ארגון עובדי המים - קורס מאגרים

08/01/2020

הגדרה מקובלת של מאגר מים בישראל

בריכת עפר בנפח איגום מינימלי של 50,000 מ"ק וגובה סוללה מינימלי, ביחס לקרקעית החפורה או לפני השטח בחוץ, של 3.5 מ'.

ייעודים ושימושים שונים במאגרי מים

תחנות כח הידרואלקטריות

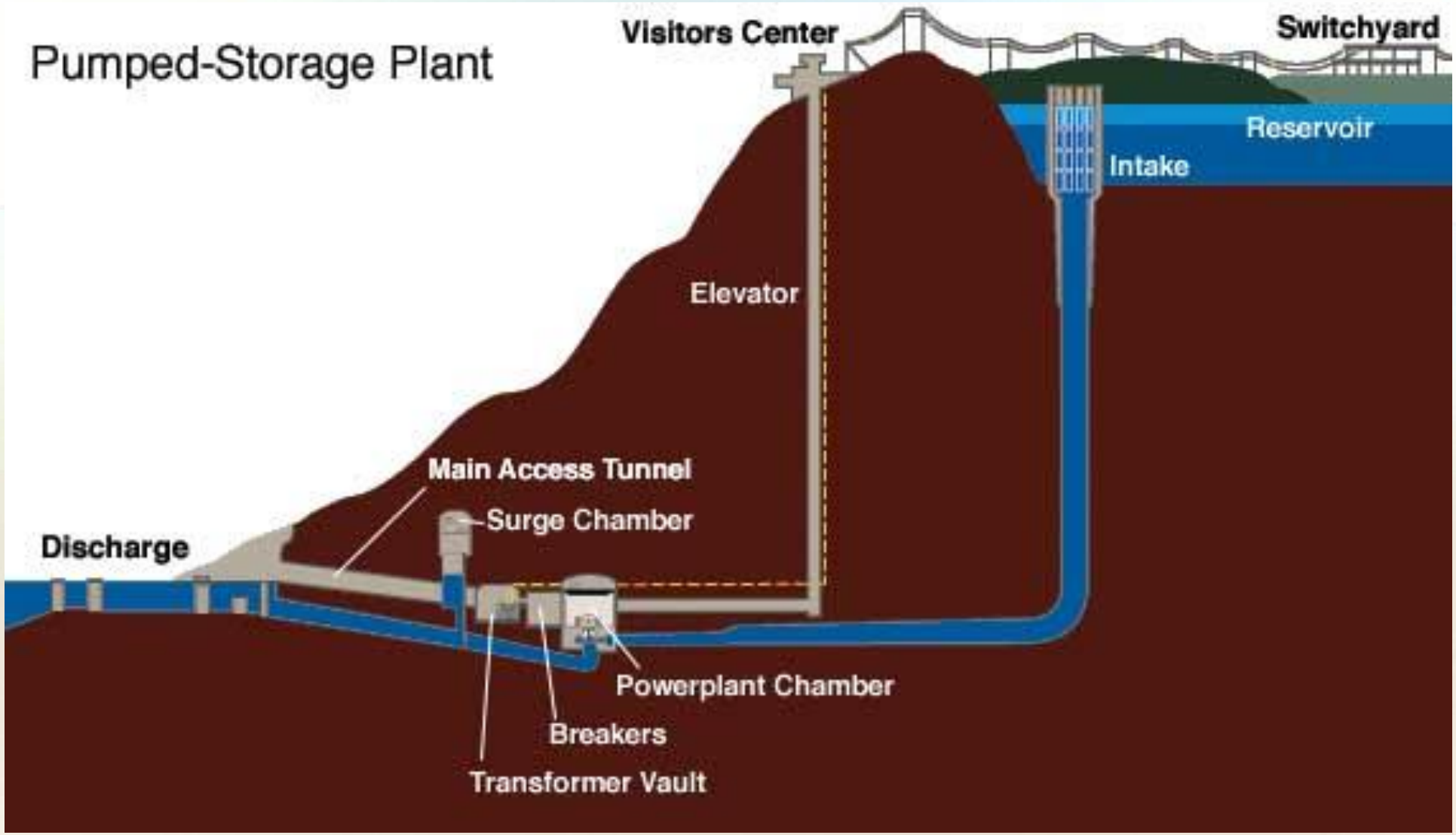
שילוב מדגה במאגרי מים להשקיה

טיפול משלים בקולחים

מפעל אגירה (אנרגיה) שאובה – מאגר עליון בפסגת גבעה

Raccoon Mountain Pumped-Storage Plant

חתך של מפעל אגירה שאובה



תיירות קייט ונופש

סיווג של מאגרי עפר

מאגר גיא

חסימה של אפיק בסכר

אין צורך במיתקן כניסה למים כי המאגר מתמלא בזרימה חופשית של מי הנחל

עבודות העפר נעשות על חלק קטן יחסית של השטח המיועד להצפה

מיתקן עודפים גדול בנוי מתעלה בקצה הסוללה.

יתרונות של מאגרי גיא:

א. חסכוניים בעבודות עפר.

ב. אין צורך במבנים מורכבים, אם כי המברץ עשוי להיות יקר.

ג. קולטים כל זרימה קטנה או גדולה.

חסרונות של מאגרי גיא

1. מאגרי גאויות קולטים סחופת ולכן המאגר עלול לצאת מכלל שימוש לאחר מספר שנים.
2. האפיק עצמו לרוב מחלחל ויקר לאיטום. כמעט בלתי אפשרי לאטום אותו.
3. בחלק הפריפריאלי המים תמיד רדודים. השטח גדול יחסית ניצולת שטח נמוכה, הפסדי התאדות וחלחול גדולים.
4. המבנה לעודפים יקר כי חייב להבטיח זרימה מרבית צפויה גם כאשר המאגר מלא.
5. לא מתאים לאיגום קולחים בגלל סכנת זיהום הנחל במורד במקרה של גלישת מים דרך תעלת העודפים.
6. במקרה של נחל בתוך עמק מעובד המאגר חוסם את אפיק הניקוז ראשי בעמק ופוגע בהתנקזות התת קרקעית יוצר סיכוני המלחה בשדות הסמוכים.
7. מהווה פוטנציאל לפגיעה בסביבה – חסימה של מסדרון אקולוגי של חי ושל צומח לאורך ערוץ הזדימה

מאגרי גיא מתאימים לבניה כאשר הטופוגרפיה מתאימה, הזרימה נקיה מסחף, קיים איטום טבעי של הקרקעית או שניתן להשיג איטום ע"י שן עמוקה מתחת לסוללת הסכר .

מאגרי צד

מאגרי צד נבנים מחוץ לתוואי אפיק הנחל. המאגר מוקף סוללה או מדרון חפור.

עבודות העפר משתרעות על כל שטח המאגר, תוך איזון בין נפח החפירה לבין הנפח הדרוש לבניית הסוללות

יתרונות של מאגרי צד

1. ניתן לבחור אתר נוח מבחינת הטופוגרפיה רצוי מישורית כמעט מפולסת, קירבה לשטח המיועד לניצול המים, קיום קרקע מתאימה לחפירה לבניית סוללות ולאיטום.
2. ניתנים לבניה בעומק רב (יחסית לגובה הסוללה) וכמעט אחיד מה שמגדיל את ניצולת השטח, מקטין את ההתאדות ואת השטח הנדרש לאיטום (אם הוא נחוץ). הקטנת שטח המאגר מקטינה את עלות תפיסת השטח משום שמשתמשים בשטח קטן יותר.
3. מבנה נח לאיטום בממברנות פלסטיות.
4. אפשר לאגור בו גם קולחים.
5. קולט פחות סחף.
6. המבנה למגלש העודפים זול יותר מאשר במאגר גיא כי ספיקת הכניסה מוגבלת .
7. האפיק המרכזי - כעורק ניקוז – נשאר כמעט פתוח לניקוז ללא פגיעה במערכת האקולוגית.

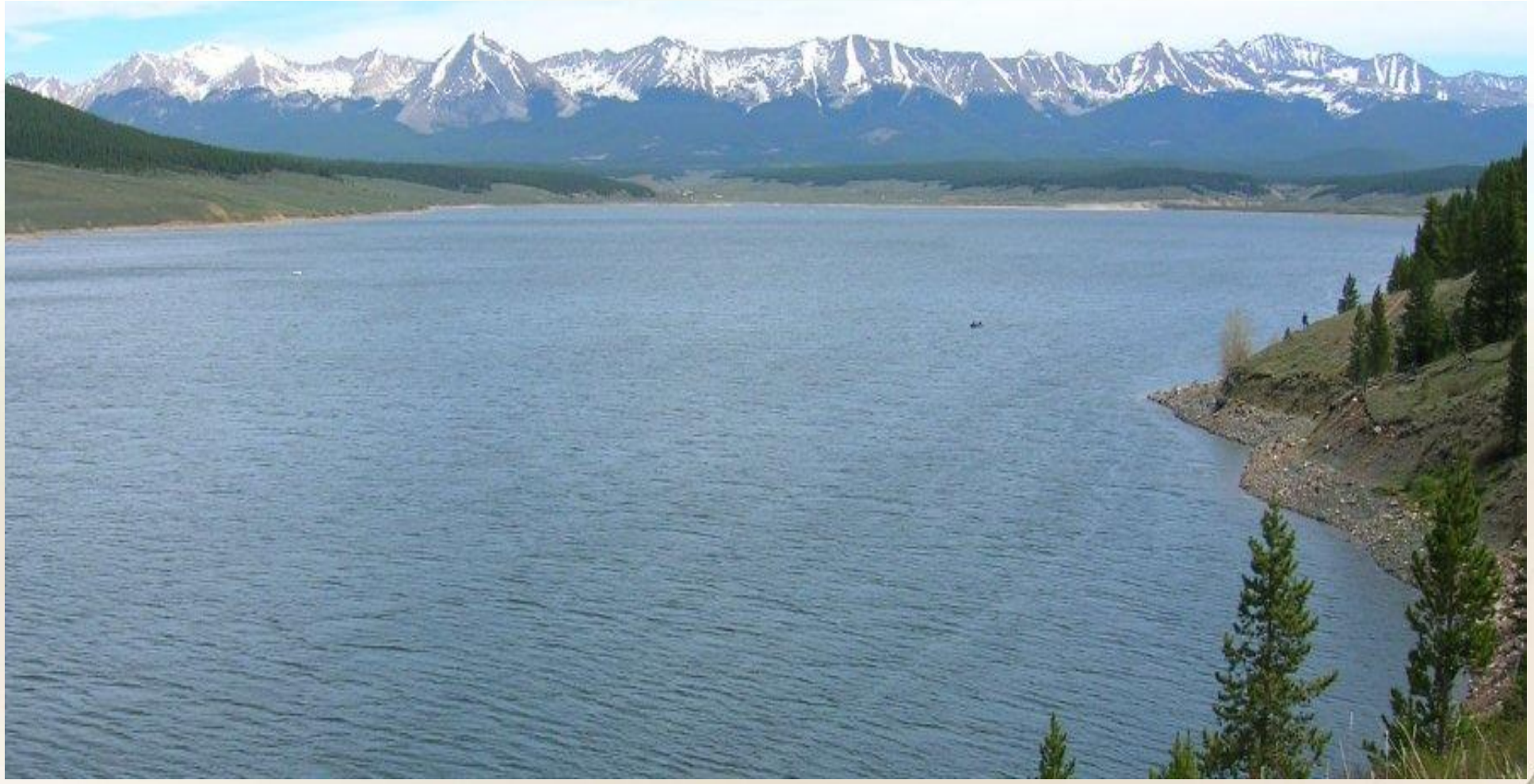
חסרונות של מאגרי צד

1. נבנים בדרך כלל על קרקע חקלאית.
2. לא קולטים מי שיטפונות בספיקות גדולות, מעל 3-4 מ"ק/שניה (לפי הניסיון בישראל) . כניסת המים בגרביטציה לאורך תעלת הטיה ארוכה או בשאיבה. בכל מקרה ספיקת הכניסה מוגבלת.
3. יקרים יותר בבניה בהשוואה לסכרי גיא בגלל נפח עבודות עפר גבוה יחסית – יחס איגום חפירה נמוך.

מאגרי צד מעפר מתאימים כאשר הטופוגרפיה מישורית,
הקרקע מתאימה לחפירה ולבניית סוללות ובעיקר כאשר
הקרקעית מתחת לשכבה המיועדת לחפירה אטימה.

-

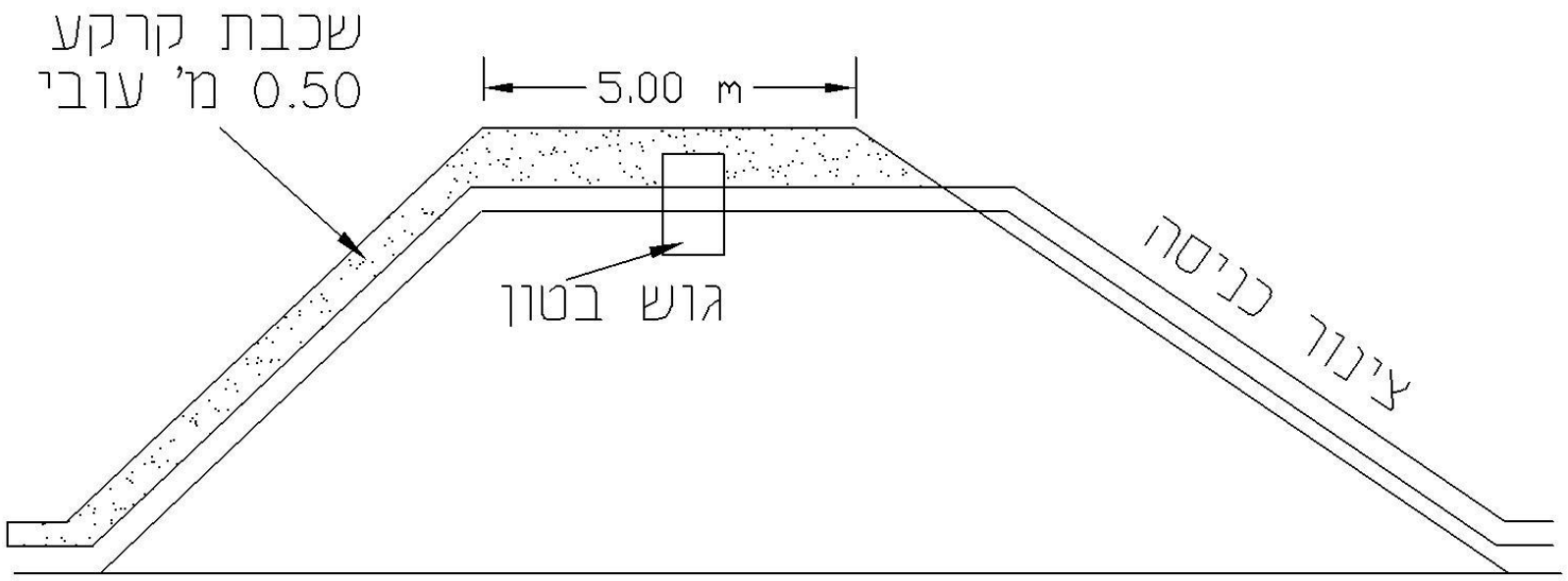
מרכיבים פיקיים של מבנה מאגר לסוגיו



סכר או סוללת עפר היקפית שיוצרת את נפח האיגום

מתקן או מערכת מבנים ומתקנים למילוי המאגר

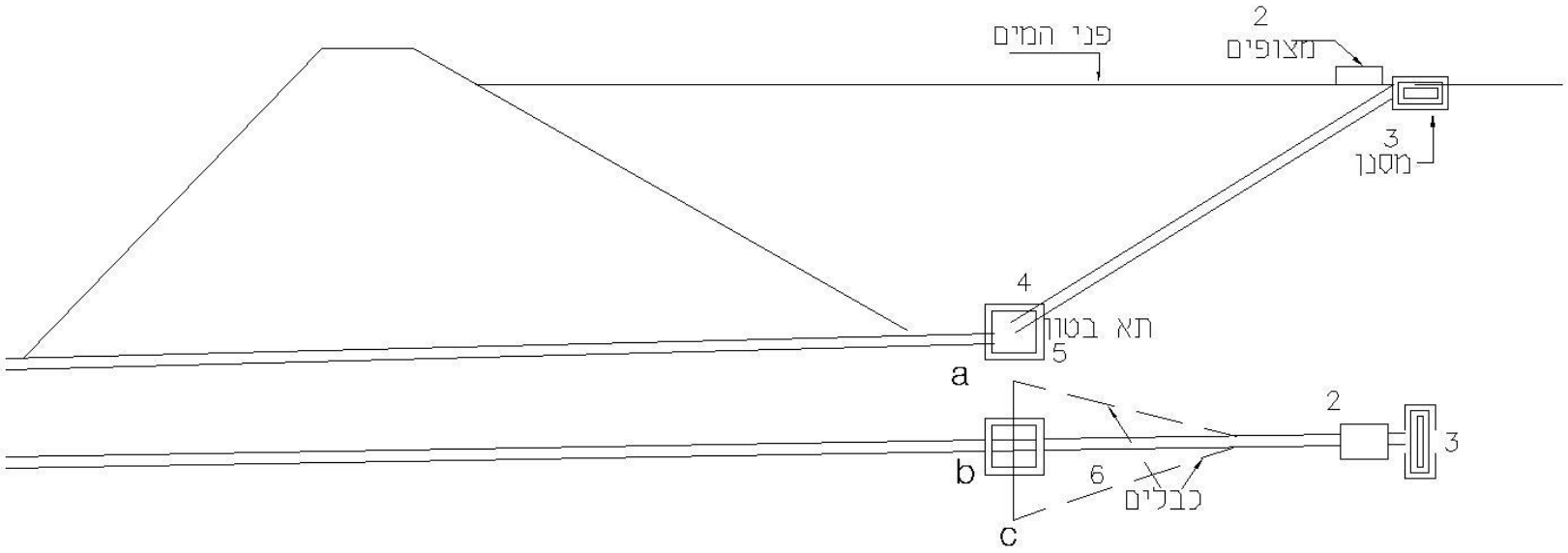
צינור כניסה למאגר מעל לסוללה



ציור 07–08

מערכת להוצאת מים מהמאגר – מתקן יניקה צף

מראה כללי – מתקן צף



ציור 22-08

מערכת להוצאת מים מהמאגר – צינור או מובל שחוצה את הסוללה מתחתיה

מערכת הוצאת מים מהמאגר - דוודים ורטיקליים למשאבות במרכז הסוללה

מערכת הוצאת מים מהמאגר – שוחת בטון למשאבות במרכז הסוללה

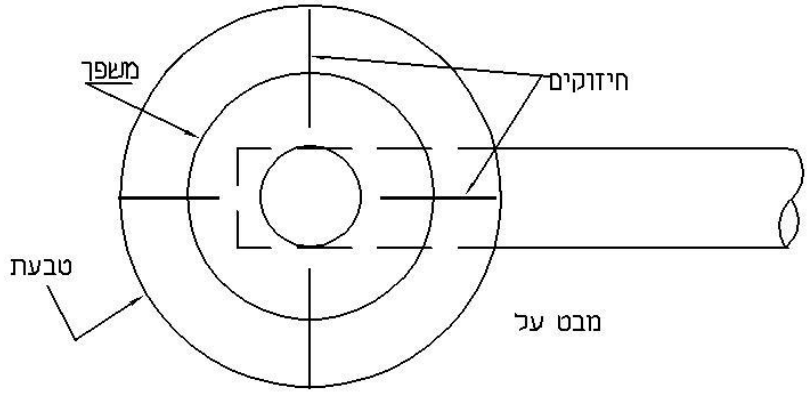
מערכת שאיבה בקטע
מורחב של קדקוד סוללה

מערכת להוצאת מים מהמאגר מבנה גשר

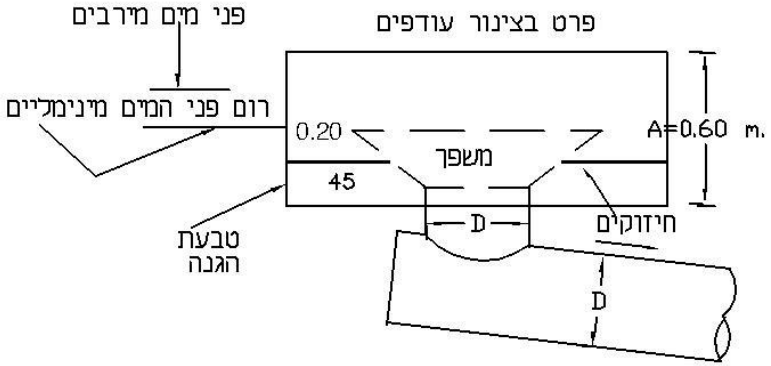
מפתן של מגלש העודפים באגם כפר ברוך

Overflow Pipe- Spillway

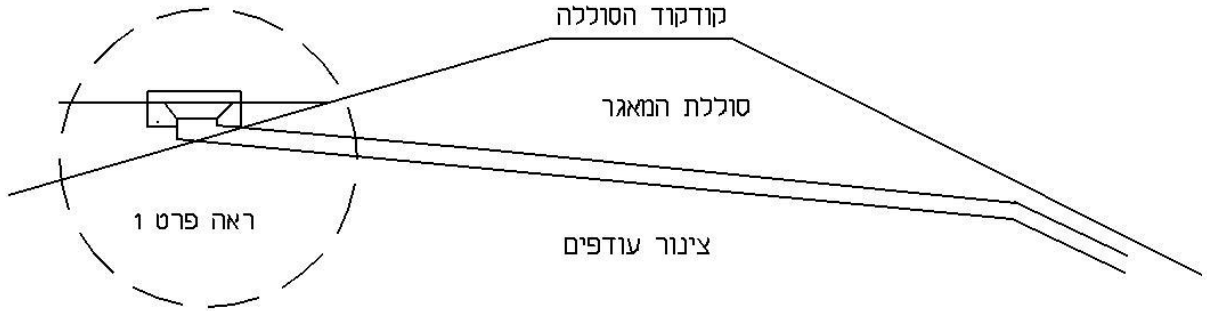
צינור עודפים



פרט בצינור עודפים



פרט 1:כניסת המים במגלש עודפים



ציור 08-21

גלישת עודפים /חירום בפיר

מערכת איטום לצמצום דליפות מים אם השתית הקרקעית הטבעית לא אטימה ו / או למניעת זיהום קרקע ומקורות מים

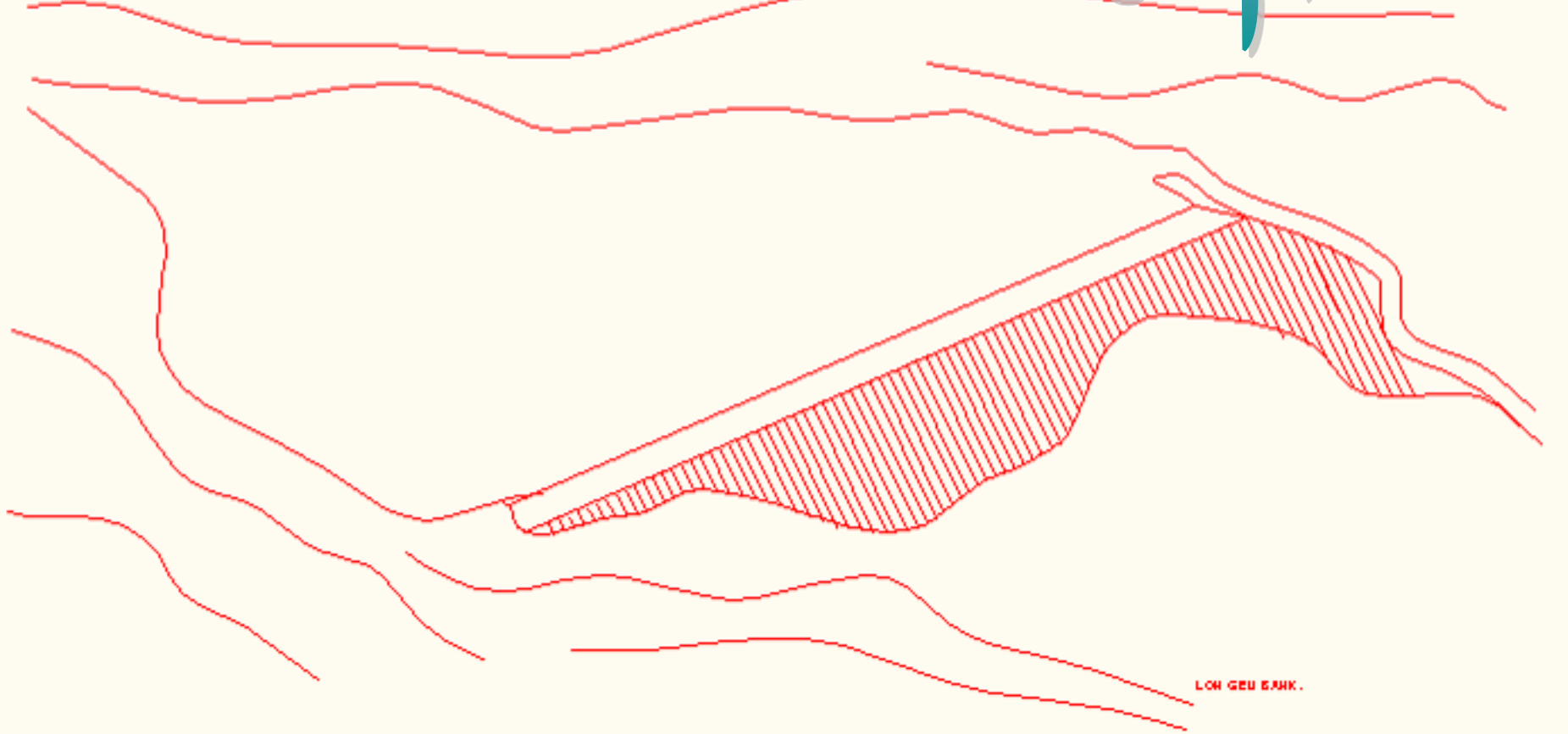
פריסת יריעות
איטום מושבתת
כשהשמש גבוהה

כיסוי פלסטי צף נדרש, למאגרים של מי שתיה.

(במצב מנופח לצורך תחזוקה)

דרך מצעים בקדקוד הסוללה וגדר היקפית

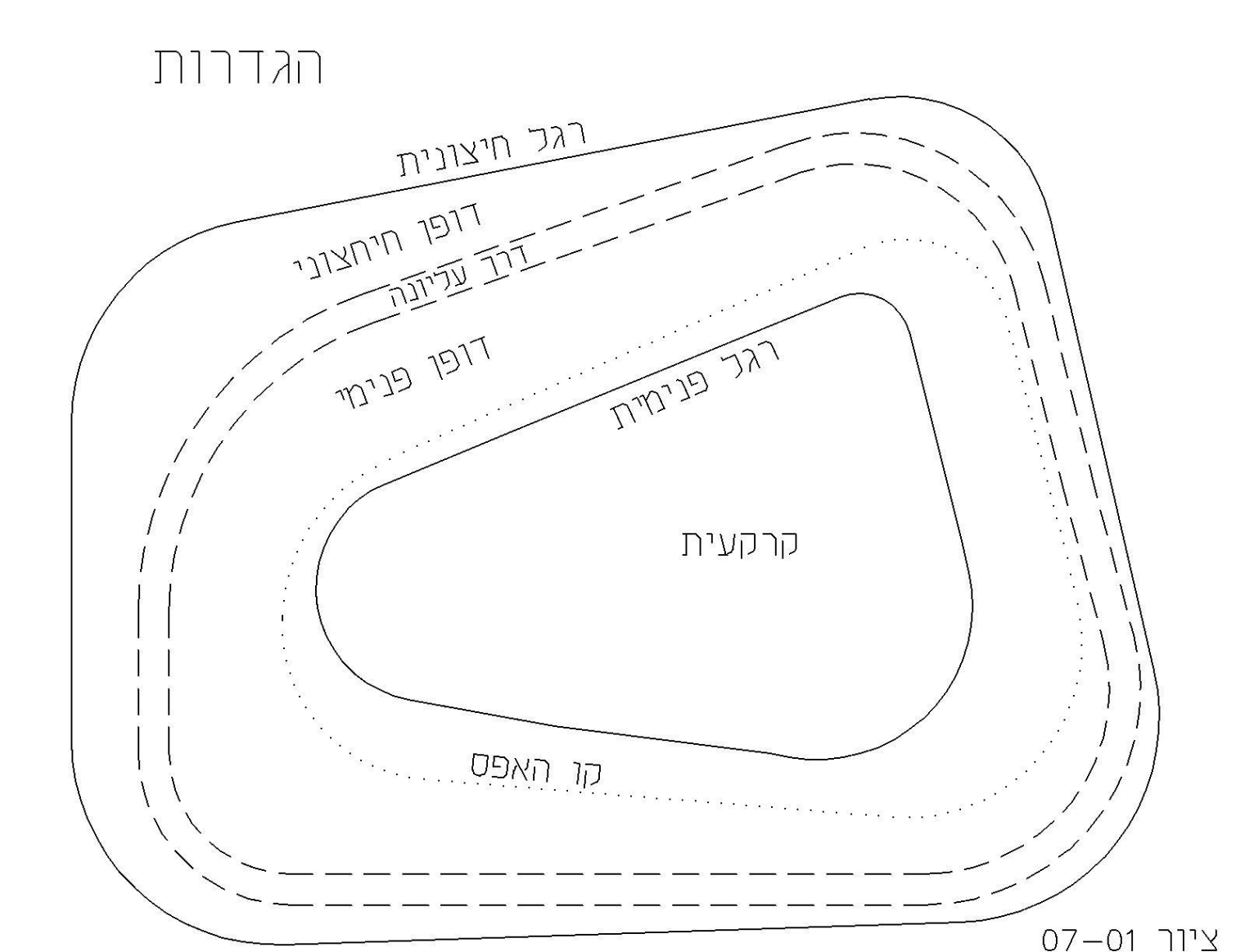
תכנון סוללה / סכר מעפר



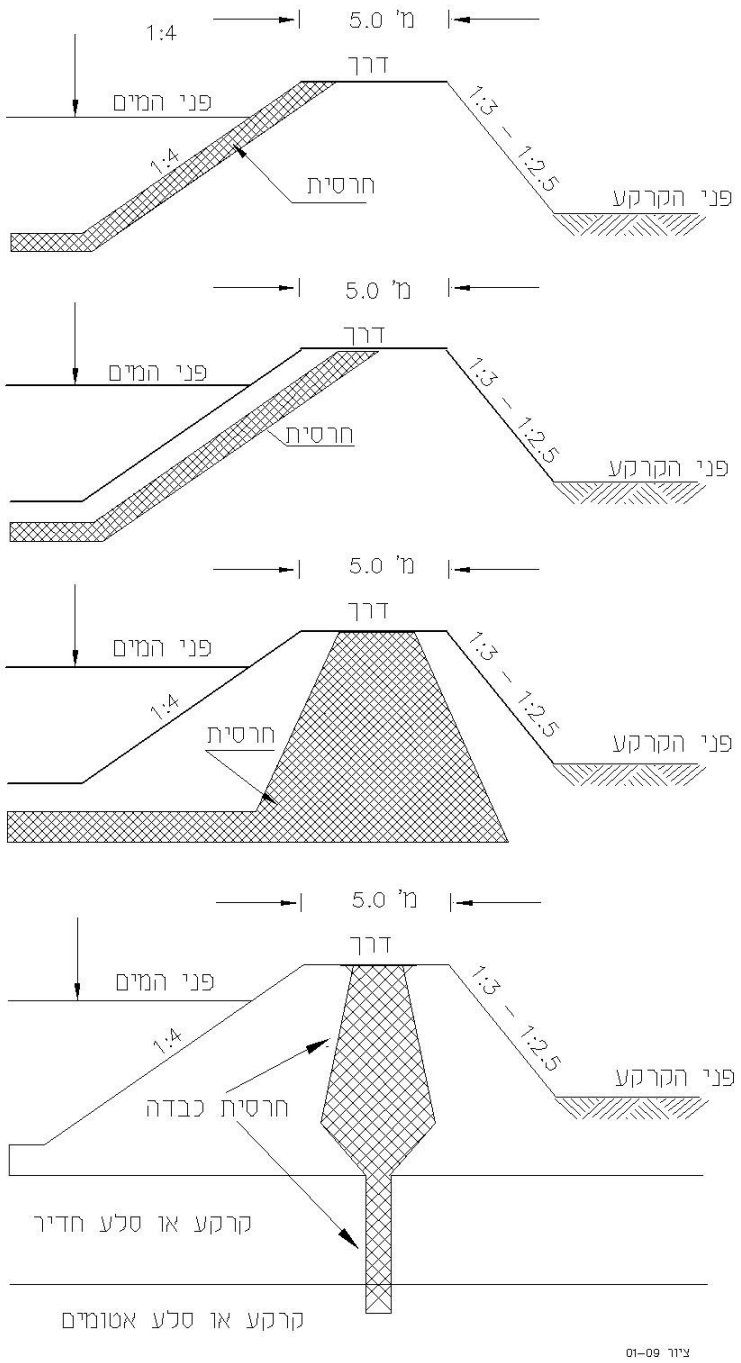
תכונות מכניות בסיסיות של קרקע

- הרכב מכני
- פלסטיות
- משתנים
  - רמת הידוק
  - תכולת רטיבות
- תכונות תוצאתיות
  - חדירות למים (חלחול)
  - דביקות קוהזיה מבוטא בפרמטר C
  - חיכוך פנימי מבוטא במעלות של זווית חיכוך - הפרמטר φ.

תנוחה סכמטית של מאגר צד אופייני בשטח מעט משופע

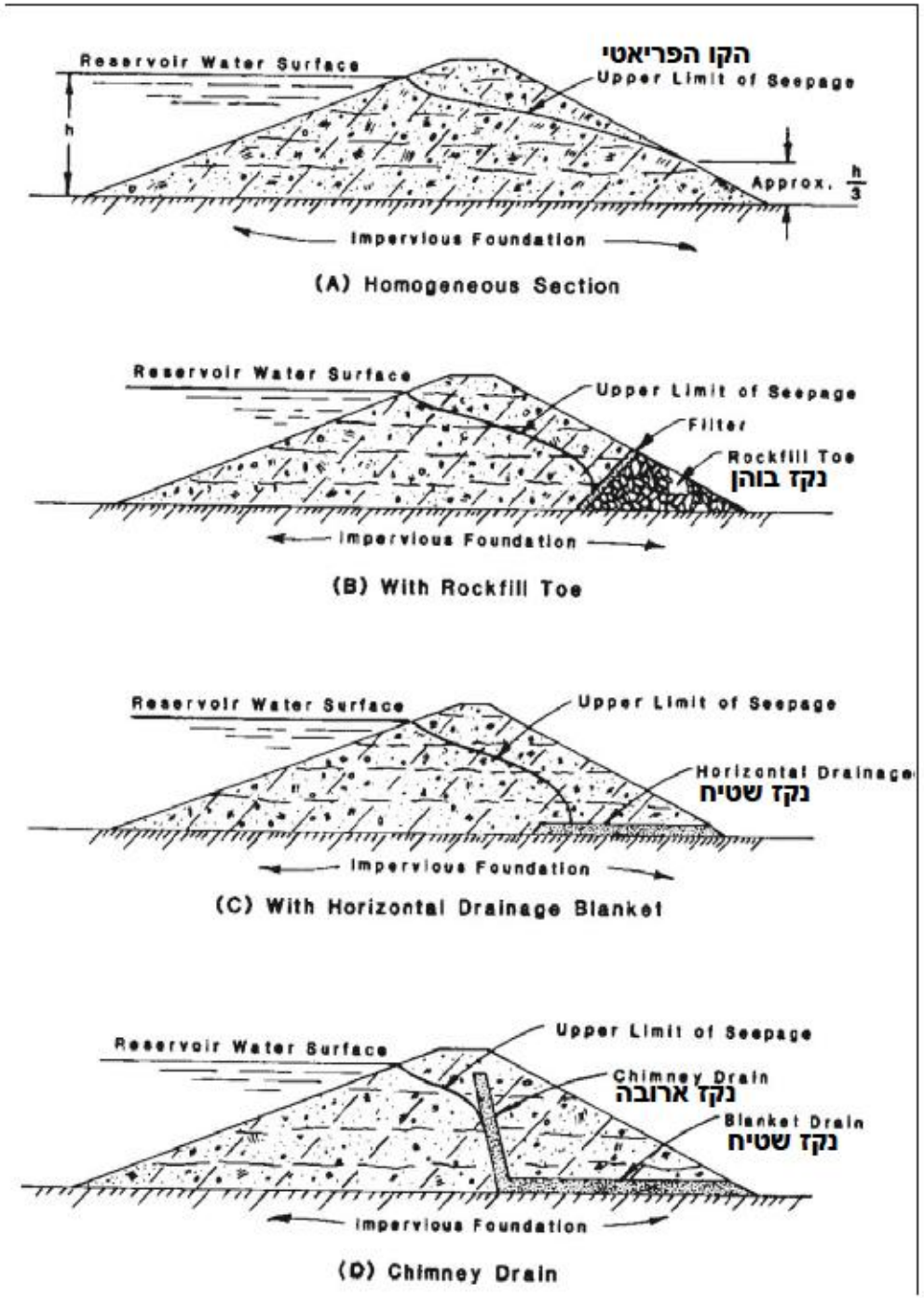


חתכים טיפוסיים של סכרי עפר כאשר כמות החרסית מוגבלת



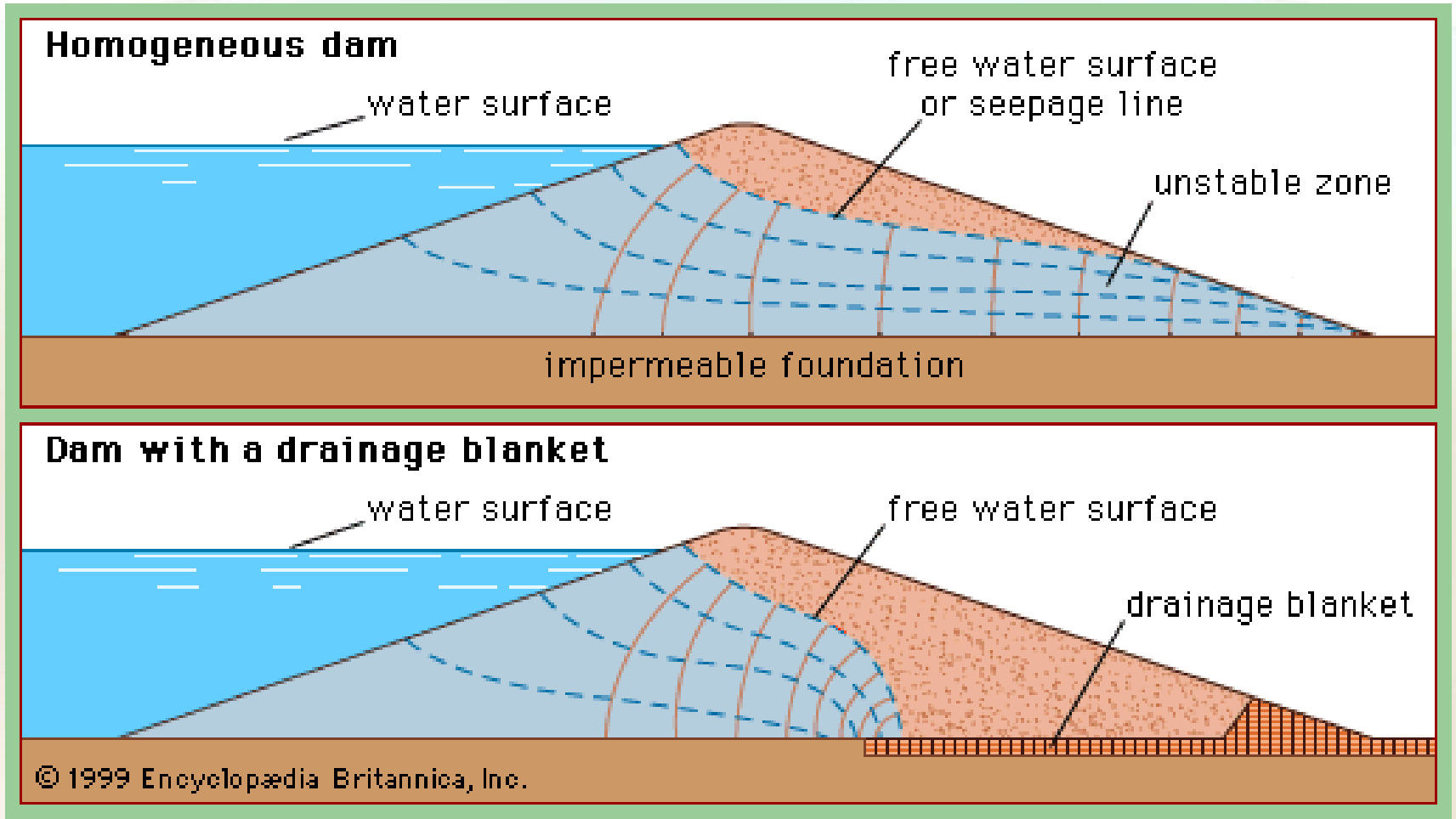
סיכונים ליציבות הסכר וההתמודדות עימם

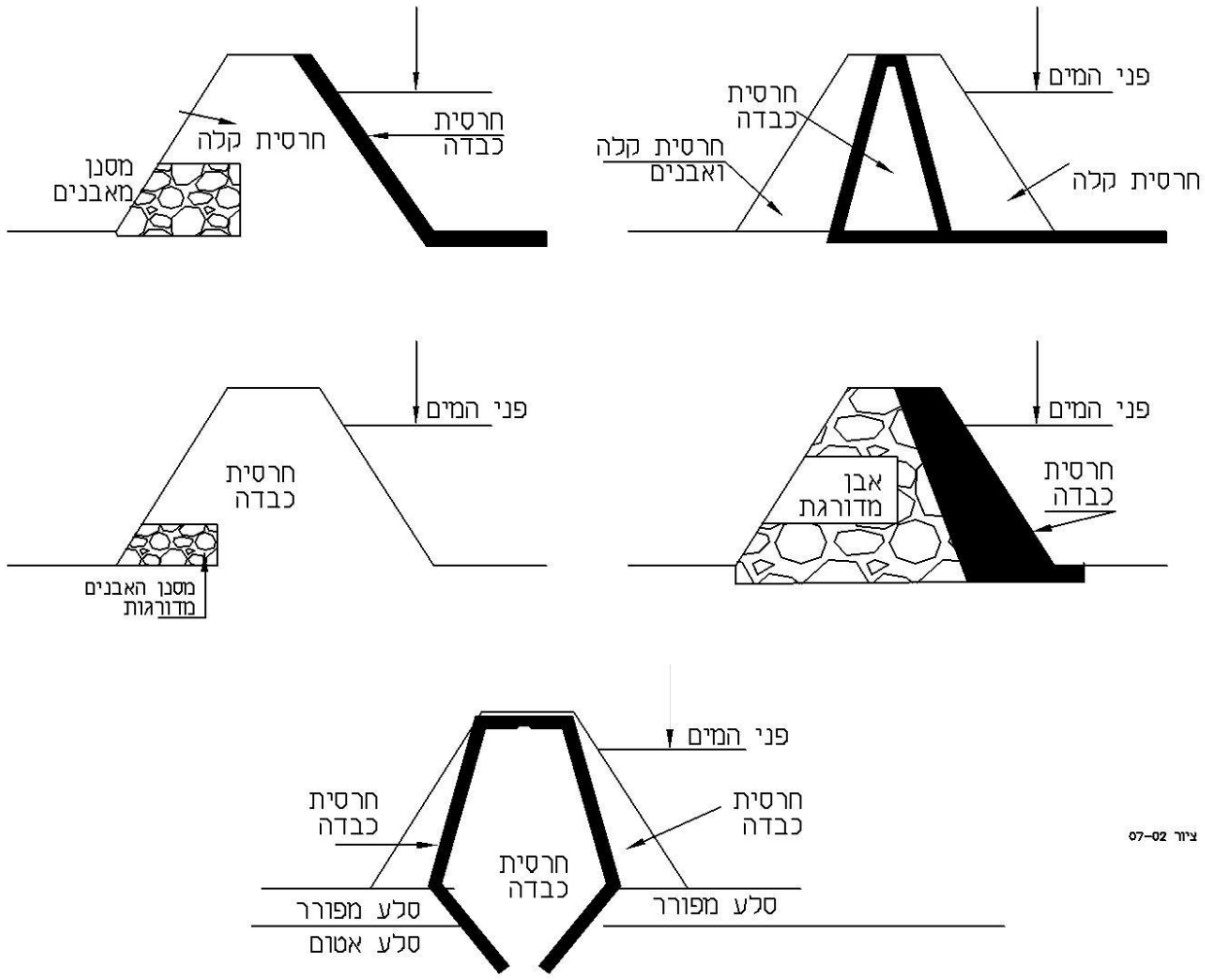
- גלישת המדרונות במצבי העמסה שונים של הסכר
- מחתור / מינהור
- שקיעות ותהליכים הרסניים בשתית (הקרקע הטבעית שעליה נבנה הסכר), בכלל זה רעידות אדמה.
- גלישת מים מעל קודקוד הסכר – Overtopping
- אירוזיה של גלים



קו פריאטי בסכר עפר והשפלתו באמצעות נקזים שונים

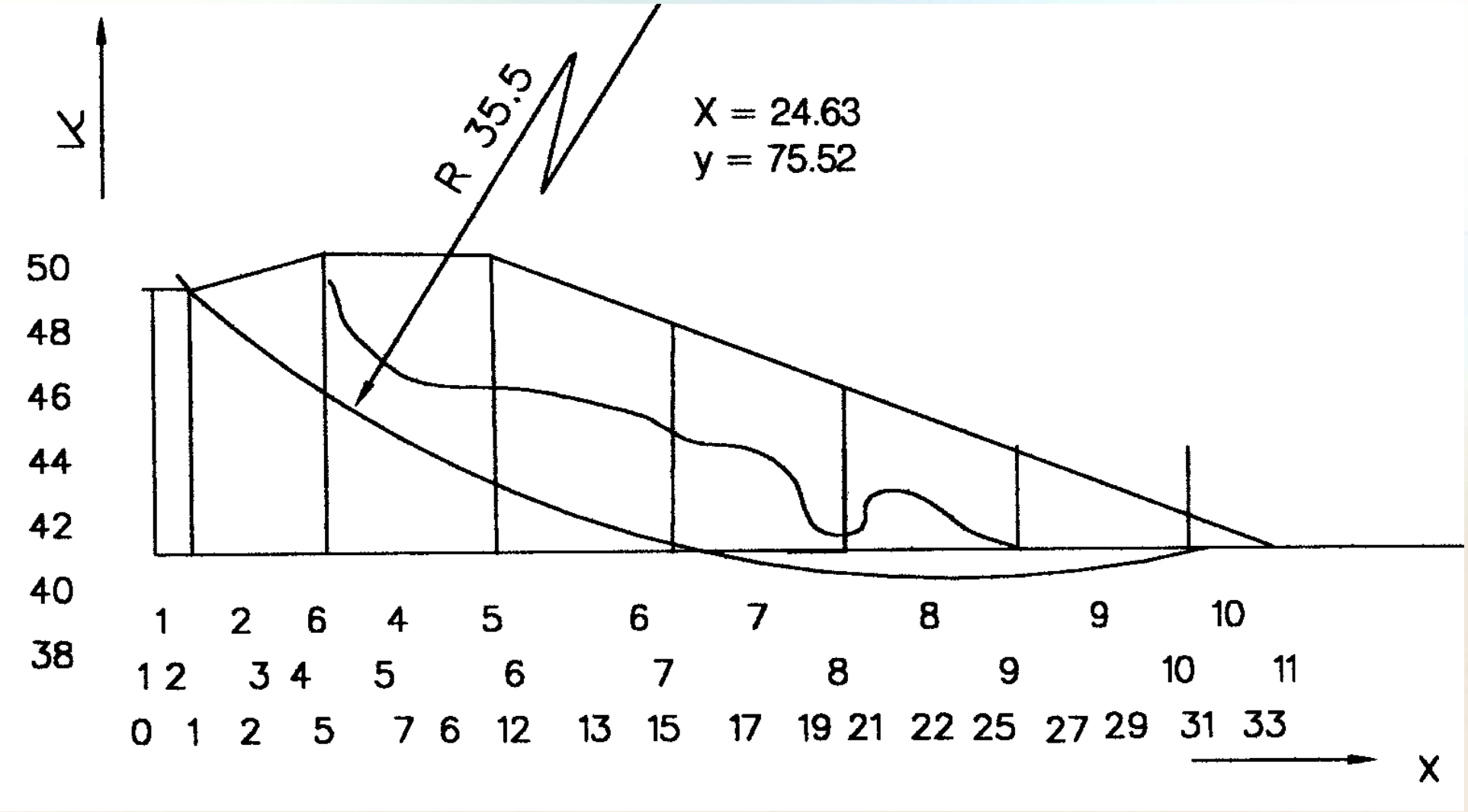
קווי זרימה בסכר עם ובלי נקז




פני המים
חרסית כבדה
חרסית קלה ואבנים
חרסית קלה
חרסית כבדה
חרסית קלה
מסנן מאבנים
פני המים
אבן מדורגת
חרסית כבדה
פני המים
חרסית כבדה
מסנן האבנים מדורגות
פני המים
חרסית כבדה
חרסית כבדה
חרסית כבדה
סלע מפורר
סלע מפורר
סלע אטום

ציור 02-07

מעגל גלישה הרסני



חוזק הסכר כנגד גלישת מדרון סכר

- מאזן הכוחות הפועלים
- איתור מעגל הגלישה החלש ביותר
- מקדמי ביטחון למצבי העמסה שונים

גלישת המדרון הפנימי במאגר Lower San Fernando

התמודדות עם מיחתור

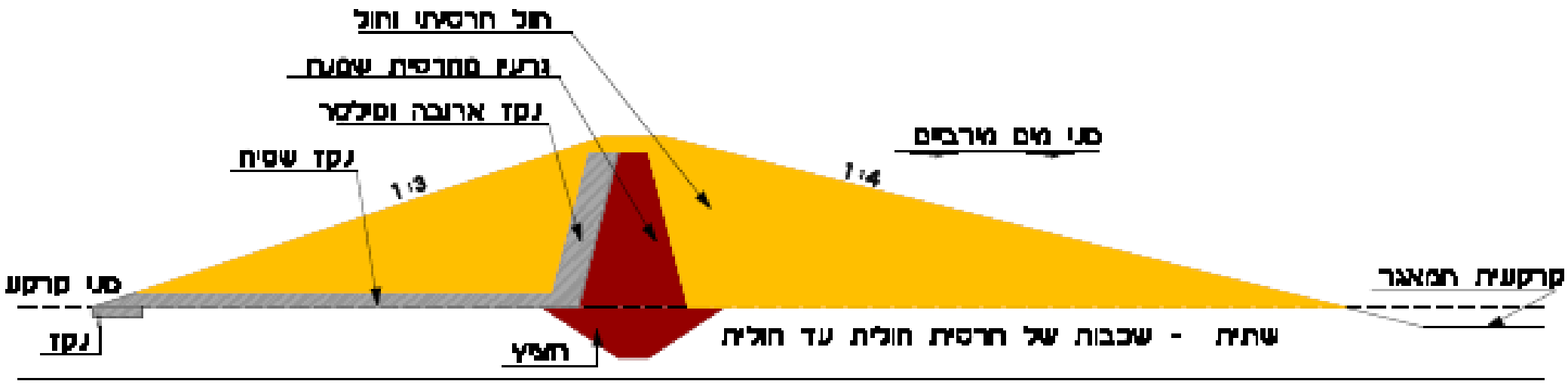
- הימנעות משימוש בקרקעות עם הרכב סחיף כמו לס וקרקעות דיספרסביות בגלל ערכי S.A.R. גבוהים.

- איטום משולב בניקוז, חציץ שחודר לשתית, גרעין חרסיתי, נקז ארובה, נקז בוהן. (האמצעים האלו יעילים גם כנגד גלישת הפן המורדי)

ביצבוץ מים בבוהן הפן המורדי – סכנה למיחתור / מינהור

תכנון מקורי של סוללת מאגר נען

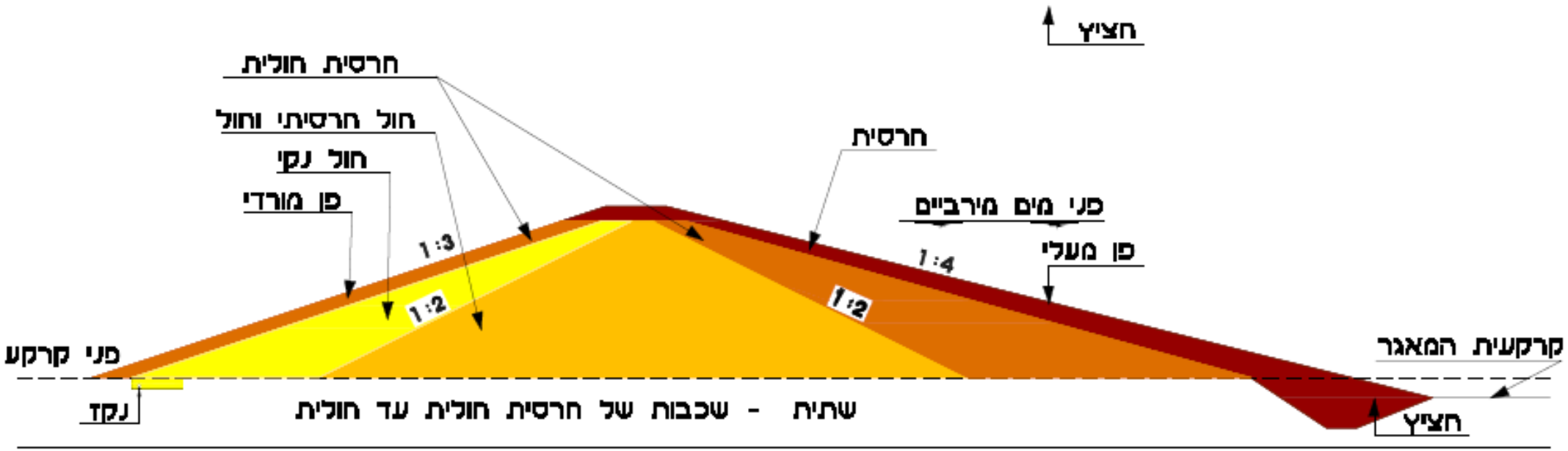
גרעין וחציץ מחרסית + נקז ארובה



איור 3: סכר מאגר נען - חלופה תכנונית המבוססת על גרעין חרסיתי ברצף עם חציץ, ונקז ארובה. תכנון - משרד צפריר וינשטין

תכנון חלופי של סוללת מאגר נען

בניית הסוללה מקרקע אטימה מהצד הפנימי ומעבר הדרגתי לקרקע חדירה כלפי חוץ



איור 2: סכר מאגר נען - חלופה תכנונית המבוססת על קרקע אטימה באזור הפן המעלית ומעבר הדרגתי לקרקעות חדירות יותר למים כלפי הפן המורדים

חרסית מהודקת בצד הפנימי

חומר גס וחדיר למים בצד החיצוני

נקז ארובה
בבניה

נקז ארובה בבנייה במעבר מחרסית לקירטון בסוללת מאגר רמת שריון - פילטר ונקז בתבניות

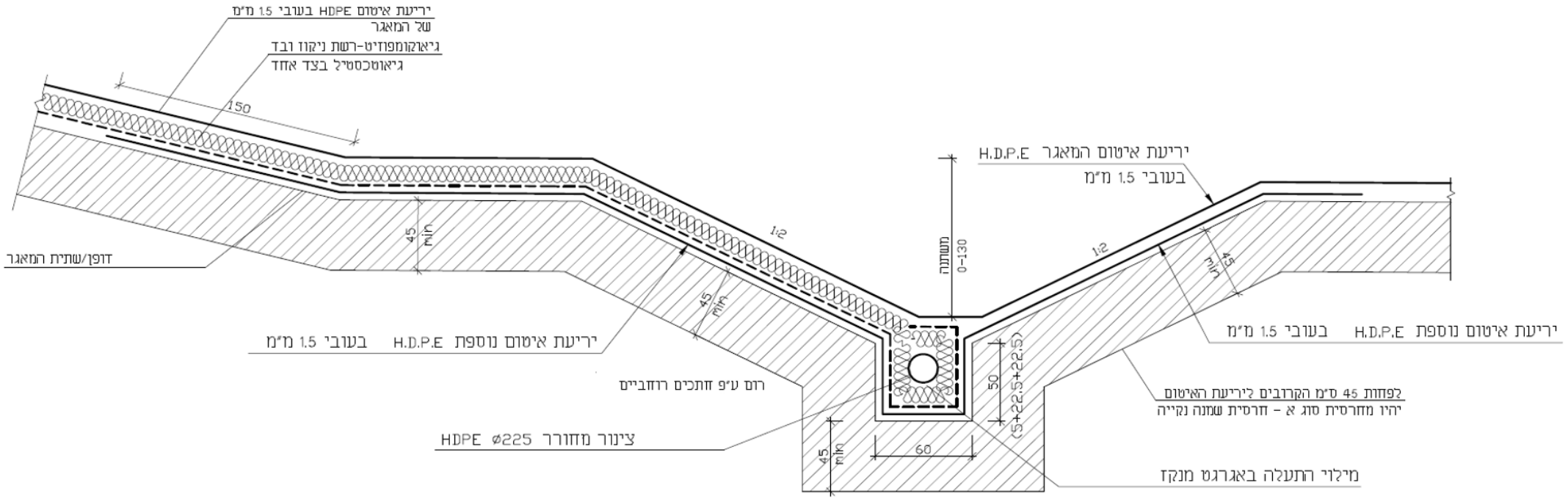
08/01/2020

פילטר חול ונקז גרנולארי מדורג

בניית נקז בחפירה ללא תבניות

מילוי בחומר המנקז שמתחבר לנקז מהשלב הקודם

תחתית מערכת של איטום כפול עם רשת ניקוז וחיבורה לנקז בהיקף קרקעית מאגר.

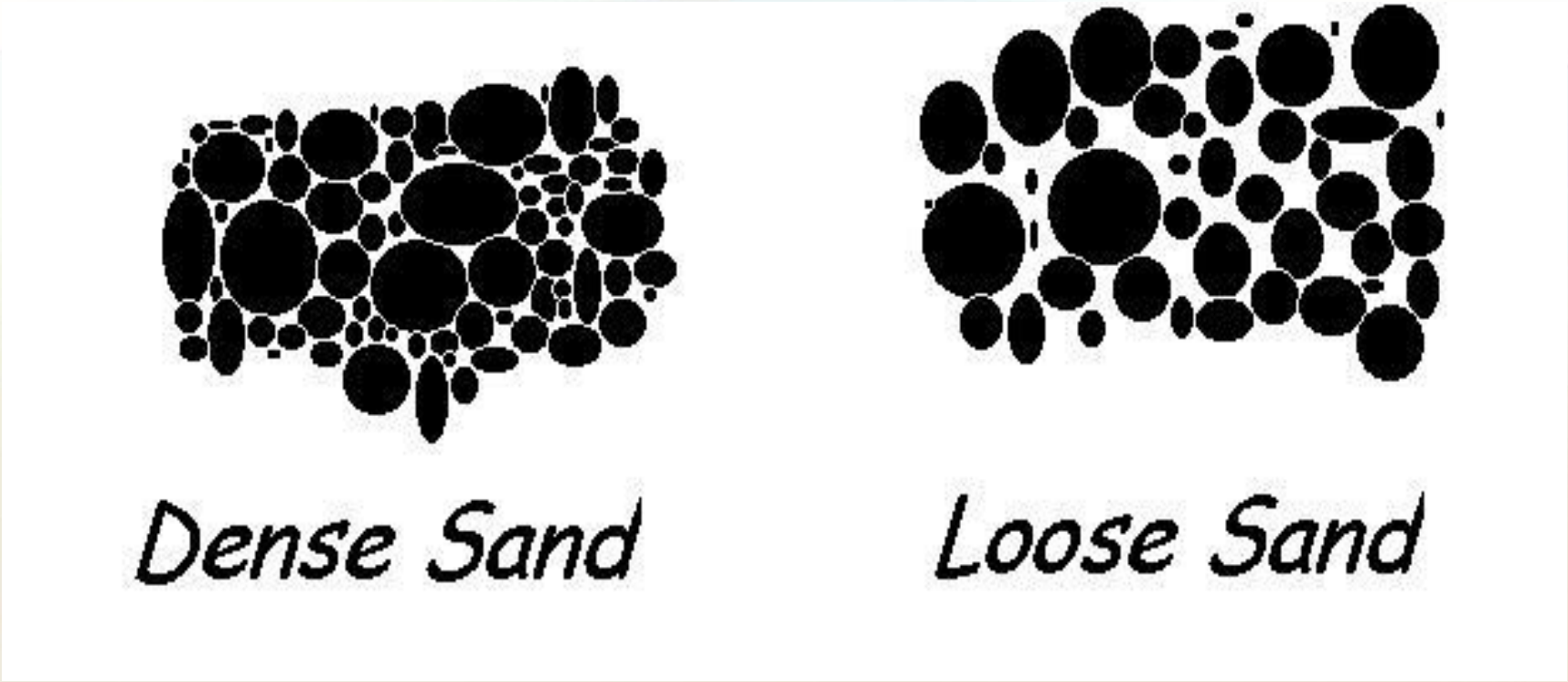


איור 4 : תחתית מערכת של איטום כפול עם רשת ניקוז וחיבורה לנקז בהיקף קרקעית מאגר.

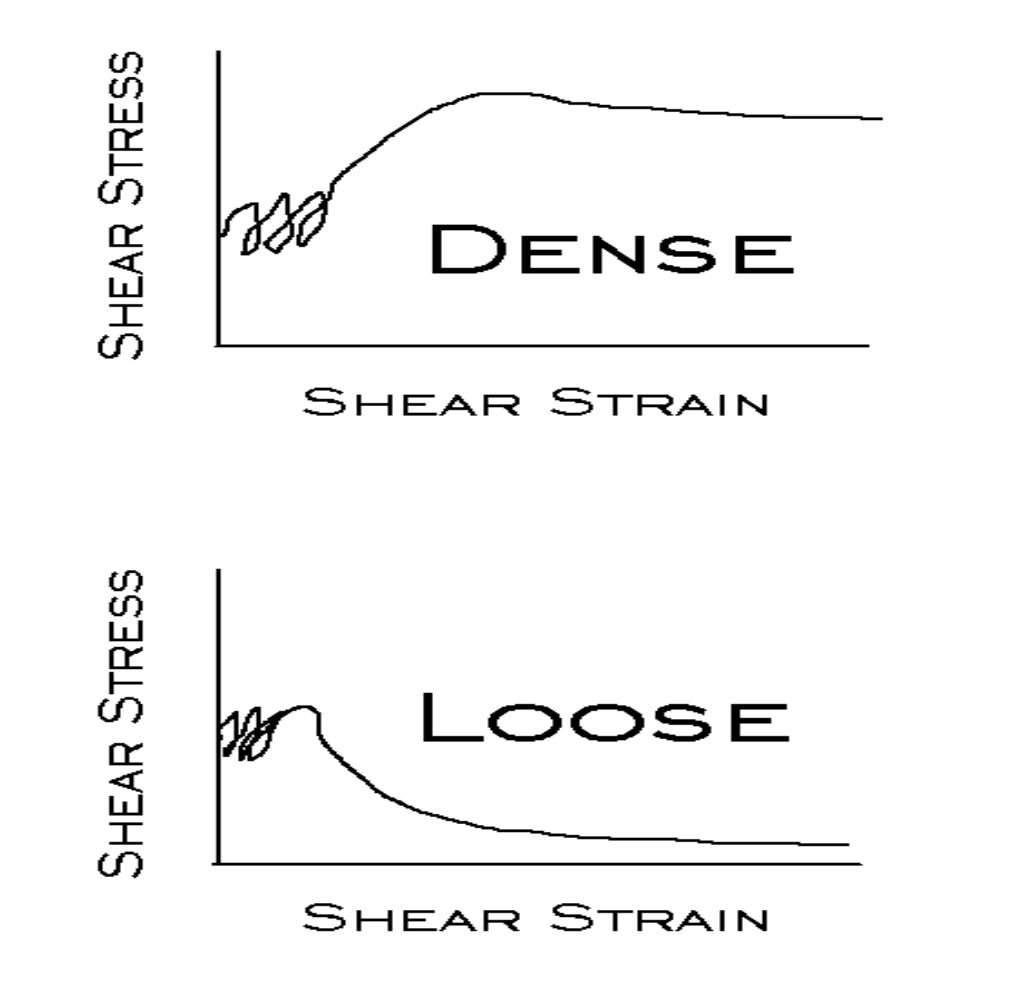
בניית חציץ עמוק מחרסית שחודר שכבות בעייתיות בשתית. חיוני במיוחד בחציית ערוצים או מעבר מעל עורקי ניקוז קבורים

פריצת סכר כתוצאה מאי חציצה של עורק ניקוז קבור

בניה על שתית חולית רפויה (שאינה דחוסה) – סכנת התנזלות ברעידת אדמה



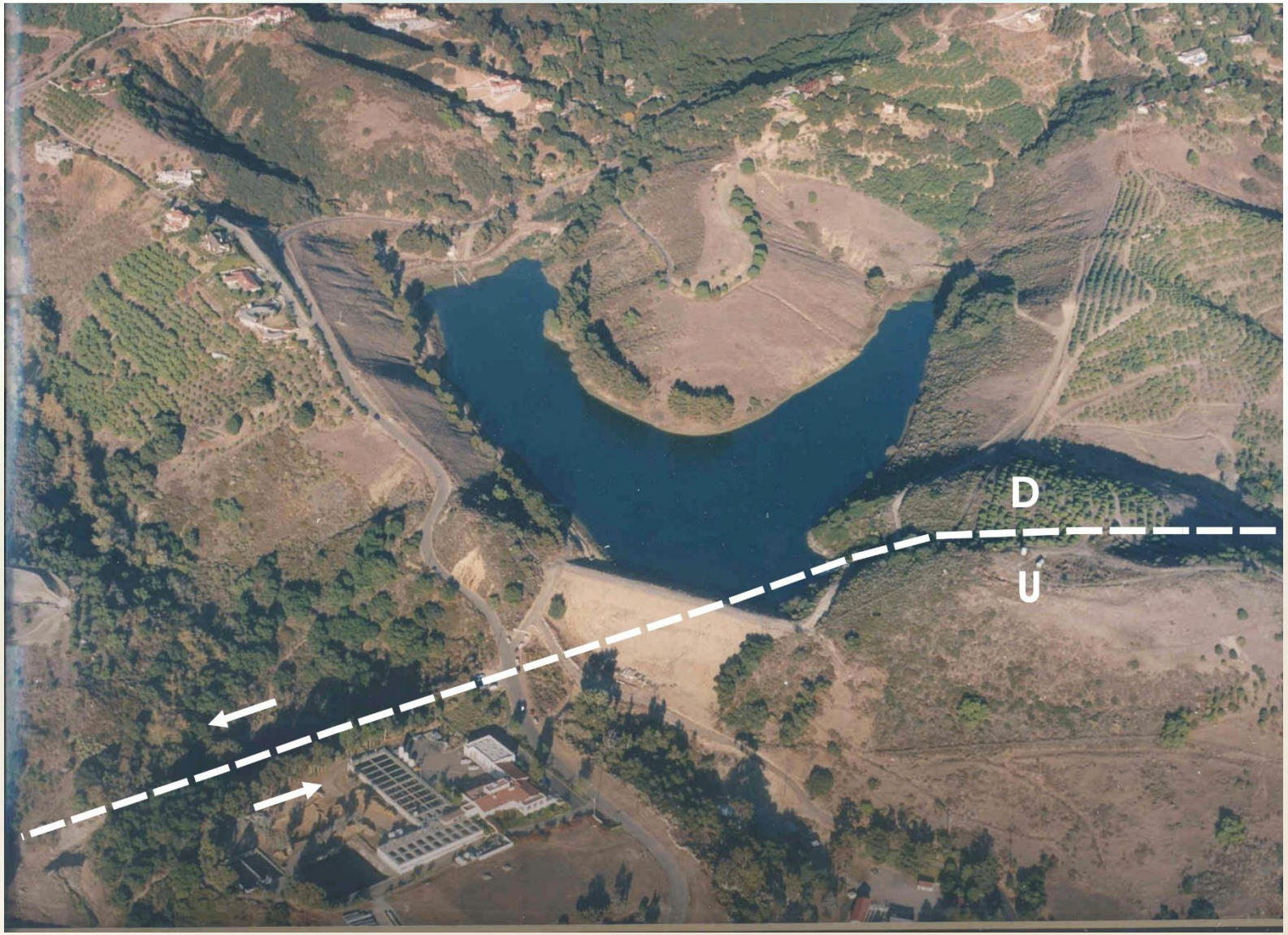
בדיקת מאמצי גזירה של דוגמאות חול דחוס מול חול רפוי



Liquefaction of Foundations

These apartments were built on loose hydraulic fill sand.

Lauro Dam - Splay of Mission Ridge Fault in Foundation



הרס מבנה שנבנה על קו העתק – תזוזה של השתית

Fault Rupture in Foundation

סחיפה של מעטפת העפר סביב צינור שחוצה את תחתית הסכר

נזק למגלש עודפים
כתוצאה מזרימה
חזקה, סדק בסוללה או
שקיעה שלה

סידוק עמוק כתוצאה מהידוק לקוי או משקיעה דפרנציאלית

עלול לגרום לגלישת המדרון

תודה על ההקשבה