

מעומק התעלה. כלומר הלחץ איננו משתנה ב-60% הבאים, לאחר 20% מהעומק ההתחלתי. לאחר שעוברים את 80% מהעומק של התעלה שוב משתנה הלחץ אלא שהפעם הלחץ על הדפנות הולך וקטן עד שבתחתית התעלה הלחץ למעשה הוא אפס.

היכן למקם את חיזוקי הדיפון

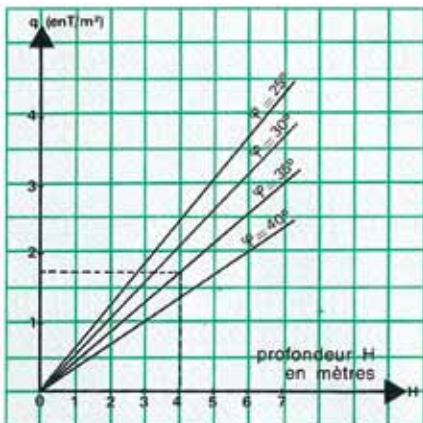
ועכשיו בחזרה לדרישת תקנה 119 (א), שכזכור קובעת בין היתר שדפנות התעלה יחדרו לעומק מספיק מתחת לקרקעית: אם לפי איור 3, ששורטט על סמך ניסויים רבים, הלחץ על דופן התעלה הוא אפס - הן בראש התעלה והן בתחתיתה - נשאלת השאלה היכן למקם את החיזוק בין הדפנות.

תקנה 119 (ב), אומרת: "הדפנות משני צידי תעלה חולית ייתמכו על ידי משענות אופקיות לכל אורכה בעומקים וברוחים מתאימים ביניהם, לפי הצורך".

תקנה 119 (ג) אומרת ש"המשענות יותקנו בשני צידי התעלה החולית זו מול זו ויחזקו בחיזוקים ברווחים מתאימים זה מזה, לפי הצורך".

העומקים המתאימים המוזכרים לעיל, יימצאו בהתאם לאיור 2, בטווח שבין 20% מהעומק ועד ל-80% מהעומק. בעומקים הללו הלחץ על הדפנות הוא מרבי. אין טעם במשענות וחיזוקים קרוב מאד לשפת התעלה, או לתחתית שלה מפני ששם (ז"א על שפת החפירה או בתחתית שלה) הלחץ הוא 0.

איור 4: גרף המאפשר קריאה ישירה של לחץ האדמה על דופן התעלה, כפונקציה של עומק וזווית המנוחה הטבעית של האדמה. דוגמה: בעומק 4 מטרים, כאשר זווית המנוחה הטבעית של האדמה היא 35 מעלות, הלחץ הוא 1.7 טון למטר בריבוע



התנאים שלהלן:

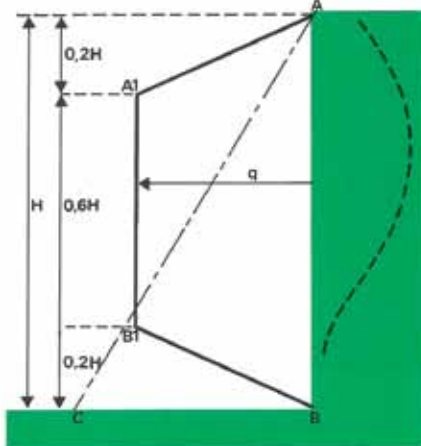
- צורת הדופן והחומר שממנו הוא עשוי;
- גודל לחץ העפר הצידי ופירוט;
- רוחב התחתית ועומקה;
- השפעת מי-התהום על עילוי התחתית;
- השפעת גורמי האקלים העונתיים;
- המאמצים והעיוותים בקיר החפירה בזמן החפירה ולאחריה;
- סלע מרובד;
- הורדה של מיפילס מי התהום;

תכן הדיפון יהיה לפי עומק החפירה, כנקוב בתקנות הבטיחות בעבודה.

התפלגות העומס על הדפנות

קארל פון טרזגי, היה מהנדס אוסטרי (נולד ב-1883 בפראג ונפטר ב-1963 במסצ'וסטס, ארה"ב), והוא נחשב לאבי תורת מכניקת הקרקעות. פון טרזגי חקר ושרטט את השוני במאמצים המופעלים על דפנות התעלה בהתאם לעומקה (איור 3).

איור 3: לחץ האדמה על דופן התעלה כפונקציה של עומק וזווית המנוחה הטבעית של האדמה



מהו העומס המופעל על ידי האדמה על דיפון בתעלה?

עומס זה מוצג באופן תיאוריטי ע"י הישר AC (איור 3), כאשר H = עומק החפירה במטרים. Q = הלחץ בטון למ"ר.

עם זאת, ניסויים רבים הראו שהעומס הפועל על דופן התעלה, במקום שיגדל ככל שהעומק גדול יותר, הוא נשאר קבוע בחלק משמעותי של עומק התעלה. עומס זה מיוצג ע"י הטרפז: A, A1, B1, B, (באיור 3).

מעיון באיור 3 ניתן להסיק שב-20% הראשונים של החפירה, הלחץ על הדופן הולך וגדל באופן לינארי. לאחר 20% הראשונים הלחץ נשאר קבוע עד 80%

אפשר לחשוב שככל שנעמיק יותר העומס על דפנות התעלה ילך ויגבר, בדומה ללחץ ההידרוסטטי הפועל על דפנות הכלי (איור 2), אשר גובר ככל שהעומק גדל. אבל לא כך הוא. העומס על דפנות התעלה אינו גדל באופן לינארי, ויש לעובדה זו משמעות מבחינת הדיפון.

הדרישה בתקינה הישראלית לדיפון

בישראל קיים מיפרט של מכון התקנים - מפמ"כ 406 משנת 1993 - המתייחס לנושא דיפון, חפירות, בורות תעלות להגנת העובד. במיפרט יש הפניה לתקנים ישראלים ותקנים בריטיים בנושא חפירת תעלה והדיפון שלה.

במיפרט מצוין בין השאר כי תכן הדיפון ייעשה בדרך כלל על ידי מהנדס, למעט מקרים המפורטים בנספח. כמו כן, תכן הדיפון ייעשה לכל עומק החפירה לפי "סקר האתר" כמפורט בתקן הישראלי ת"י 940 ולפי פרטי התכן, המפורטים בתקן הבריטי BS 6031-1981 כלהלן:

- יציבות מקומית וכללית;
- מקדמי בטיחות חלקיים;
- מי-תהום ותנאי ניקוז;
- התקנת הדיפון והסרתו;
- קיים הדיפון בחפירות.

בנושא העומסים צוין במיפרט ש"תכן העומסים ושילוביהם השונים, המפורטים בתקנים הישראליים ת"י 412 ות"י 940, יתחשב בקבלת העומסים האופייניים הקבועים והשימושיים האופקיים (לחץ קיר העפר) על הדופן.

התכן ייעשה בהתאם לחישובים סטטיים המתבססים על בחינה יסודית של כל העומסים שלעיל (גם ממבנים סמוכים, מעבודות עפר, ממילוי, מכלים מכניים באתר, מתחבורה, מצידוד נייד וכד'). בשילובי העומסים יצורף גם העומס ההידרוסטטי המקסימלי הצפוי.

העומס האופקי על הדופן יוגדל במקדמי הבטיחות החלקיים כמפורט בתקן הישראלי ת"י 412.

בתכן דיפון של חפירה פתוחה לשנה או פחות ישולב - לפי שיקולי המהנדס - "עומס אקראי, כמפורט בתקן הישראלי ת"י 412".

בנושא היציבות צוין כי "יציבות הדיפון תחושב כמפורט בתקן הבריטי: BS 6031-1981, ותביא בחשבון את

דעו יותר - קבלו יותר

הצטרפו לחוג העמיתים של המוסד לבטיחות ולגיהות 03-7715210