247-8>
5. Hmelo-Silver, C. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235–267.
6. Jefferson, J. (2001). Problem-based learning and the promotion of problem solving: choices for physical therapy curricula. *Journal of Physical therapy education* 15-1
7. Jonassen, D., Strobel, J., & Lee, C. (2006), Everyday Problem Solving in Engineering: Lessons for Engineering Educators. *Journal of Engineering Education*, 139.
8. Litzinger, T. A., Lattuca, L. R., Hadgraft, R. G., & Newstetter, W. C. (2011). Engineering Education and the Development of Expertise. *Journal of Engineering Education*, 100(1), 123–150.
9. Mitchell, J. E., & Smith, J. (2008). Case study of the introduction of problem-based learning in electronic engineering. *International Journal of Electrical Engineering Education*, 45(2), 131–143. Retrieved from <Go to ISI>: //WOS: 000255697300005
10. Ogilvie, C. (2009). Changes in students' problem-solving strategies in a course that includes context-rich multifaceted problems. *The American physical society*.
11. Schmidt, H. G., Boshuizen, P. A., & de Vries, M. (1992). Comparing problem-based with conventional education: A review of the University of Limburg medical school experiment. *Annals of Community-Oriented Education*.



תודה!

התנסות: בית האריזה

- בית האריזה של הקיבוץ מייצא אפרסקים לחו"ל. קיים תופעה חוזרת ומחריפה של החזר ארגזים מכיוון שהפרי לא אחיד בגודל ובמשקל ולעיתים בשל מדי. המיון נעשה באופן ידני ע"י פועלים מתנדבים מהקיבוץ קוטר הפרי חייב להיות בין 4-6 ס"מ ומשקלו 80-90 גר', כמו כן יש להבטיח שהפרי לא יהיה בשל מדי. הקיבוץ מבקש פתרון שיבטיח אחידות מרבית בפרמטרים של הפרי כפי שהוגדרו לעיל.

