

מדינת ישראל
משרד התשתיות הלאומיות
אגף ניהול משאבי תשתית
שימור אנרגיה

כ"א אדר, תשע"ז
19 מרץ, 2017

סילבוס לקורס ממוני אנרגיה ולמבחן פטור

מס' נושא	תיאור נושא לימוד	שעות לימוד
----------	------------------	------------

- | | | |
|---|---|--|
| 8 | 1. <u>משק אנרגיה בעולם ובישראל</u>
<u>משק האנרגיה בעולם</u>
1.1. התפתחות משק האנרגיה בעולם.
1.2. עתודות אנרגיה בעולם.
1.3. סוגי מקורות אנרגיה ראשוניות.
1.4. התפתחות משק החשמל העולמי.
1.5. אנרגיה מתחדשת – נתונים סטטיסטיים.
<u>משק האנרגיה בישראל</u>
1.6. מאפיינים של משק האנרגיה הישראלי.
1.7. יבוא של מוצרי אנרגיה.
1.8. גז טבעי בישראל שימושים ומגמות
1.9. סוגי אנרגיה קנויים והתפלגותם בין סוגי הצרכנים.
1.10. אנרגיה מתחדשת בישראל – נתונים סטטיסטיים. | |
| 8 | 2. <u>שימור אנרגיה בישראל חקיקה תקינה ואיכות סביבה</u>
2.1. מבוא לשימור אנרגיה ומטרותיו.
2.2. שימור אנרגיה ושמירת איכות הסביבה
* סוגי מזהמים מצריכת האנרגיה.
* המאזן האקולוגי של יישום המלצה לשימור אנרגיה.
* העלויות החיצוניות של השימוש באנרגיה.
* תרומת שימור אנרגיה לשמירת איכות הסביבה.
2.3. שימור אנרגיה בעולם.
2.4. שימור אנרגיה בישראל.
2.5. חקיקה ותקינה לשימור אנרגיה בעולם. | |

- 2.6. חקיקה ותחיקה לשימור אנרגיה בישראל.
- 2.7. חוקים, תקנים ותקנות לשימור אנרגיה.
- 2.8. מגמות בהעמקת תקינה וחקיקה בארץ ובעולם.

- 4 **3. סוגי דלקים ותכונותיהם**
- 3.1. בנזין.
 - 3.2. סולר.
 - 3.3. סוגי מזוט.
 - 3.4. גז טבעי וגפ"מ.
 - 3.5. פחם.
 - 3.6. פרמטרים אופייניים: משקל סגולי; צמיגות; ערך קלורי תחתון ועליון
 - 3.7. מקדמי המרה של סוגי דלקים, גפ"מ ג"ט וחשמל לשווה ערך נפט.

- 4 **4. תהליך שריפה ומאפייניו, מבערי דלק**
- 4.1. שריפה מהי?
 - 4.2. מרכיבי הדלקים משחררי חום בתהליך שריפה.
 - 4.3. הכנת הדלקים לשריפה.
 - 4.4. תוצאות שריפה.
 - 4.5. גורמים המשפיעים על יעילות שריפה.
 - 4.6. שימור אנרגיה בהכנת ושרפת דלקים.
 - 4.7. היבטים של שריפה ודרישות איכות הסביבה.
 - 4.8. סוגי מבערי דלק נוזלי ותכונותיהן.
 - 4.9. סוגי מבערי גז ותכונותיהן.
 - 4.10. שלבי הפעלת מבערי דלק.
 - 4.11. אמצעים להבטחת יעילות שריפה.

- 4 **5. תהליך ייצור קיטור ומאפיינים תרמו – דינמיים**
- 5.1. קיטור רווי, יבש, רטוב, שחון.
 - 5.2. מי עיבוי ויצירתו.
 - 5.3. יחס לחץ – טמפרטורה.
 - 5.4. טבלאות קיטור ויישומן.
 - 5.5. קיטור פריצה.
 - 5.6. הצערה.

- 5.7. ניצול מאפיינים תרמו – דינמיים לשימור אנרגיה.
- 5.8. תקנות מקורות אנרגיה תקנות מקורות אנרגיה (שיפור נצילות הבעירה בדודי קיטור המוסקים בדלק), התשס"ד – 2004
- 5.9. תקנות מקורות אנרגיה (בדיקת נצילות במחממים)

4

6. שימור אנרגיה במערכת קיטור

- 6.1. עקרונות מבנה של דוד קיטור.
- 6.2. סוגי דודי קיטור : צינורות עשן
צינורות מים
מחוללי קיטור
- 6.3. מרכיבים מבניים של דודי קיטור.
- 6.4. גורמים המשפיעים על נצילות תרמית.
- 6.5. שימור אנרגיה בהפעלה ובאחזקת דודי קיטור.
- 6.6. מערכות אספקת קיטור אופייניות.
- 6.7. מרכיבים עיקריים של מערכות קיטור.
- 6.8. צרכני קיטור אופייניים ומאפייניהם :
*מחליפי חום *מכבשים
*אוטוקלבים *מייבשים
*ריאקטורים *סטימרים
- 6.9. ציוד אופייני במערכות קיטור ומאפייניהם העיקריים
- דודי קיטור.
 - אביזרי צנרת ומי עיבוי.
 - צנרת קיטור ומי עיבוי.
 - משאבות מי הזנה.
- 6.10. מאפייני הפעלה יעילה של מערכות

4

7. טיפול במים

- 7.1. טיפול במי הזנת מערכות קיטור ומים חמים.
- 7.2. ריכוך; דמינרליזציה; אוסמוזה הפוכה.
- 7.3. טיפול למניעת קורוזיה.
- 7.4. מרכיבים עיקריים של מערכות טיפול במים.
- 7.5. שיטות להתפלת מים מלוחים – מזעור צריכת אנרגיה.
- 7.6. שימור אנרגיה בטיפול במים.

8. **שימור אנרגיה מערכות מים חמים, שמן תרמי, תנורים ומייבשים** 4
- 8.1. סוגי מערכות מים חמים – מאפיינים עיקריים ותחומי שימוש.
- 8.2. מרכיבים עיקריים של סוגי מערכות מים חמים.
- 8.3. מערכות שמן תרמי.
- 8.4. מאפיינים מבניים של דודי מים חמים ושמן תרמי.
- 8.5. מטרות הייבוש בתהליכים תעשייתיים, סוגי מיבשים.
- 8.6. דרישות אנרגיה תרמית בתהליכי ייבוש.
- 8.7. תקן ישראלי ת"י 1676 מתקני הסקה למים חמים
- 8.8. תקנות מקורות אנרגיה (בדיקת נצילות הבעירה במחממים מוסקים בדלק נוזלי או בגז), התשס"ד – 2004

9. **מאזנים תרמיים** 4
- 9.1. סוגי הפסדים תרמיים בדודים, תנורים ודרכים לשיפורם.
- 9.2. תקן ישראלי ת"י 401 חלקים 1 (גרסה מקוצרת) ו-2 (גרסה מורחבת) שיטות לבדיקת ביצועים תרמיים של דוודים לקיטור, למים חמים ולזורמים מעבירי חום בטמפרטורה גבוהה.
- 9.3. חישוב גודל סוגי ההפסדים התרמיים.
- 9.4. גורמים ואמצעים לצמצום ההפסדים התרמיים.
- 9.5. סוגי הפסדים תרמיים בצנרת הובלה.
- 9.6. סוגי הפסדים תרמיים של צרכני אנרגיה תרמית אופייניים.
- 9.7. גורמים ואמצעים לצמצום הפסדים תרמיים של צרכני אנרגיה תרמית.

10. **מעבר חום ובידוד תרמי של מתקנים ומערכות** 4
- 10.1. סוגי מעבר חום.
- 10.2. פרמטרים אופייניים של מעבר חום וחישובם.
- 10.3. הגורמים המשפיעים על מעבר החום.
- 10.4. תכונות תרמיות של חומרי בידוד.
- 10.5. סוגי חומרי בידוד, מאפייניהם ותחום שימושם.
- 10.6. בידוד תרמי של צנרת וציוד.
- 10.7. שימור אנרגיה ומעבר חום.

11. בידוד תרמי של מבנים

- 11.1. סוגי הפסדים תרמיים אופייניים במבנים.
- 11.2. חישוב הפסדים תרמיים במבנים.
- 11.3. בידוד כאמצעי לצמצום הפסדים תרמיים במבנים.
- 11.4. אלמנטים של מבנים ובידודם התרמי.
- 11.5. טיפול בחלונות – זיגוג כפול, ציפוי מחזיר קרינה.
- 11.6. תקינה בנושא בידוד תרמי במבנים.
- 11.7. סדרת התקנים 5282- דירוג בניינים לפי צריכת אנרגיה
- 11.8. תקן ת"י 1045

12. **מערכות שמש לחימום מים** 4
- 12.1. תחום שימוש במערכות שמש.
- 12.2. סוגי מערכות שמש ומאפייניהם.
- 12.3. סוגי מערכות שמש מיוחדים.
- 12.4. מרכיבים עיקריים של מערכות שמש.
- 12.5. הפעלה יעילה של מערכות שמש הגורמים המשפיעים על יעילות.
- 12.6. קולטי שמש מיוחדים.
- 12.7. סדרת תקנים ת"י 579- מערכות סולאריות לחימום מים
- 12.8. תקנות התכנון והבניה- חיוב התקנת מערכת חימום מים סולארית בדירות מגורים.
- 12.9.
13. **אנרגיה חשמלית – פרמטרים אופייניים בייצור ובשימוש** 4
- 13.1. מערכות אופייניות לייצור חשמל (טורבינות עיבוי, לחץ נגדי, טורבינות גז).
- 13.2. צריכת אנרגיה עצמית בתחנות כוח.
- 13.3. הנצילות האנרגטית של ייצור החשמל.
- 13.4. מרכיבים עיקריים של מערכת אספקת החשמל עד לצרכן הסופי.
- 13.5. הקשר בין צריכת החשמל והיצור.
14. **אנרגיה חשמלית במבנים מפעלים ומוסדות** 8
- 14.1. תעריפים לרכישת החשמל.
- 14.2. מדדים להערכת צריכת החשמל:
- חלוקה לפי תע"ז.
- צריכה סגולית ליחידת יצור, ליחידת שטח, יחידת שירות, ליחידה מחזור כספי, לעובד, לנתון המבטאת דרישה לחימום וקירור וליחידה המאפיינת את הצרכן.
- 14.3. שימור אנרגיה בהפעלת שנאי הכוח.
- 14.4. ת"י 50464 חלק 1- שנאי חלוקה תלת-מופעיים טבולים בשמן לתדר 50 הרץ בעלי הספק מ-50 קו"א עד 2500 קו"א, לשימוש עם ציוד במתח שאינו גבוה מ-36 ק"ו- יעילות אנרגטית וסימון.
- 14.5. ת"י 50541 חלק 1- שנאי חלוקת תלת-מופעיים מטיפוס יבש לתדר 50 הרץ בעלי הספק מ-100 קו"א עד 3150 קו"א, לשימוש עבור ציוד במתח שאינו גדול מ-36 ק"ו: יעילות אנרגטית וסימון

14.6. הפסדי חשמל ברשת המפעלית ודרכים להקטנתם.

14.7. סקירה כללית על צרכני החשמל למיניהם.

14.8. שיפור מקדם ההספק

- ההספק אקטיבי וההספק ריאקטיבי.
- חישוב מקדם ההספק.
- משמעות מקדם הספק ירוד.
- גורמים למקדם הספק ירוד ודרכים לשיפור.
- סוללות קבלים לשיפור מקדם הספק.

4 **15. מנועים חשמליים**

- 15.1. סוגי מנועים חשמליים ותחום שימושם.
- 15.2. מנועים בעלי נצילות גבוהה.
- 15.3. בחירת גודל מנוע חשמלי והספקו.
- 15.4. בקרה על מקור ההזנה של המנוע.
- 15.5. אפשרויות שימור אנרגיה ובחירת סוגי מנועים.
- 15.6. שילוב וסתי מהירויות.
- 15.7. אמצעים לשימור אנרגיה בהפעלה ואחזקה.
- 15.8. סידרת התקנים 60034- מכונות חשמל מסתובבות

4 **16. מערכות אוויר דחוס**

- 16.1. סוגי מערכות אוויר דחוס.
- 16.2. ציוד עיקרי במערכות אוויר דחוס.
- 16.3. שימור אנרגיה בהפעלת מערכות אוויר דחוס
 - דרכים לייעול הפעלתם של מדחסי אוויר.
 - המשמעות האנרגטיות של דליפות אוויר.
 - הקטנת לחץ העבודה כגורם לשימור אנרגיה.
 - העמסה מקסימלית
 - ניצול חום שיורי.

16 **17. מערכות מיזוג אוויר (קירור, חימום, אוורור)**

- 17.1. מאפייני אקלים החיצוניים והפנימיים.
- 17.2. נוחות תרמית.
- 17.3. דרישות ואפשרויות שינוי תנאי אקלים הפנימי:
 - קירור.
 - חימום.
 - אוורור.
- 17.4. חישוב "ימי מעלה" להסקה ועומס תרמי למיזוג בקיץ.
- 17.5. סוגי מערכות מיזוג אוויר מאפייניהם ותחום שימושם.
- 17.6. מרכיבים עיקריים של מערכות מיזוג אוויר.
- 17.7. משאבות חום, סוגים ומאפיינים.

- 17.8. אפשרויות שימור אנרגיה בסוגי מערכות מיזוג אוויר.
- 17.9. אוורור ושימור אנרגיה במערכות מיזוג אוויר.
- 17.10. צריכה סגולית של אנרגיה למיזוג אוויר – הגדרות וחישוב.
- 17.11. ת"י 5813 דרוג ביצועים של יחידות קירור מים באמצעות דחיסת אדים
- 17.12. תקנות מקורות אנרגיה (יעילות אנרגטית, סימון אנרגטי ודירוג אנרגטי במזגנים), התשס"ה- 2004
- 17.13. תקנות מקורות אנרגיה (יעילות אנרגטית מזערית ומדידה תקופתית של יחידת קירור מים), תשע"ג-2013
- 17.14. תקנות מקורות אנרגיה (יעילות אנרגטית מזערית ליחידת קירור מים חדשה), תשע"ג-2013
- 17.15. קררים – סוגי קררים ומאפייניהם

8 **18. מערכות תאורה פנים וחוץ**

- 18.1. מונחים בפרוטומטריה
- 18.2. רמת הארה
 - הגדרה, חשיבות
 - סוג הפעילות ורמת הארה הדרושה
 - גורמים מחוץ למערכת התאורה המשפיעים על רמת הארה
- 18.3. נורות סיווג ומאפיינים.
- 18.4. נטלים אלקטרומגנטיים ואלקטרוניים.
- 18.5. ייעול ההפעלה של מערכות לתאורת פנים
 - ניצול אור יום ועמעום.
 - שילוב רפלקטורים.
 - אמצעי מיתוג מתוחכמים : בקרה ממוחשבת, רגשי נוכחות וכו'
- 18.6. ייעול ההפעלה של מערכות לתאורת חוץ
 - עמעום.
 - אמצעי מיתוג מתוחכמים : בקרה אלחוטית, שעון אסטרונומי וכו'.
- 18.7. תקן ישראלי ת"י 1862 תאורת דרכים
- 18.8. אחזקת מערכות תאורה כגורם לשימור אנרגיה.
- 18.9. צריכה סגולית של חשמל לתאורה – הגדרה וחשוב.
- 18.10. ת"י 5288 יעילות גופי תאורה
- 18.11. ת"י 5485 נטלים לנורות פלואורניות- דרישות ליעילות אנרגטית וסימון
- 18.12. תקן ישראלי ת"י 8995 תאורת למקומות עבודה שבתוך מבנים
- 18.13. סדרת תקנים ת"י 13201- תאורת דרכים
- 18.14. תקנות מקורות אנרגיה (יעילות אנרגטית מזערית לנורה חשמלית לתאורת פנים במבנים), תשע"א-2011

8

19. חסכון אנרגיה במשק המים**19.1. משאבת**

- סוגי משאבות : סקריה כללית
- המשאבה הצנטריפוגלית : מבנה, הפסדים, כושר היניקה ותופעות קוויטציה, עקומות פעולה, חישוב ההספק, נקודת הפעולה, התאמת המשאבה לרשת, הפעלה ואחזק משאבה אופקית, הפעלה ואחזקה משאבה אנכית, בדיקת נצילות האנרגטית של המשאבה.

19.2. חסכון אנרגיה בשאיבה :

- התיישנות המשאבה- תלות בין הפקה ואנרגיה.
- יעילות כפונקצייה של תדירות השיפצים.
- שימוש במוסתי מהירויות.
- שיפור מקדם החספוס בדפנות הפנימיות של הצנרת.

19.3. מערכות לאספקת מים

- קביעת הלחץ האופטימלי יחסית לצריכה.
- עומד אופטימלי במגדלים.
- מפלסי שאיבה במאגרים – התאמה לצריכה ותעריף תעו"ז.

19.4. שימוש באביזרים להקטנת צריכת המים**19.5. ייעול השימוש בחשמל במכוני ביוב**

- קביעת העומס האורגני לטיהור
- שיטות לטיהור שכפים
- מזעור צריכת החשמל בשיטת הטיפול הארובי
- שיטת הטיהור האנארובי יצור הביוגז
- ניצול הביוגז כתחליף לדלק פוסילי במתקני שריפה וייצור חשמל

19.6. סדרת תקנים ת"י 30 – משאבות צנטריפוגיות/ רוטודינמיות**19.7. תקנות מקורות אנרגיה (בדיקת נצילות אנרגטית במתקני שאיבה), התשס"ד - 2004**

8

20. מכשירי מדידה, פיקוד ובקרה

- 20.1. מכשירי מדידת פרמטרים מקומיים
- 20.2. מדידת פרמטרים מרחוק
- 20.3. פיקוד אוטומטי של צרכני אנרגיה – דלק
- 20.4. פיקוד אוטומטי של צרכני אנרגיה – חשמל
- 20.5. מערכת בקרה ממוחשבת – הגדרות, סיווג
 - יחידת עיבוד מרכזית, כניסות/יציאות
 - זיכרון המשתמש, ספק כוח
 - יחידת בקרה מרכזית, יחידת קצה
 - בקרת נקודה : אנלוגית, דיגיטלית
 - מערכות : קטנות, בינוניות, גדולות
- 20.6. הציוד ההיקפי למערכות בקרה
 - לוח תכנות (מקלדת) עם צג, מדפסת
 - מטען/מקלט תוכנה
- 20.7. תקשורת בין יחידה מרכזית לבין יחידת הקצה
- 20.8. הפעלת מערכות הבקרה – תוכנות
 - הכנסת נתונים ו"דו-שיח" מפעיל מערכת

8

21. תוכנות בקרת אנרגיה

- 21.1. תזמון עומסים.
- 21.2. מחזור עבודה.
- 21.3. בקרת שיא ביקוש.
- 21.4. אופטימיזציה בתפעול מערכות.
- 21.5. בקרת עומסים חשמליים בהתאם לתעו"ז
- 21.6. תוכנות בקרה לתאורת חוץ
 - לפי שעות זריחה ושקיעה
 - תכניות ערב לילה, אירועים
- 21.7. תוכנות בקרה במערכות מים ומכוני ביוב
 - בקרה לפי לחץ האופטימלי
 - בקרה לפי שעות תעריף תעו"ז
- 21.8. תוכנות בקרת אנרגיה במערכות מיזוג אוויר מרכזיות
 - בקרת טמפרטורה
 - זמן אופטימלי להפעלת והפסקת המערכת
 - ניצול אוויר חיצוני לקירור המבנה
 - בקרת אנטלפיה
 - קביעת מחזורי עבודה של מערכת מיזוג אוויר

4

22. שימור אנרגיה ברכב

- 22.1. סוגי כלי רכב בשימוש במפעלים ומוסדות
- 22.2. אמצעי שימור אנרגיה בכלי רכב:
 - רישוי ממוחשב של הניפוק והתפוקות
 - תחזוקה תקופתית
 - לחץ מתאים בצמיגים
 - נהיגה נבונה
- 22.3. הפעלה חוסכת אנרגיה של צי כלי רכב
 - העמסת הרכבים בעומס הנקוב.
 - הקטנת הנסיעות בריק.
- 22.4. שימוש ברכב חשמלי יתרונות וחסרונות

16 2.3 טכנולוגיות לשימור אנרגיה

- 23.1. מטרות טכנולוגיות לשימור אנרגיה.
- 23.2. אמצעי שימור אנרגיה במבנים – מפרט משרד התשתיות
- 23.3. טכנולוגיות להסתת העומס החשמלי
- 23.4. טכנולוגיות לצמצום צריכת אנרגיה חשמלית:
 - של צרכני כוח
 - של צרכני מאור
- 23.5. יצור משולב של כוח וחום: טורבינות לחץ נגדי, דיזל גנרטורים, טורבינות גז, תאי דלק.
- 23.6. ניצול אנרגיה שוורית ממקורות שונים. אפשרויות ומאפיינים כולל שימוש בחום שוורי מציילרים.
- 23.7. ניצול אנרגיה מתחדשת (שמש; רוח; מים) אפשרויות ומאפיינים.
- 23.8. הפקת אנרגיה מאשפה ומשפכים.
- 23.9. חישובים אנאליטיים של הפוטנציאל לחיסכון באנרגיה ע"י יישום טכנולוגיות לשימור אנרגיה – דוגמאות ותרגילים.

4 2.4 בדיקת כדאיות הכלכלית

- 24.1. כדאיות כלכלית בבחירת פעולות שימור אנרגיה – מטרות
- 24.2. עקרונות, מונחים והגדרות
 - היוון
 - שער ריבית נומינלי וריאלי
 - ערך נוכחי של הכסף (P.V)
 - ערך נוכחי נקי של הכסף (N.P.V)
 - תקופת החזר ההשקעה
- 24.3. גורמים המשפיעים על כדאיות הכלכלית של הפעולות
- 24.4. דוגמאות חישובי כדאיות כלכלית למשק ולפרט

25. **ניהול משק האנרגיה ותפקידו של ממונה על האנרגיה** 8

- 25.1. תקנות מקורות אנרגיה (פיקוח על יעילות צריכת האנרגיה)
- 25.2. פיקוח על צריכת סוגי אנרגיה וחשיבותו.
- 25.3. אמצעים להבטחת פיקוח על הצריכה.
- 25.4. פיקוח על צריכת דלק ועיבוד הנתונים.
- 25.5. פיקוח על צריכת החשמל ועיבוד הנתונים.
- 25.6. שימור אנרגיה ופיקוח על צריכת חשמל ודלק.
- 25.7. מי יכול להיות ממונה על האנרגיה?
- 25.8. תפקידי ממונים על האנרגיה.
- 25.9. מקום של ממונה על האנרגיה בתהליכי קבלת החלטות במפעל בתכנון ותפעול מערכות צורכי אנרגיה.
- 25.10. סדרת תקנים 50000
 - ת"י 50001: מערכות ניהול אנרגיה-דרישות והנחיות לשימוש
 - ת"י 50002: מבדקי אנרגיה - דרישות והנחיות לשימוש
 - ת"י 50003: מערכות לניהול אנרגיה - דרישות לגופים המספקים מבדק תעדה של מערכות לניהול אנרגיה
 - ת"י 50004: מערכות ניהול אנרגיה - הנחיות ליישום, לתחזוקה ולשיפור של מערכת ניהול אנרגיה
 - ת"י 50006: מערכות ניהול אנרגיה - מדידת ביצועי אנרגיה באמצעות שימוש בקווי בסיס לאנרגיה ובמדדים לביצועי אנרגיה - עקרונות כלליים והנחיות
- 25.11. אחזקה ושימור אנרגיה
 - 25.11.1. גורם שימור אנרגיה במהלך ביצוע תיקונים ושיפוצים.
 - 25.11.2. יעילות צריכת אנרגיה ותפקידי אחזקה במפעל.
 - 25.11.3. שימור אנרגיה כגורם לבחירת שיטות אחזקה ציוד ומערכות

26. **סקר אנרגיה** 8

- 26.1. תכנית לביצוע סקר אנרגיה
- 26.2. מטרות הסקר
- 26.3. מרכיבי סקר האנרגיה
- 26.4. שלבי ביצוע
- 26.5. סקר אנרגיה כאמצעי לניהול פעולות שימור אנרגיה

26.6. סקר מקוצר

26.7. סקר מגזרי

26.8. סקר מדגמי

26.9. סקר מקיף

26.10. מדדים לצריכת האנרגיה במשק עירוני

27. סיורים מקצועיים (עבודת גמר + סיורים מקצועיים) 36

200

סה"כ

ניתן להמיר 20 שעות מתוך הסיורים בעבודת גמר בנוסף למבחן החובה.