

מוקד מדעים

”אל בורות המים...”

בפעילות הרב תחומית המתמקדת בנושא ירושלים בחרנו לדון בבעיית המים. בעיה שליוותה את העיר מאז היווסדה. ירושלים היא מהערים העתיקות בארץ ישראל, ומיום שנולדה לפני יותר מ-4000 שנה, נתקלו תושביה בקשיים באספקת המים ובשימוש בהם - בניצול מי הגשמים, ובגישה למי התהום המקומיים.

מהם הדרכים בהם נקטו לאורך השנים כדי להתמודד עם הבעיה?

הפרויקט מהווה הזדמנות לעיצוב תודעתי בנושאי ניצול ו/או בזבוז משאבים. מאפשר להעמיק בשאלות עקרוניות וערכיות הנוגעות ליחסים שבין האדם וסביבתו ולחיזוק רגש האחראיות האישית בתחום הסביבתי.

התלמידים יפתחו הבנה של מושגים, עקרונות ותהליכים בנושא המים ויהיו מסוגלים להשתמש בהם בהתמודדות עם בעיות בנושאי סביבה הקשורים למים ובקבלת החלטות.

מטרות:

1. התלמידים יבינו חשיבות המים כמשאב טבע.
2. התלמידים יפתחו מודעות לצורך בחיסכון במים, ויכירו פתרונות לטיפול במחסור במים.
3. התלמידים יתנו דוגמאות לאמצעים טכנולוגיים, ולשינויים בהתנהגות שבעזרתם אפשר לחסוך במים.

(פתרונות טכנולוגיים: התפלה, טיהור שפכים פתרונות בהתנהגות: חסכון במים)

מושגים:

קו פרשת המים; מאגרי מי תהום; מאזן המים בישראל; בורות מים;

שימוש באמצעים טכנולוגיים: התפלה, טיהור שפכים.

פתרונות למחסור במים: שינוי בהתנהגות - חיסכון.

ערכים:

שמירה על איכות הסביבה; שמירה על משאבים; מעורבות סביבתית.



תקציר הפעילות:

שני שיעורי הטרמה:

1. הכרת מקורות המים של ישראל - קיומם של מקורות המים בישראל הוא פועל יוצא של כמויות המשקעים שיורדים על פני אדמת ישראל. צפייה בסרטונים הממחישים את חשיבות המים.
2. ירושלים של מים - אז והיום. ירושלים בכל הזמנים היתה תלויה במקורות המים. בימי בית שני החמירה הבעיה עם גדילת העיר.

פעילות סיכום במרכז הלמידה:

1. בורות המים בירושלים - צפייה בסרטון ודיון בנושא.
2. פעילות ליישום הידע שנרכש. העלאת המודעות לנושא חשיבות החיסכון במים ושמירה על משאב הטבע העיקרי.



צוות מדעים:

אמראל פנית, שליסלברג סימונה, בנימין שמחה, ליכטנברג מירי, שחר ספיר, אלכסנדרובסקי טניה



פעילות מטרימה :

חלק ראשון

איננו יכולים לחיות בלי מים אפילו יום אחד. המים הם מצרך חשוב ונחוץ, והם משמשים אותנו כמעט בכל תחומי החיים, אולם כמות המים במדינת ישראל אינה רבה. משום כך המים בישראל מוגדרים "מצרך חיוני במחסור". משמעות הדבר היא שעל המדינה לספק לאזרחיה את כמות המים הנחוצה להם כדי לחיות, אך בד בבד עליה לחסוך מים, כדי שגם בעתיד יהיו מספיק מים לכל תושבי המדינה.

מקורות המים הטבעיים של ישראל:

קיומם של מקורות המים בישראל הוא פועל יוצא של כמויות המשקעים שיוורדים על פני אדמת ישראל. כדי לספק את צורכי משקי הבית, החקלאות והתעשייה בישראל, מפיקה "מקורות" מים מהטבע וממקורות חלופיים.

מקורות מים טבעיים: מי גשמים (ולעיתים רחוקות יותר- גם ברד ושלג) אשר יורדים אל הארץ, ממלאים את הנחלים, נהרות, מעיינות ואגמים, ובכך מספקים מים פוטנציאליים לשתייה. מים עיליים. מקורות המים העיליים בישראל הם הכנרת ומספר מעיינות.

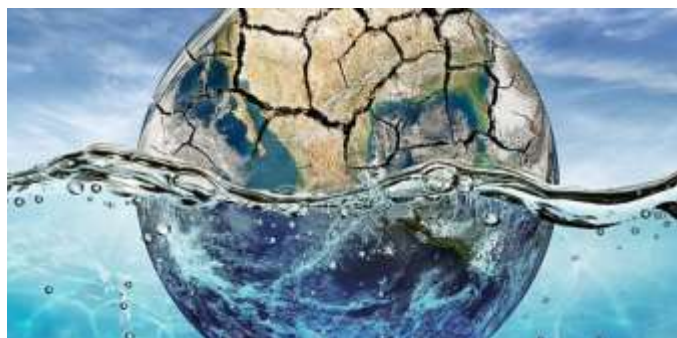
מי תהום - בישראל ישנם שני מוקדים מאגרי מי תהום עיקריים: אקוויפר ההר ואקוויפר החוף. התחדשות המקורות הללו תלויה במי הגשמים המחלחלים אל הקרקע ומצטברים במאגרים התת-קרקעיים.

משאבי מים חלופיים:

מי ים מותפלים - אלה מים אשר לאחר התפלתם, יכולים להוות מקור בעל ערך עצום של מים לשימושים שונים, בעיקר לשתייה.

התפלת מים מליחים - מקורם של מים אלה במאגרים טבעיים תת קרקעיים, המצויים עמוק בבטן האדמה, כמו אקוויפר ההר ואקוויפר החוף. "מקורות" שואבת את המים ומתפילה אותם לאיכות הראויה לשימושי משקי הבית או החקלאות.

קולחים - מים שמקורם בשפכים, אשר עברו טיפול ובכך הוכשרו לניצול חוזר, בעיקר לחקלאות ולתעשייה.



סרטונים קצרים:

1. 3 דקות על מים של רשות המים

<https://www.youtube.com/watch?v=PM5-RB3Usd0>

2. אקוויפרי המים בישראל

https://www.youtube.com/watch?v=2DUEF6_3JHk&index=5&list=P

[L9B3cygMZ2URCJITGYCNjnwxF_fRmN-nW](https://www.youtube.com/watch?v=L9B3cygMZ2URCJITGYCNjnwxF_fRmN-nW)

3. התפלת מים (רשות המים)

<https://www.youtube.com/watch?v=j7S3xUBxHaU&index=7&list=P>

[L9B3cygMZ2URCJITGYCNjnwxF_fRmN-nW](https://www.youtube.com/watch?v=L9B3cygMZ2URCJITGYCNjnwxF_fRmN-nW)

חלק שני

ירושלים של מים - אז והיום.

במהלך כל הדורות היווה נושא אספקת המים בירושלים בעיה בעלת חשיבות ממעלה ראשונה אשר לפתרונה הייתה השלכה מכרעת על התפתחות העיר לדורותיה. בירושלים קיימת בעיה של אגירת מים. העיר נמצאת על קו פרשת המים. הקושי באגירת מים הצריך מציאת פתרונות במקורות מים מרוחקים והובלתם לירושלים. כיום אחראית חברת מקורות על אספקת המים אל העיר, וחברת 'הגיחון' על אחזקת מערכת המים בתוך העיר והפצתם לתושבים.

מי הגשמים

בירושלים יורדים גשמים רבים – כ- 550 מילימטר גשם בממוצע בשנה - אלא שאת רובם הגדול של מי גשמים אלו אי אפשר לאגור. הסיבה העיקרית לכך היא שירושלים סמוכה לקו פרשת המים הארצי של ישראל, והמים "בורחים" ממנה לכאן או לכאן במהירות ואינם מספיקים לחלחל בקרקע.

מי התהום

1. עומק מפלס מי התהום:

ירושלים שוכנת בגובה של כ-800 מטרים מעל פני הים - מאות מטרים מעל מקורות המים העיקריים של ישראל. מפלס מי התהום באזור העיר עמוק מאד, ולכן חציבת בארות עד המפלס אינה אפשרית.

2. מיעוט מקורות המים:

בירושלים מעיינות מעטים בגלל קרבתה למדבר יהודה, והמעיינות בה מספיקים בקושי לכל תושביה.

מעיין הגיחון: בירושלים נובעים שני מעיינות קדומים: עין רוגל ומעיין הגיחון.

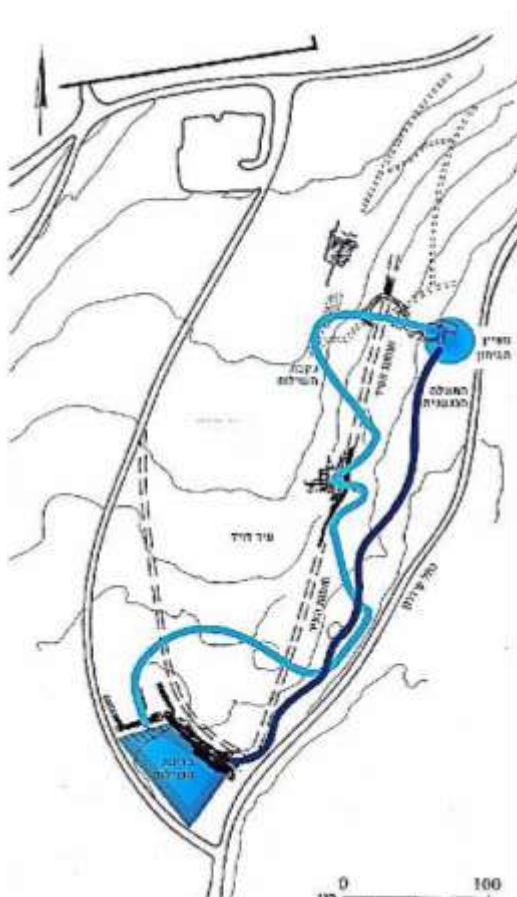
עין רוגל התייבש מזמן, **ומעיין הגיחון** - מעיין שהיווה במשך אלפי שנים מקור המים החשוב לעיר, ולכן בנו תושביה הקדומים של ירושלים את ביתם ליד המעיין.

מעיין הגיחון שופע בממוצע כ-1500 מ"ק ביום. כדי לקיים אספקה סדירה ונוחה לתושבים, המים כוונו עוד בימי קדם לבריכות אגירה. בתקופה הכנענית (1700-1800 לפנה"ס) הוקמו ביצורים מסביב למעיין ומסביב לבריכת אגירה חצובה, שהיו מחוץ לחומת העיר. תעלה צרה ועמוקה, שקורתה בגושי אבן גדולים, הובילה את המים מהמעיין לעבר חלקה הדרומי של העיר. מספר מטרים מתחילת תוואי התעלה נחצבה מנהרה תת קרקעית צדדית שהובילה חלק מן המים לעבר בריכת אגירה חצובה. להבטחת הנגישות למים גם בימי מצור, חצבו הכנענים מנהרת גישה תת קרקעית שהיוותה מעבר מוגן אל המעיין, אשר היה מוקף ביצורים מחוץ לחומת העיר.

מנהרה זו נחשפה ב-1867 ונקראת מערכת פיר וורן, על שם החוקר שגילה אותה. כיום, בעקבות חפירות חדשות באתר, ברור שלא נעשה שימוש בפיר עצמו בתקופה הכנענית, וכי המים נשאבו בבריכה.

המלך חזקיהו (698-727 לפנה"ס) חסם את הפתח המקורי של המעיין והיטה את מי הגיחון לתוך העיר באמצעות מנהרה (המכונה בכתובת בשם "נקבה"), שנחצבה בסלע לאורך 533 מטרים והובילה את המים מהמעיין שממזרח לעיר אל בריכת השילוח שבתוך העיר. אגירת המים בבריכה איפשרה אספקה נוחה, רציפה ובטוחה, בימי שלום ובעת מצור ומלחמה.

נקבת השילוח היא הקדומה ביותר מסוגה הידועה לנו, ונמצאת בשימוש רצוף כבר 2700 שנה.



מערכות אספקת המים מהגיחון



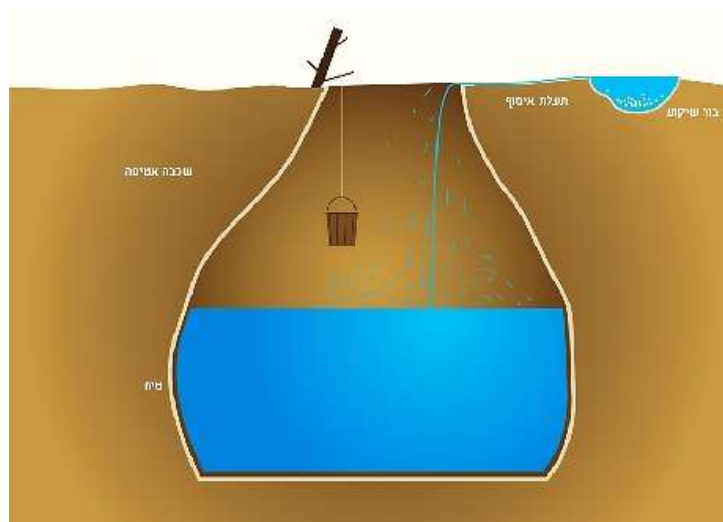
בורות המים

בורות המים היו אמצעי אספקת המים העיקרי של ירושלים. הבורות היו חללים תת-קרקעיים שנחצבו בדרך כלל באזורים הנמוכים, כדי שהגשמים יזרמו אליהם בכוח הכבידה דרך תעלות ומרזבים. הבורות טויחו היטב כדי למנוע חלחול בסלע הגיר האופייני להרי ירושלים, ותושבי העיר דאגו לנקותם מדי פעם. פתח הבור - החוליה - היה סגור על פי רוב, כדי למנוע התעפשות או לכלוך של המים, והוא נפתח רק כדי לשאוב מים מהבור..

מי הגשמים שירדו בירושלים נאגרו בבורות ציבוריים גדולים למען אורחים ועולי רגל, וגם בבורות קטנים, שנחצבו בחצרות הבתים לשימוש הדיירים. הבורות הקטנים היו חשובים כל כך, עד כי לא נבנה בית בירושלים לפני שנחצב עבור יושביו בור בחצר. בורות אלו היו בשימוש עד לפני כחמישים שנה והותירו אחריהם סיפורים ושירים רבים, המעלים בירושלמים זיכרונות מהימים שבהם לא בכל בית בעיר היה ברז מים. הראשונים שהביאו לידי סגירתם הסופית של בורות המים של ירושלים היו הבריטים, שכבשו את הארץ בשנת 1917. הם החליטו להפוך את ארץ ישראל לארץ מודרנית וחיפשו פתרונות חדשניים לבעיית המים בירושלים. אמנם הפתרונות החשובים שמצאו היו מודרניים, אך משעשע לגלות שהם היו בעצם "שכלולי" של פתרונות עתיקים שכבר ראינו.



מוכר מים בירושלים, 1890



בור מים - מבוסס על עבודתו של ד"ר צבי צוק, ארכיאולוג רשות הטבע והגנים

מצור על המים - תקופת המצור במלחמת העצמאות

ב- 29 בנובמבר 1947 הצביעו המדינות החברות באו"ם (ארגון האומות המאוחדות) על הקמת שתי מדינות בארץ ישראל - אחת ליהודים ואחת לערבים.

היהודים השמחים יצאו לרקוד ברחובות, אך הערבים לא הסכימו כלל שבארץ ישראל תקום מדינה עברית ופתחו במלחמה. ערבים שישבו בכפרים ליד הדרך הראשית לירושלים פגעו בכלי רכב יהודים שניסו להגיע לעיר ועצרו אותם, כדי למנוע הספקה של אוכל ושל תחמושת לאחיהם שבעיר. הערבים לא הסתפקו בכך **והחליטו לפגוע באספקת המים לירושלים**, כדי "לייבש" את היהודים. הם סגרו את צינור המים המרכזי שהניחו הבריטים מראש העין ואחר כך פוצצו אותו. כך הייתה ירושלים לעיר רעבה, חלשה וצמאה. לא היו בה מים לרחצה או לכביסה בגדים, ואפילו בשירותים לא יכלו התושבים להשתמש.



חזרנו אל בורות המים

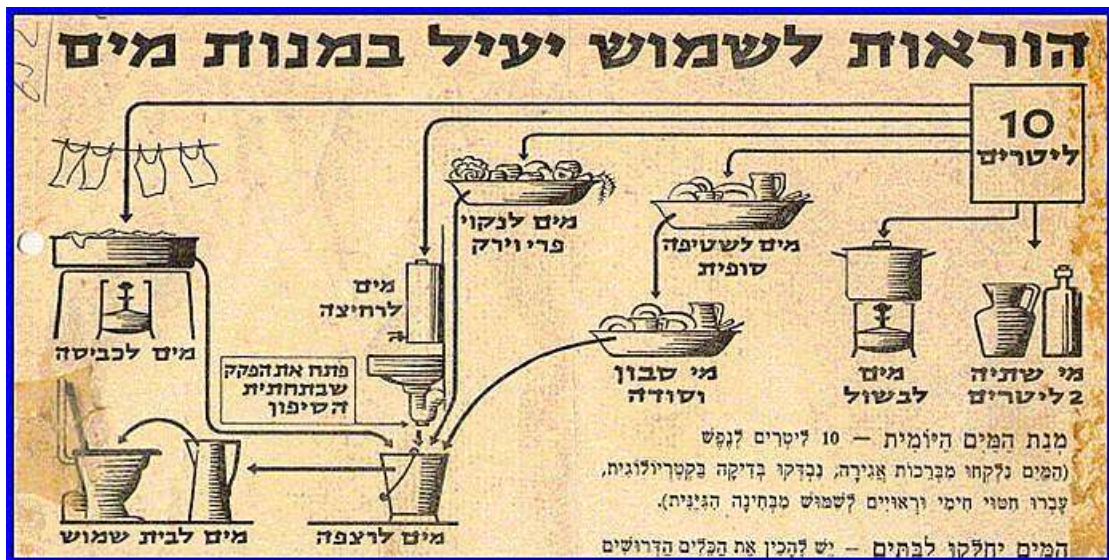
מנהיגי ירושלים היהודים צפו את התנכלות הערבים לצינור המים מבעוד מועד, וחשבו כיצד יוכלו להשקות את התושבים הצמאים בשעת הצורך. "הרי יש לנו בורות!" נזכר לפתע מישהו, "אולי נוכל להשתמש בהם בעת צרה?" הרעיון התקבל מיד, ואנשי "משמר העם" בירושלים יצאו לבדוק את כל הבורות בעיר. היה עליהם לוודא שהבורות נקיים ותקינים, למלא אותם במים ולנעול אותם כדי שילדים לא יפלו פנימה בטעות. כל הבורות, ואפילו הקטנים והמוזנחים ביותר, נבדקו, נמדדו ומולאו במים. התברר כי בבתי היהודים בירושלים היו קצת יותר מ-1000 בורות, והכילו יחד כמיליון מטרים מעוקבים של מים. אף שכמות המים הייתה גדולה למדי, יכלו המים להספיק לתושביה הרבים של העיר למשך חודש ימים בלבד. כשפוצץ צינור המים של הבריטים, חילקו אנשי "משמר העם" את המים לתושבי ירושלים חלוקה מסודרת. הם עברו מדי יום משכונה לשכונה בירושלים, רכובים על עגלות גדולות עמוסות בחביות, ובמרכז כל שכונה עצרו וחילקו מים לכל משפחה לפי צרכיה.

תורים ארוכים השתרכו בנקודות חלוקת המים, וכל תושב החזיק סיר, כד או דלי כדי להביא בו מים לביתו. בחלוף הזמן החריפה המלחמה, ולא פעם נפלו פגזים ונורו יריות על העומדים בתורים. את הזמן ניצלו הממתנינים המבוהלים כדי להתעדכן ולעדכן זה את זה במתרחש. על כך כתב לימים אחת מתושבי ירושלים: "בזכות אספקת המים ניתן לנו גם תחליף לרדיו החסר לנו - בתור למים היינו שומעים כל דבר חדש...".

המים בבורות סיפקו זמן מה את צרכיהם של תושבי העיר, אך הם הלכו ואזלו. איש לא ידע כמה זמן יימשך המצור ומתי יתוקן סוף סוף הצינור. לכן כל משפחה קיבלה מעט מאד מים, וגם אותם התבקשה לשמור ולחסוך ככל האפשר. כמה זה "מעט מים"? - לפני המצור השתמשה משפחה ממוצעת בכמאה ליטרים מים ביום, ואילו בזמן המצור היא קיבלה רק עשרה ליטרים ביום, כלומר - רק עשירית! ברור שכמות מים זעומה כל כך אילצה את התושבים לתכנן בקפידה את השימוש במים המעטים העומדים לרשותם.

תחנת "הרדיו העברי" הירושלמית שידרה מדי יום כיצד לחסוך במים לדוגמא:

- יש להשתמש באותם המים לבישול, כביסה, שטיפת רצפה והדחת השירותים.
- יש להתרחץ לתוך קערה באמצעות זרם מים איטי. את המים המשומשים יש לשמור.
- יש לסנן מים מלוכלכים ומשומשים, כדי שאפשר יהיה להשתמש בהם שוב לצרכים אחרים.
- במים מלוכלכים במיוחד - יש לעשות שימוש חוזר לשטיפת השירותים.



מתוך: חלוקת מים בירושלים בעת המצור הערבי, 1948



חלוקת מים בירושלים בעת המצור הערבי, 1948



תושבי ירושלים בתור לחלוקת המים

"מבצע השילוח"

התמעטותם המהירה של המים בבורות דחפה לפתרון חלקי באספקת המים לעיר באמצעות דרך בורמה שנפרצה במהלך המלחמה. בתחילה הועברו לירושלים חביות מים, אך במקביל תוכנן (על ידי המהנדס שמחה בלאס) והונח (על ידי חברת "מקורות") צינור מים חלופי. מאות אנשים גויסו למבצע הנחת הצינור והתקנת המשאבות בדרך. בתוך 28 ימי עבודה מאומצת ביום ובלילה זרמו מים חיים לירושלים המיובשת.

דוד בן-גוריון העניק למבצע את השם "מבצע השילוח", על שם הנקבה שחצב חזקיהו המלך בימי קדם שגם היא, כמו צינור המים, הובילה מים מחוץ לירושלים אל תוך העיר. בחודשים שבהם השתמשו בצינור החדש, נקראה מערכת המים החדשה בשם "קו השילוח". חלק מהשרידים שנותרו מקו השילוח נמצאים ביער חולדה, והם כוללים בריכה, משאבה וקטע קטן מהצינור.



קו השילוח לירושלים 1948

אספקת המים לירושלים היום

הרבה מים זרמו בירדן, עד שנמצאו הפתרונות המתאימים לבעיית אספקת המים לירושלים.

לאחר קום המדינה שולבה ירושלים במערכת אספקת המים הכלל ארצית.

חברת "מקורות" האחראית היום לאספקת המים לירושלים ולכל חלקי הארץ, אך לא לאגירתם וגם לא לחלוקתם לתושבים.

בשנת 1996 הקימה עיריית ירושלים את חברת "הגיחון", והוטל עליה לאגור את המים, לחלק אותם ולתחזק את מערכות המים והביוב של העיר (עד אז דאגה לכך העירייה).

מקור שמה של החברה הוא במעיין הגיחון העתיק הנובע כבר אלפי שנים למרגלות העיר. השם נבחר כדי לסמל את חשיבותם הגדולה של המים בירושלים.



חברת הגיחון בע"מ -

פעילות סיכום במרכז הלמידה

א. סרטון פתיחה: בורות המים בירושלים.

https://www.youtube.com/watch?v=HG6Nte_1q3c

דיון באמצעות שאלות:

סיפורים וזיכרונות - חשיבותם הרבה של המים בעיר הצמאה להם כל כך, לא פגעה בשמחתם של התושבים.

הסבר כיצד באה לידי ביטוי אופטימיות ושמחה זו בסיפורה של מזל ליננברג-נבון, על פי הסרטון.

ב. משימה: עיריית ירושלים יצאה במיזם שמטרתו לעודד את התושבים לשמור על איכות המים ואף לחסוך במים.

יצירת כרזה / פרסומת שמטרתה לעודד את המיזם של עיריית ירושלים.

בתום הפעילות תיערך תחרות. התוצרים הנבחרים יוצגו במרכז הלמידה ובאתר ביה"ס.



ג. כוס אחת של מים / שיר על ימי המצור הערבי על ירושלים (דצמבר 1947-יוני 1948).
שירו של דן אלמגור שנכתב בשנת 1969, והוצג בערב 'ירושלים שלי' בתיאטרון 'החאן'.
השיר הולחן והושר על ידי דני גרנות.

<https://www.youtube.com/watch?v=wSDJoTgohng>



היתה לי כוס אחת,
כוס אחת של מים.
היה זה במצור
בעיר ירושלים.

כיבסתי את גרבי
ואז בכוס המים
שטפתי ת'ריצפה
שלא רוחצה חודשיים.

את הסמרטוט הלח
סחטתי בידים,
השקיתי בעציץ
שושן אפילו שניים.

סחטתי עוד יותר,
ובעזרת שמים
בבית השימוש
הורדו, סוף סוף, קצת מים.

חזרתי אל הכוס.
נותרה טיפה של מים.
אז בטיפה הזאת
רחצי ת'ידיים.

היתה לי כוס אחת,
כוס אחת של מים.
נס חנוכה
שוב לא קרה
בעיר ירושלים.

היתה לי כוס אחת,
כוס אחת של מים.
היה זה במצור
בעיר ירושלים.

לגמתי מן הכוס
טיפה אחת או שתיים.
רק ככה, להרטיב
קצת את השפתיים;

הרטבתי את שפתי!
נטלתי את המים,
ובזהירות רבה
צחצחתי ת'שיניים.

היתה לי כוס אחת,
כוס אחת של מים.
היה זה במצור
בעיר ירושלים.

צחצחתי את שיני
ובשארית המים,
כיבסתי, במחילה,
זוג של מכנסים.

כיבסתי מכנסיי,
השחירו קצת המים.
אז באותה הכוס
כיבסתי זוג גרביים.

ד. סרטון "המים בישראל" - מסכם את המשימה בקבוצות

<https://www.youtube.com/watch?v=KjmiKTtHRZg>

מוקד מדעים

דף הנחיות לעמיתים

ייחודה של ירושלים אינו רק בקדושתה. מערכות הובלת ואגירת המים בה מייצגות התפתחות טכנולוגית הנמשכת על פני יותר משלושת אלפים שנים. לאורך תקופה זו, רבים היו האתגרים באספקת המים: יישוב שתושביו נמצאים (משיקולים אסטרטגיים) באזור גבוה, אך מקורות המים הטבעיים שלו נמצאים (בגלל כוח המשיכה) במקומות נמוכים. גשם היורד רק כ-4 חודשים בשנה, אזור שאדמתו סלעית ונמצא על קו פרשת המים. קשה לחפור בו, אך חייבים לאגור את מי הגשמים.

התלמידים נחשפו לבעיית המים בירושלים מחפירת תעלות ובורות מים בעת העתיקה, דרך שיטות מקוריות לחיסכון במים בתקופות מלחמה ומצור ועד משאבות מודרניות להעלאת מים לגובה של מאות מטרים וצינורות בקוטר שני מטרים, המזרימים מאות אלפי מטרים מעוקבים ביממה.

אופן הפעילות:

עיריית ירושלים יצאה במיזם שמטרתו לעודד את התושבים לשמור על איכות המים ואף לחסוך במים.

תלמידים יקרים, לרשותכם דפים, טושים, צבעים, עיתונים דבק וכו'. עליכם ליצור כרזה / פרסומת שמטרתה לעודד את המיזם של עיריית ירושלים.

בתום הפעילות תיערך תחרות. התוצרים הנבחרים יוצגו במרכז הלמידה ובאתר ביה"ס.

כללי התנהגות לעמיתים:

- קבלו בברכה את התלמידים.
- הציגו את עצמכם - שמכם, וכיתתכם.
- הציגו בפני התלמידים את הנושא בו עוסק המוקד, כולל הסביבה ועיצובה.
- דאגו למסור את ההנחיות לפעילות באופן ברור ודאגו שהפעילות תתנהל באופן מכבד ונאות.
- וודאו שהתלמידים מבצעים את הפעילות בתחנה ברוע, בנחת ובהנאה מבלי להפריע לקבוצות האחרות שנמצאות סמוך להם.
- עם סיום הפעילות - החזירו את האביזרים השונים למקומותיהם, ודאגו להשאיר את המוקד נקי ומסודר לקבוצה הבאה.

למידה מהנה ופורייה

