

## בנייה באדמה

אדמה הוא חומר בו משתמש האדם לבנייה כבר אלפי שנים. ניתן למצוא היום אתרי עתיקות עם מבנים מלבני אדמה (גם בארץ), מה שמעיד שמסתבר שאדמה היא גם חומר די טוב לבנות בעזרתו. בעולם השלישי הוא חומר הבניין המקובל עד היום. באירופה ישנן אחוזות מאדמה מהמאה ה-15, בתימן ומרוקו יש ערים שלמות הבנויות מאדמה, בארצות הברית בתים מבאלות של קש בני יותר ממאה ובאפריקה- אנחנו מכירים את התמונות של הבקתות העגולות... ככולם גרים עד עצם היום הזה.

יש כמה שיטות לבנייה באדמה:



**קוב (cob)**-תערובת של חרסית חול וקש ארוך הניבנות באופן חופשי (ללא תבניות) פשוט מניחים גושים גדולים בשכבות ובונים מלמטה למעלה. בסוף יוצא שכל הבית הוא יחידה אחת. צריך לחכות ששכבה אחת תתיבש לחלוטין בכדי לעלות לשכבה הבאה.

**לבנים (adobe)**- מכינים תערובת של חרסית חול וקש ארוך, שמים בתבניות ומייבשים בשמש ובונים כמו בלוקים ולאחר מכן מיישמים טיח אדמה.



**אדמה דחוסה (rammed earth)**- אדמה הנדחסת בכוח- פטיש 5 ק"ג בצורה הבסיסית או מכבשים הידראוליים בצורות מתקדמות יותר- לתוך תבניות של לבנים או לתוך תבנית של קיר, ללא שום חומר נוסף. זהו תהליך המדמה תהליכים גאולוגיים של היווצרות סלע.

**Wattle & dobe**- בניית מסגרת מענפים/סופים וציפוי שלו בשכבת טיח בוץ.



**באלות קש (strawbale)**-

בנייה בחבילות קש, כמו בבלוקים גדולים וכיסוי בטיח.



קיימות גם שיטות נוספות. כל השיטות האלו מקבלות תחיה מחודשת היום בכל רחבי העולם, כחלק מתהליך המודעות לבעיות האקולוגיה בעולם. רוב השיטות האלו (אולי חוץ מאדמה דחוסה) רלוונטיות לנו כמדריכי נוער ויכולות להוות בסיס לפעילות עם חניכים.

## אדמה- רקע.

כל אדמה מורכבת מגרגרים הגדלים שונים.

גרגרים גדולים - חול - מתפורר כשמתייבש, גרגרים לא מחזיקים מבנה. מהווה את אבני הבניין של התערובת.

גרגרים קטנים (אבק) - חרסית - יוצרים מטען חשמלי חזק שמושך הרבה מים. בוצי ודביק, מתנפח במים, נסדק בייבוש. כשיש באדמה גושים/רגבים זה מעיד על כך שיש כוח שמחזיק את הגרגרים למרות כוחות שפועלים עליהם - רוח, שמש. מהווה את הדבק של התערובת.

בבניה בבוץ רוצים להגיע לחומר מאוזן - ערבוב של תכונות החול והחרסית: החרסית תדביק את החול וכך יהיה לנו חומר יציב שלא נסדק ולא מתפורר.

קש/סיבים - כמו הברזל בבטון: מחזק את החומר, מחזיק את הבוץ, מוסיף גמישות וחוזק, מאזן - מוריד ריכוז של חרסית (מתחרה עם החול על החרסית).

כלל אצבע - להשתמש בחומרים שיש לנו בשפע בסביבה שלנו - אם זה קש, שאריות אוכל של פרות, גללי חמורים, שאריות נייר או כל חומר אחר.

## איך יודעים את הנוסחה המדוייקת לערבוב?

אין כמו ניסוי וטעיה:

כדי להגיע ל"מתכון" האופטימלי עבור האדמה המקומית שלנו, יש לבצע מחקר קטן. מה שנעשה בעצם זה ליצור תערובות בהרכבים שונים (כשכל החומרים מקומיים - האדמה, החול, הסיבים, המים) לרשום את המינונים ולאחר ייבוש לראות איזה תערובת נותנת לנו את התוצאה האידיאלית. היחסים יוגדרו כך - חומר אחר:סיבים:חול:אדמה כשאחוז עובדים כל הזמן עם יחידת נפח זהה, ועם חומרים יבשים. מבחינת מים - בתערובת הראשונה מודדים כמה מים צריך להוסיף כדי להגיע למרקם "חמוס" בוצי, ולפי כמות זו עושים גם עם שאר התערובות. מינון קש יהיה בדרך כלל: חול ועוד אדמה לחלק לשתיים.

מחלקים משטח/לוח גדול למרובעים של 20/20 ס"מ, בכל ריבוע שמים דגימה מתערובת מסויימת ולידה רושמים את המינונים. מומלץ גם לעשות יומן מעקב למקרה שהרישום ידהה בשמש. התערובת הראשונה שנעשה תהיה רק של האדמה המקומית עם מים, כלומר 1:0:0, קש:חול:אדמה מקומית. לאחר מכן ננסה 1:0:1/2 בכדי להוסיף חוזק (מהקש). אחר כך נמשיך לשחק עם זה בקפיצות של חצי בחול ונתאים את כמות הקש (חצי מסך החומרים היבשים). את התערובת נמרח בשכבה בעובי 2 ס"מ, וחצי ממנה נלחץ עם מסטרינה כדי לראות איך החומר מתנהג תחת לחץ. את התוצאות אפשר לשפוט רק כשזה יבש לחלוטין - 3 ימים עד 3 שבועות, תלוי באקלים. אם יצאו שתי תערובות שנותנות תוצאות טובות באותה מידה, נעדיף את זו עם החומרים שיותר זמינים לנו.

מקור האדמה - אדמה עילית מלאה בחומרים אורגנים, שטובים לחקלאות ולא תורמים ליציבות החומר. לכן נעדיף להשאיר אותה לשימוש האופטימלי שלה, ונשתמש באדמה מעומק ביניים (למשל אדמה שהוצאה בחפירה של יסודות וכד').

בעמק חפר יש כמה סוגים של אדמה, חרסיתית מאוד (באזור נחל אלכסנדר למשל או גן יאשיה) וחולית מאוד (גוש חי"ה והסביבה) וניתן, על ידי ערבוב שלה להגיע לנוסחה מדוייקת ללא שימוש בחומרים קנויים.

## איך מערבבים?

שמים בגיית חצי דלי מים עם דלי אדמה, מערבבים היטב שהכל יירטב ונותנים לזה לשבת לספוח את המים ולהמיס את הרגבים. כמה זמן? תלוי בכמות החרסית בקרקע. חרסית טהורה דורשת 24 שעות. פשוט תנסו ותראו שכל הרגבים התפוררו ונמסו במים. בכדי להאיץ את הזמן אפשר לרסק את האדמה לרגבים קטנים.

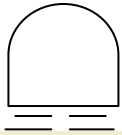
אחרי שהמתנו כמה שנדרש (יש האומרים 8 דק' קוסמיות...) מכניסים את החול לתערובת ע"י פיזור שווה על כל שטח הפנים בגיית ומערבבים לקבלת עיסה אחידה במרקם של חמוס. לאחר מכן מוסיפים את הקש ובודקים שהגענו לסמיכות הרצויה (אם סמיך מידי להוסיף מים, אם דליל מידי להוסיף חומרים יבשים, לפי נוסחת היחסים שהגעתם אליה במבדקים שערכתם). מי שהאדמה שלו מאוד חרסיתית יכול להשרות יום קודם, אבל לא לשכוח לקחת בחשבון שהאדמה תופחת ומתלאת מים אז לזכור כמה השרתם במידות של חומר יבש ולהתאים את שאר החומרים לאותה כמות.

**ציוד:**

**דליים, גיגיות, תבניות עץ מלג'ים, ספוגים, אדמה, חול, קש, חרסית (אם יש צורך).**

## לבני אדמה

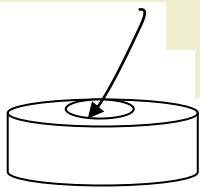
מרטיבים תבנית עץ (שבניתם מבעוד מועד, רצוי מלוח מצופה פורמייקה, גודל תבנית של לבנה יכול להשתנות אבל היחס בין הגובה לרוחב לאורך חייב להישמר 1:2:4) במים, מניחם מעל לוח דיקט, דוחסים את התערובת היטב פנימה כך שלא ייווצרו חללים ובועות אויר באמצע, ומרימים את התבנית. מניחים לייבוש בצל, על לוח. יום יומיים אח"כ, תלוי במזג האויר שמים את הלוח על הצד, מחזיקים בלבנה, נותנים מכה קטנה והיא נופלת. אפשר להשתמש כשיבשה למגע. לטבול במים לפי ששמים ולהדביק עם תערובת רטובה.



ניתן לבנות צורת קשת על ידי שימוש בתבנית. מניחים את התבנית על שני לוחות קטנים (בשביל שאפשר יהיה לשחרר אח"כ, ועלי התבנית מסדרים את הלבנים ומדביקים עם כמות חומר לפי הצורך. למחר כבר אפשר להוציא את התבנית. ניתן לבנות תבנית מדיקט או מקרטון מחוזק, כמו ברהיטים. הקשת בפני עצמה לא חזקה כי אין מה שמחזיק את הקצוות שלה. היא חזקה בתוך קיר או חלון או אם מטוייחת ב-5 הס"מ הרגלים.

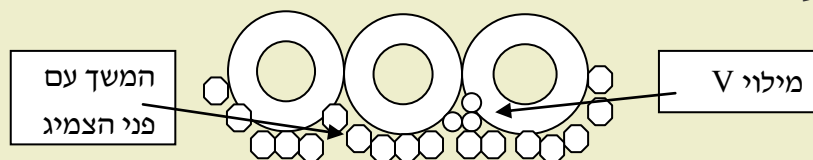
## ספסל בוץ וצמיגים:

לפני הכל- עיקרון בסיסי בבניה באדמה- נקרא לו עיקרון "המגפיים והכובע"- כשהיינו ילדים ויצאנו החוצה בגשם אמה שמרה עלינו ממזג האויר ושלחה אותנו עם מגפיים, מעיל ומטרייה. בגלל שאדמה היא רגישה באופן יחסי למים, אנחנו צריכים לשמור גם על המבנים שלנו על פי אותו עיקרון- אסור שהאדמה תיגע בקרקע בכדי שלא תעלה לחות מהקרקע אל תוך המבנה וכדאי שתהיה מורמת גם בגלל התזה של מים הפוגעים בקרקע בסביבת המבנה. רצוי שנבנה את המבנה מתחת לגג בכדי שישמר או שעשה גימור מתאים לעמידה במזג אויר עם בטון (פירוט בהמשך).



בסיס: צמיגים דחוסים בפסולת/חצץ/חול. חשוב להכניס גם מתחת לשולי הצמיג. אם משתמשים בפסולת אז לא לשים מתחת או קרטון במגע עם האדמה. אם עושים עם חול אז מעליו לשים שכבה אטימה כדי שהלחות לא תטפס כלפי מעלה. תערובת הבוץ נתפסת טוב על הצמיג ואין צורך ברשת לולים. יש להקפיד שהפסולת לא חורגת מלמעלה.

לאחר סידור תצורת הספסל הרצויה וייצובה מסדרים מסביב אבנים בכדי שטיח הבוץ לא ייגע ישירות בקרקע. אפשר לשמור על פני השטח העגולים של הצמיג או ליישר אותם. החלטה אסתטית בלבד. אם מחליטים ליישר צריך לעשות "מילוי V" על ידי חצץ בשכבה תחתונה ופסולת בצורת גליל (בקבוק לדוגמא) בשכבה עליונה בכדי ליישר קו עם האבנים.



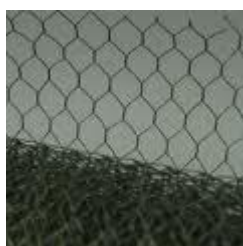
**שכבה ראשונה**- שכבה דלילה יחסית, עשירה בחרסית (פי 2 מהנוסחה אליה הגעתם) ובסיבים, משמשת דבק בין הטיח לספסל. את התערובת מכינים בדומה לזו שפוטת לעיל רק שהמרקם הוא של טחינה ולא חומוס. מיישמים מלמטה למעלה, שכבעה בעובי כ-1 מ"מ, תוך כדי ג'עג'וע. לפני היישום יש לשטוף עם ספוג את הצמיגים. לא צריך שהשכבה הזו תהיה חלקה. צריך שיהיה לשכבות הבאות איך להיתפס.

**שכבה שניה/שלישית** - מדובר בתערובת עם היחסים אליהם הגעתם במבחן הלוח, אך מפני שיש לטיח חלק משמעותי בחוזק של הספסל אנחנו רוצים להגיע לשכבה של 5-7 ס"מ, שאי אפשר ליישמה בבת אחת אז אנחנו עושים את זה בשתי שכבות (בכדי שלא יסדק). מיישמים אותה על שכבה קודמת לאחר ייבוש מלא. איך? ממלאים דלי בתערובת המוכנה, מרטיבים את פני השטח בעזרת ספוג או ריסוס מים, מדללים קצת תערובת בחלק העליון של הדלי ויוצרים מעין דבק בוץ ומורחים שכבה דקה על כל השטח שעליו רוצים לשים את השכבה השניה. אם עובדים כמה אנשים אז מחלקים את השטח בין אחד לשני. עושים כדורים בגודל קלמטינה ומטיחים בעדינות על הקיר (שיידבק אבל שלא ישפריץ) ומורחים עם היד או (מה שעדיף) ישירות עם המלג' (כף בנאים), תוך כדי לחיצה וג'עג'וע. להקפיד לשים שכבה בין 2-3 ס"מ, לא יותר ולא פחות. לשאוף ליצור פני שטח חלקים וישרים כמה שניתן. אם אמורה לבוא עוד שכבה לאחר מכן אז לאחר ההחלקה לעשות פסים עם המלג' או נקודות עם האצבעות שיהיה לשכבה הבאה איך להיתפס. ניתן להגיע עם השכבות האלו לתוצאות מאוד יפות ולא בהכרח צריך שכבת גמר.

**שכבת גמר ועיטורים** - יש לעבוד עם חומרים מסוננים בנפה או רשת חלונות (אדמה וחול) ועם קש גרוס דק או גללים של סוסים/חמורים. היחסים בין האדמה לחול לקש נשארים דומים. קש לא חובה למי שרוצה מרקם חלק יותר. זו צריכה להיות תערובת שבמבחן הלוח יוצאת קשה וללא סדקים. (גם ללא סיבים).. לעיטורים התערובת צריכה להיות יבשה, שאפשר לשחק איתה. לטיח צריך לדלל קצת יותר ולמרוח עם מלג', שכבה דקה 2-3 מ"מ על הקיר ולשאוף להחליק כמה שיותר (אח"כ מה שלא הצלחנו להחליק מחליקים עם ספוג לך) ניתן גם ליישם כצבע, בעזרת מברשת, ולשם כך יש לדלל אותו יותר. בכדי לעטר צריך להרטיב את הקיר, למרוח קצת "דבק" (בוץ דליל) ולעצב.

**איטום** - לאחר סיום המבנה צובעים אותו בשמן צמחי. זה אוטם נגד מים ומוסיף יציבות. עושים 4 שכבות - הראשונה רק שמן, השניה 25% טרפנטין, השלישית 50% טרפנטין והאחרונה 75% טרפנטין. הטרפנטין מדלל את השמן וגורם לו להיכנס יותר לעומק. יש לחדש את שכבת השמן כל שנתיים בערך.

**איטום בבטון** - אם המבנה שלו עומד חשוף לפגעי מזג האויר, למרות שזה לא ממש אקולוגי כדאי לסגור



אותו בשכבת בטון. על שכבה האדמה השלישית, לאחר שפני המבנה ללא בליטות ולאחר שחיספסנו אותם בכדי לקבל את השכבה הבאה, יש עטוף את המבנה עם רשת לול (משושים מחוט ברזל דק יחסית השזורים אחד בשני) ולצפות בעוד סנטימטר של בטון. אפשר גם לנסות להוסיף כ-10 אחוזים של מלט לתערובת טיח האדמה, זה עושה עבודה טובה.