

Kaki Hunter and  
Donald Kiffmeyer

# Earthbag

## BUILDING



The Tools,  
Tricks and  
Techniques

A **MOTHER EARTH NEWS** Book for Wiser Living

*Traducerea de față se bazează pe ediția princeps publicată în 2004 de editura canadiană New Society Publishers.*



**Imaginea Bibliotecii de *Arhitectură verde*:**  
*„Casa Verde“ din Sasca Montană, județul*  
*Caraș-Severin (arhitect Ileana Mavrodin).*



**KAKI  
HUNTER**

**DONALD  
KIFFMEYER**

# CONSTRUCȚIA CU SACI DE PĂMÂNT

TEHNICI, TRUCURI ȘI UNELTE

## Cărțile traduse gratuit de TEI

1. Sepp Holzer, **Permacultura. Ghid practic pentru agricultura la scară mică** [Permacultură]
2. Edward Faulkner, **Nebunia aratului** [Agricultură sustenabilă]
3. Masanobu Fukuoka, **Revoluție într-un spic** [Agricultură sustenabilă]
4. Ianto Evans, Leslie Jackson, **Încălzitoare cu masă termică** [Tehnici și meșteșuguri]
5. E.F. Schumacher, **Mic înseamnă frumos** [Economie alternativă]
6. Tony Dutzik, Elisabeth Ridlington, John Rumpler, **Adevăratul preț al gazelor de șist** [Postcapitalism]
7. Joël Carbonnel, **Gestul corect** [Agricultură sustenabilă]
8. Ianto Evans, Michael G. Smith, Leslie Jackson, **Casa la înde-Mână. Un ghid practic și filosofic pentru construcția casei din cob** [Arhitectură verde]
9. David R. Montgomery, **Țărână. Cum se fac praf civilizațiile** [Pedologie]
10. Joseph A. Coccanouer, **Buruienile, protectoarele solului** [Agricultură sustenabilă]
11. Rolfe Cobleigh, **Ferma oamenilor. Facerea uneltelor** [Tehnici și meșteșuguri]
12. J. H. Kunstler, **Îndelungata Criză. Cum să supraviețuim catastrofelor convergente ale secolului XXI** [Postcapitalism]
13. Becky Bee, **Cărticica meșterului cobar** [Arhitectură verde]
14. G. K. Chesterton, **Regulile normalității** [Economie alternativă]
15. Ariane van Buren (ed.), **Manualul chinezesc al biogazului** [Tehnici și meșteșuguri]

16. Coline Serreau, **Soluții locale pentru o dezordine globală** [Agricultură sustenabilă]

17. Charles Eisenstein, **Economia sacră. Banii, darul și societatea în epoca tranziției** [Economie alternativă]

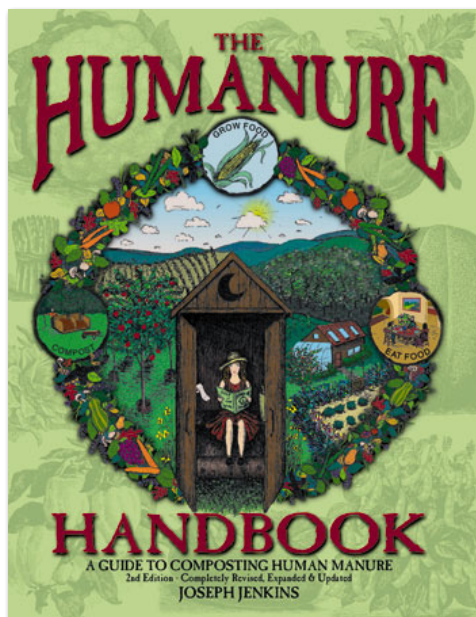
18. Hugh Piggott, **Cum să ne construim un motor eolian** [Tehnici și meșteșuguri]

19. John Seymour, **Întoarcerea la obârșie. Cartea completă a auto-suficienței** [Agricultură sustenabilă]

20. Wendell Berry, **Ce contează cu adevărat? Economie pentru renașterea unei societăți a bunăstării** [Economie alternativă]

## Următoarele lucrări traduse gratuit de TEI

Joseph Jenkins



*Umranița - un ghid de treabă... mare!*

Bill Mollison



*Introducere în permacultură*





**KAKI**  
**HUNTER**

**DONALD**  
**KIFFMEYER**

**CONSTRUCȚIA CU SACI**  
**DE PĂMÂNT**

**TEHNICI, TRUCURI ȘI UNELTE**

Ediția I în limba română



# Aprecieri

*"Acest ghid atrăgător și complet pentru construcțiile cu saci de pământ este amuzant, foarte bine scris și mustește de idei bune și de ilustrații senzaționale. Atunci când termini această carte, nu mai ai de făcut decât un singur lucru: să treci la treabă!"*

**Dan Chiras, co-autor al lucrării *The Natural Plaster Book (Cartea finisajelor naturale)*,  
autor al lucrărilor *The Natural House, The Solar House* și *Superbia! 31 Ways to Create Sustainable Neighborhoods (Casa naturală, Casa solară și Superbia! 31 de moduri pentru a crea vecinătăți sustenabile)***

*"Practicienii construcțiilor naturale precum Kaki și Doni au perseverat de-a lungul anilor de eșecuri și erori, predând, învățând, inovând și devenind lideri respectați ai comunității construcțiilor naturale. Așa cum demonstrează cartea *Construcția cu saci de pământ*. Tehnici, trucuri și unelte, Kaki și Doni sunt inteligenți, jucăuși, înțelepți, buni profesori și au foarte multă experiență practică directă de împărtășit despre modul cum se transformă sacii de pământ și tencuielile de var/pământ în clădiri frumoase și senzuale. Ne înclinăm adânc în fața acestor campioni ai construcțiilor naturale, care (acum știm!) fac lucruri de-adevăratelea, lucruri care te transformă, oferindu-ne metode la îndemână pentru a ne îndeplini nevoia noastră fundamentală de adăpost în moduri reconfortante și sustenabile deopotrivă pentru pământ și pentru spirit."*

**Judy Knox și Matts Myhrman, *Out On Bale*, Tucson, Arizona, SUA.**

*"Cine ar fi crezut că din niște saci de cereale umpluți cu pământ poți face o casă frumoasă, super-solidă și durabilă? Construcția cu saci de pământ arată nu numai că poți face aceasta, dar și că te poți distra și te poți simți în siguranță în acest timp. Cu umor, integritate și încântare, Kaki și Doni au concentrat prin cuvântul scris și prin ilustrația clară anii lor de cercetare dedicată și de rafinare a procesului și uneltelor acestei promițătoare tehnici de construcție. Abordarea lor detaliată și discuțiile lor obiective despre plusuri, minusuri și aplicări potrivite fac din această carte una obligatoriu de citit și pentru entuziaști, dar și pentru cei sceptici cu privire la construcțiile naturale"*

**Carol Escott și Steve Kemble, coproducătorii filmului *How To Build Your Elegant Home with Straw Bales (Cum să construiești o casă elegantă cu baloți de paie)***





## CINE SUNTEM ȘI CUI NE ADRESĂM

**P**entru orice om lucid, este evident că România de astăzi se află în pragul colapsului, împreună cu sistemul global în care este angrenată. Dacă ar fi doar să enumerăm problemele pe care le avem, dimensiunile acestui cuvânt-înainte ar atinge cote nepermise. De la economie la cultură, de la agricultură la demografie, de la politică la ecologie, de la sănătate la învățământ, practic nu există domeniu în care să nu fie evident dezastrul în care ne aflăm – fie că vorbim, în particular, de „exodul creierelor”, de jaful politic generalizat, de raptul bancar, de rezultatele catastrofale la examenele de capacitate sau bacalaureat sau de calitatea precară a alimentelor pe care le consumăm; de febra consumeristă întreținută permanent de marile corporații, de pământul fertil vândut pe nimic, pe cale să fie otrăvit cu insecticide și pesticide, de izolarea profesioniștilor în favoarea incompetenților sau de profunda decădere morală. Problemele pe care le avem sunt atât de complexe și de interdependente încât a crede că există remedii globale pentru ele înseamnă o naivitate vecină cu orbirea.

Noi, cei din **TEI**, considerăm că nu există decât soluții „la firul ierbii” – soluții demarate și întreținute de oameni care nu așteaptă subvenții de la guvern și sponsorizări de la corporații pentru a face binele. Oameni lucizi și integri, care ridică semne de întrebare asupra direcției în care se îndreaptă lumea, cu noi cu tot. Graba în care suntem siliți să trăim ne-a confiscat timpul de gândire – nu avem timp să discernem între bine și rău, între adevăr și simulacru, între informație și minciună. Iar graba noastră și dezinformarea sunt extrem de profitabile pentru cei care ne repetă zilnic, fără încetare, că soluțiile unice de supraviețuire în ziua de astăzi sunt: job-urile epuizante, creditele pe zeci de ani pentru autoturisme sau locuințe scumpe și ineficiente și consumul dus la maxim. S-a născut pentru a face accesibile informațiile care dinamitează acest mod de gândire. Cărțile traduse de noi demonstrează fără greș că suntem, zi de zi, captivi ai unei imense iluzii – aceea că nu putem trăi decât așa cum trăim acum: stresați, obosiți, vlăguiți de viață, înstrăinați de valorile fundamentale care ne îndreptățesc să ne numim oameni.

În contra unui Sistem al cărui mod de funcționare implică inundarea constantă cu false informații, ne propunem să oferim publicului acele cunoștințe folositoare, Cine sunTem și Cui ne Adresăm Pignorate în mod sistematic de „mainstream” din simplul motiv că de pe urma lor au de câștigat numai oamenii, nu și corporațiile și guvernele. În loc de reziduuri de gândire ambalate țișător, oferim acces la cunoașterea practică. Complet gratuit, dar din dar, fără pretenții, fără trufie și fără clauze ascunse. O bibliotecă a independenței reale față de Sistemul absurd în care am fost aruncați în ultimile decade. O serie de cărți care, nădăjduim, vor fi pașaportul de independență în gândire și în fapte al fiecăruia dintre noi.

Așadar, cui se adresează în principal cărțile traduse de **TEI**?

Oamenilor care știu că veșnicia nu s-a născut la sat ca să moară la oraș. Celor care s-au săturat de asfalt, de blocuri, de rate și de credite și care caută să iasă din acest angrenaj cât mai repede, dar încă nu au curaj, pentru că nu știu că se poate și încă nu știu cum se face. Celor care vor să acumuleze cunoștințe solide de agricultură sustenabilă, permacultură, arhitectură ecologică, energii alternative, tehnici și tehnologii domestice și meșteșuguri. Celor care simt șubrezenia sistemului și naufragiul global către care ne îndreptăm, oamenilor care au redus sau se pregătesc să reducă turația motoarelor, pentru că știu că viteza nu va face decât să grăbească și să amplifice impactul inevitabil cu zidul. Celor care știu că revoluțiile încep din pragul propriei case și tot acolo se termină. Țăranilor nescârbiți de sat și încă nedescurajați, dar și orășenilor care încă stăpânesc mai bine tastatura decât grebla. În fine, tuturor celor care știu că orice bucată de pământ vine la pachet cu fâșia nemărginită de Cer de deasupra ei.

**C**

arta pe care o citești acum pe ecran este rezultatul a sute sau poate mii de ore de muncă migăloasă – traducere, verificare terminologică, adaptare, corectură, editare, punere în pagină și design. Pentru ca această carte să se poată naște, a fost nevoie de nenumărate e-mailuri și de mii de corecturi. Reține că nici un membru al grupului **TEI** – fie el traducător profesionist sau amator - nu este plătit pentru munca sa; tot ceea ce facem, facem gratuit, fără să cerem burse, sponsorizări, fără să solicităm donații și fără să așteptăm medalii, diplome și, eventual, statui în fața ministerului agriculturii. Unii pot numi asta sacrificiu, alții civism, alții tâmpenie crasă și pierdere de timp.

**TEI** nu este umbrelă pentru nici un partid politic sau ONG; nu este proiectul-surpriză al vreunei corporații dornice să-și spele imaginea cu încă o faptă bună care să îi crească vânzările. Nici unul dintre noi nu are de gând să candideze la președinție sau măcar pentru un post la consiliul local la următoarele alegeri.

Și tocmai de asta avem și noi, la rândul nostru, nevoie de ajutorul tău. În schimbul faptului că, prin intermediul nostru, ai acces gratuit în limba română la cărți de importanță fundamentală, pe care nici o editură din România nu a avut puterea sau curajul să le traducă, te rugăm să ne dai o mână de ajutor. Fă un singur lucru - dă mai departe aceste cărți prin orice mijloace posibile. Nu o dată, ci de câte ori poți. Menține-le în viață!

**1.** Cel mai important - printează cărțile **TEI** acasă sau la un centru de copiere. Hârtia durează mult mai mult decât informația digitală, nu costă o avere și, ține minte, valoarea acestor cărți va fi imensă atunci când nu ne vom mai permite luxul de astăzi al informației gratuite. Calculatoarele, hard-disk-urile, DVD-urile au durata de viață mult mai mică decât bibliotecile. Tipărește mai multe exemplare. Unul păstrează-l, pe restul dăruiește-le. Repetă aceasta oricâteori poți.

**2.** Trimite linkul către site-ul nostru – [www.cartidintei.wordpress.com](http://www.cartidintei.wordpress.com) – tuturor prietenilor și spune-le în câteva rânduri despre ce este vorba. Nu le arunca linkul pur și simplu, fără explicații - dă-le detalii, atrage-i să citească, provoacă-i să cunoască. Povestește-le chiar tu despre ce ai descoperit în cărțile **TEI**. Noi am cheltuit sute și mii de ore pentru cartea aceasta, irosește și tu câteva zeci de minute ca să o faci cunoscută.

**3.** Și mai ales, pune informațiile din cărțile **TEI** în aplicare. Învață pe alții, neobosit și din toată inima, fără să le ceri nimic în schimb.

Reține - cărțile **TEI** sunt doar niște semințe. Tu trebuie să fii vântul care să le împrăștie și să le înmulțească!

Îți mulțumim!  **TEI**

Pentru înscrieri, sugestii, recomandări, propuneri etc.:



[carti.din.tei@gmail.com](mailto:carti.din.tei@gmail.com)



TEI Traduceri Ecologice Independente



[scribd.com/tei\\_independente](https://scribd.com/tei_independente)





# CUPRINS

Mulțumiri.....	III
Cuvânt înainte .....	V
Introducere în construirea cu saci de pământ ...	1
CAPITOLUL 1	
Avantajele construirii cu saci de pământ .....	5
CAPITOLUL 2	
Materiale de bază pentru clădiri din saci de pământ .....	19
CAPITOLUL 3	
Unelte, trucuri și terminologie .....	49
CAPITOLUL 4	
Fundații .....	79
CAPITOLUL 5	
Caracteristici structurale de proiectare pentru pereții din saci cu pământ .....	103
CAPITOLUL 6	
Tehnica pământului compresat în forme flexibile, pas cu pas, sau cum să transformați un sac cu noroi într-un sistem precis de construire a pereților .....	113
CAPITOLUL 7	
Instalații electrice, instalații sanitare, rafturi și pereți intersectați: realizarea legăturilor .....	137
CAPITOLUL 8	
Instalarea buiandrugului, ferestrei și a ușii .....	145
CAPITOLUL 9	
Sisteme de acoperiș .....	153
CAPITOLUL 10	
Arce: Aducerea arcului înapoi în arhitectură .....	171
CAPITOLUL 11	
Dinamica unei cupole .....	191
CAPITOLUL 12	
Ghidul ilustrat al construcției de domuri ....	207
CAPITOLUL 13	
Tipuri de acoperișuri pentru cupole .....	231
CAPITOLUL 14	
Tencuieli exterioare .....	241
CAPITOLUL 15	
Tencuieli interioare .....	265
CAPITOLUL 16	
Podele .....	283
CAPITOLUL 17	
Proiectarea pentru climatul propriu .....	295
ANEXA A	
Construiți propriile voastre unelte .....	309
ANEXA B	
Cum să faceți estimări de bază pentru construcțiile din pământ privind costurile, mâna de lucru și timpul .....	323
ANEXA C	
Transformări și calcule .....	327
ANEXA D	
Magia unui cerc .....	329

Deși autorii cărții ***Construcția cu saci de pământ*** sunt deosebit de preocupați de siguranța în construcție, deși echipa TEI a acordat o atenție deosebită fidelității traducerii capitolelor tehnice ale acestei lucrări și deși, înainte de publicare, această carte a beneficiat de lectura și corectura unui specialist, recomandăm multă precauție, răbdare și cumpănire în planificarea și ridicarea construcțiilor din saci de pământ.

**Mult spor!** TEI 



# Mulțumiri

**Din capul locului, am vrea să îi mulțumim** lui Chris Plant de la NSP pentru perseverență, răbdare și constanță în interesul acordat proiectului acestei cărți, ca urmare a aceluși apel telefonic din 2000. Da, lume, încă de atunci am pornit în această misiune. Îndeplinirea ei și finalizarea cărții *Construcția cu saci de pământ* au fost o sarcină mult mai grea decât ridicarea propriu-zisă a unei case din saci de pământ! Știm însă acum că toată agitația, sudoarea și milioanele de ore au transformat cerneala și hârtia într-un manifest al frumuseții și al utilității sacilor de pământ, manifest gata să inspire constructorii alternativi din întreaga lume. Suntem mândri de realizarea noastră colectivă. Îți mulțumim, Chris, pentru că te-ai apucat de această misiune! Meritele aparțin și editorului nostru, Ingrid Witvoet, precum și designerului Greg Green, pentru disecarea materialului voluminos cu care i-am bombardat. Mulțumiri speciale și pentru Sue Custance pentru participarea ei constantă și paginarea atentă. Nu este lucru ușor să încadrezi peste 480 de imagini în 280 de pagini.

Aprecieri sincere și sistemului nostru de sprijin local, Tom și Lori O'Keefe de la Action Shots, Teresa King și echipa sa de la centrul de copiere Canyonlands și Dan Norris de la Ancient Images.

Mulțumim cu dragoste și recunoștință familiilor noastre, lui Tom și Katherine Hunter (părinții lui Kaki) și mamei lui Doni, Helen Kiffmeyer, pentru încurajările neșovăielnice, prietenilor noștri loiali care încă ne îndrăgesc, deși le-am refuzat de atâtea ori invitațiile la diverse ocazii plăcute, pentru că "vai, ne-ar face plăcere, dar... încă lucrăm la carte... da, acea carte... încă lucrăm la ea..."

Îți mulțumim Boody Springer (fiul lui Kaki) – tu, împreună cu generația ta, ați oferit o motivație grozavă a acestei lucrări. Mulțumim Christy Williams, Elenore Hedden și Cynthia Aldrige pentru minunata voastră magie albă de vindecare, pe care ați făcut-o știți voi când și cu ce ocazie.

Îmbrățișări calde și tovarășului nostru de suferință (al treilea "ok" din "okokok Productions"), Kay Howe. A fost și este, mai mult decât oricine, cea mai pozitivă, atrăgătoare, neastâmpărată și entuziastă a sacilor de pământ pe care o știm. Pe când construiam Honey House, un trecător comenta: "Pare că aveți de lucru serios acolo". Kay i-a răspuns râzând: "Și, ce?" (asta da atitudine de la o mamă singură a patru copii).

În final, am vrea să le mulțumim tuturor celor care ne-au întins un pumn de pământ, care au pliat vreun colț cu noi, care au compactat vreun rând de saci, care au tasat vreo îmbinare, s-au dat de-a dura în jurul sârmei ghimpate sau care, pur și simplu, au fost prin preajmă și ne-au dat niște sugestii geniale, dar pe care noi nu le-am observat, fiind prea neatentți, am vrea să le spunem din adâncul inimii noastre -

Ura! Slavă Cerului că e gata!! Vă iubim pe toți nespus!

— Kaki Hunter și Donald Kiffmeyer



# Cuvânt înainte

De Lynne Elizabeth

Construitul cu saci de pământ este îndrăzneț. Îndrăzneț deoarece numai curajoșii încearcă o metodă de construit atât de diferită de cea convențională. Îndrăzneț pentru că ei construiesc case cu ajutorul acestei tehnici când de-abia au învățat-o. Îndrăzneț pentru că materialele sunt de bază, elementare, primordiale. Și, nu în ultimul rând, îndrăzneț pentru că sistemul acesta de a construi seamănă, ca formă și asamblare, cu înseși măruntaiele noastre!

Tot ceea ce e necesar pentru a construi cu saci de pământ este: o lopată, saci, nițică sârmă ghimpată și pământul de dedesubt. Metoda conferă integritate structurală mai bună decât chirpiciul, mai multă maleabilitate decât pământul compresat și mai multă rapiditate în edificare decât cobul. Deși construcția cu saci de pământ este o metodă nouă comparativ cu celelalte metode de când lumea, ea oferă mai multă economie și durabilitate în ansamble de tip cupolă sau boltă. Construirea cu saci de pământ oferă posibilitatea unui cost ultra-scăzut și a unor locuințe cu impact redus, în special în regiunile în care lemnul, ierburile, cimentul și combustibilii sunt limitate. Cupolele din saci cu pământ oferă, de asemenea, o siguranță fără precedent în zonele împădurite predispuse la incendii, deoarece focul va trece mai ușor peste orice structuri fără un acoperiș sau streășină pe care să le aprindă. Construirea cu saci de pământ a fost aleasă, de asemenea, pentru locații expuse la uragane și alte fenomene meteo extreme. Solidă ca și pământul în sine, ea are o mare masă termică și nu poate putrezi sau nu poate fi mâncată de insecte.

În primul război mondial s-au construit buncăre și tranșee din saci de pământ, iar malurile din saci de pământ sau nisip ridicate împotriva inundațiilor sunt omniprezente. Specialiștii germani în tehnica construcțiilor Otto Frei și Gernot Minke au experimentat independent în anii 1960 și 70 pereții din saci umpluți cu pământ.

Pentru dezvoltarea contemporană a construirii cu saci de pământ, creditul le revine arhitecților Nader Khalili și Illiona Outram de la Institutul California de Arta Pământului și Arhitectură din Hesperia, prescurtat Cal-Earth. Ei au pornit cu ansamble de saci de pământ individuali de tip cupolă și boltă și au descoperit ulterior că sacii de polipropilenă pe care îi foloseau puteau fi trași în tuburi continue, netăiate și necusute. Apoi, cu mici modificări aduse procesului de încărcare și asamblare a sacilor, aceste tuburi lungi au constituit o metodă eficientă de a ridica secțiuni de zid nestrăpunse. Cal-Earth a denumit aceste ansamble continue de saci "superchirpici" și, deși au fost folosite și alte nume, precum "tehnica pământului compresat în forme flexibile" (adoptat de autorii acestei cărți), sau "pământ încapsulat în module", totuși forma cea mai simplă - saci de pământ - este cea favorită. La urma urmei, este vorba de un sistem simplu.

Deși Cal-Earth deține un brevet în SUA pentru construcția cu superchirpici, ei împărtășesc gratuit această tehnologie, știind că puține alte metode de construcție sunt la fel de ecologice sau de disponibile. Studenții lor răspândesc această metodă în SUA și în alte țări deja de două decenii și mulți țin lecții sau au scris propriile cărți despre construcția cu pământ. Joseph Kennedy a adus sacii de pământ în satele eco din Africa de Sud, iar Paulina Wojciechowska a adus metoda în Anglia, Africa de Vest și Europa. De asemenea, structuri din saci de pământ au mai fost ridicate în Mexic, Haiti, Chile, Brazilia, Mongolia și, recent, chiar și de călugărițele din Siberia. Metoda se învață ușor. Artista Shirley Tassencourt a construit o cupolă pentru meditație din saci de pământ la 69 de ani și asta fără prea mult training în afară de o vizită la Cal-Earth. Ea l-a antrenat apoi și pe nepotul ei, Dominic Howes, în construcția unei case din saci de pământ, iar Dominic a deschis calea pentru forme structurale diferite din saci de pământ în climate noi, inclusiv în Wisconsin.

Atât de simplă conceptual, practica construirii cu saci de pământ a fost perfecționată semnificativ de Kaki Hunter și Donald Kiffmeyer. Cei doi au adus metoda construirii cu saci de pământ, aflată în epoca dezvoltării, în stadiul în care pot fi educați contractori în construcții și se pot adopta standarde în construcții în acest sens. La construcția Honey House, în urmă cu un deceniu, cu rândurile sale de saci uniforme, scule de compactat și colțuri ordonat lucrate din saci, a devenit evident pentru prima dată că sacii de pământ sunt gata să facă parte din curentul principal în construcții de astăzi. Tehnicile de asamblare au reieșit din atenția continuă la detalii a lui Kaki și Doni, iar documentarea meticuloasă a metodelor de construire cu saci de pământ fac din această

carte atât un manual de instrucțiuni ideal pentru meșteri, cât și un ghid de referință pentru oficialii din construcții.

Metoda a fost gândită inițial pentru cei care își construiesc casele singuri și, în acest scop, tehnicile prezentate în această carte sunt explicate prin fotografii, scheme și un limbaj accesibil. Cartea aduce valoare ca manual de teren în multe țări, cu sau fără traducere, deși ar fi păcat de textul său vivace dacă ar fi lăsat netradus. Pe lângă împărtășirea minuțioasă a tot ceea ce știu despre metoda de construire, Kaki Hunter și Donald Kiffmeyer aduc textului un umor și o candoare grăitoare cu privire la spiritul construcțiilor naturale.

Lynne Elizabeth, director, editor de presă la New Village, "Alternative Construction:  
Contemporary Natural Building Methods"



# Introducere în construirea cu saci de pământ

Am rămas perplecși. Titlul din ziarul nostru local spunea: “Construcția de locuințe convenabile, cea mai mare problemă a deceniului”. Este o afirmație misterioasă pentru noi. Până în secolul trecut, în zona noastră se ridicau de peste o mie de ani locuințe convenabile fără prea mari probleme. Regiunea “Four Corners” din sud-vestul SUA era mai populată acum 800–1.000 de ani decât este astăzi. Constructorii din vechime foloseau materiale locale pentru construcția de case. Pentru a ridica locuințe modeste și confortabile pentru toată lumea, nu se foloseau decât piatră, pari, argilă, nisip, fibre vegetale și ceva lemnărie. De ce este oare atât de greu să furnizăm astăzi locuințe pentru și mai puțini oameni, cu toate metodele și materialele moderne?

Din păcate pentru noi, răspunsul este ascuns în întrebare. Legile curente impun utilizarea de materiale prefabricate, extrase ca resurse naturale de la kilometri distanță, procesate într-un alt loc, apoi transportate pe distanțe întinse până la noi. În mod clar, aceasta saltă prețul construcției unei locuințe peste puterile celor mai mulți oameni.

La momentul la care ne-am întâlnit, încă nu ne deprinseserăm cu tehnica sacilor de pământ. În numeroasele ieșiri în decor am descoperit multe puncte comune: actoria, iubirea de natură, poveștile la gura sobei și mâncarea, filozofii paralele ale spiritului, raftingul, arhitectura amerindienilor și bucuria de a construi. Am vizitat ruine indiene străvechi, fabulând despre cum trăiau. Inspirați de frumusețea trainică a tehnicilor lor de construire, am început să analizăm cum am putea și noi să ne construim structuri simple din pământ natural. Am luat în

considerare felurite forme de a construi cu pământ: cărămizi de chirpici, pământ compresat, chirpici înșiruit, chirpici turnat, cob, bordeie înverzite etc. Pare ciudat că, într-un climat atât de uscat ca în zona noastră, nu există nici măcar o singură fabrică de cărămizi de chirpici, cu toate că structuri din chirpici datând cam de pe la 1.900 încă mai stau în picioare în aria orașului.

În timp ce noi putem vedea plusurile folosirii materialelor indigene, nu toți ne împărtășesc punctul de vedere. Fiecare are gusturi și moduri de exprimare diferite. Așadar, provocarea a fost să combinăm materialele abundente natural din jurul nostru, cu materialele prefabricate produse în exces și care se potrivesc mai bine gândiri convenționale. Un prieten ne-a îndreptat atenția către o revistă despre tehnica construcțiilor de pământ, intitulată The Adobe Journal, care nu se mai tipărește acum. În acest moment am descoperit munca lui Nader Khalili. Nader construiește structuri monolitice în formă de cupolă, ale cărei arcuri sunt făcute din saci pentru cereale și tuburi umplute cu țărână; țărână de orice fel, fie chiar și nisip uscat. O numește saci de nisip/superchirpici/superblocuri și a lucrat cu departamentul local de construcții la teste extinse privind capacitatea clădirilor de a suporta sarcini, de a înfrunța schimbările bruște ale vântului și de a rezista cutremurelor. De atunci, a obținut avize pentru construcția de structuri rezidențiale și comerciale, inclusiv pentru un muzeu al naturii și pentru unul de știință într-una dintre zonele cele mai active tectonic din SUA.

Ne-am înscris la un atelier de o zi. Nader ne-a învățat personal cum să construim un arc din cărămizi și nisip uscat, iar apoi folosind saci de nisip. Am fost invitați să petrecem o noapte într-una din cupolele prototip aflate în construcție. Am fost vrăjiți. Ne-am întors acasă și ne-am apucat de construit ziduri.

Am încercat să trântim sacii care încotro, să îi călcăm în picioare, să-i lovim cu diverse unelte de tasat. Am experimentat variind umiditatea, făcând montanți improvizați din saci, diferite tipuri de saci, tuburi, soluri și tehnici. Proiectul a atras foarte multă atenție și ne-am trezit



ajutându-i pe alții să construiască garduri pentru intimitate, bănci, ghivece și chiar o cupolă mică. Însă tot timpul atenția ne era îndreptată spre tehnică. Procesul a devenit o prioritate. Cum se pot lucra mai îngrijit sacii, cum se pot face mai fermi, cum se strâng la fund, cum se poate simplifica treaba per total? În curând, misiunea noastră a devenit "să facem dintr-un sac de țărână un sistem precis de a zidi". De aici a evoluat "tehnica pământului compresat în forme flexibile".

Tehnica pământului compresat în forme flexibile reprezintă contribuția noastră la construirea cu saci de pământ. Noi folosim un anumit gen de construire cu saci de pământ, care se axează pe ușurința de a clădi, combinată cu integritatea structurală, inspirat din principiile DPST. Ce înseamnă DPST? Am întocmit o listă cu ceea ce conduce la un mediu de lucru atât productiv, cât și vesel. Procesul trebuie să fie Distractiv. La aceasta ajută parcurgerea Promptă a etapelor, menținându-le Simple, cu un rezultat Temeinic. Așa am adoptat standardul DPST: Distractiv, Prompt, Simplu, Temeinic. Tehnica pământului compresat în forme flexibile a fost și continuă să fie îmbunătățită prin prisma acestui criteriu. Dacă lucrul devine în vreun fel stingheritor sau neglijent, DPST decade în dpst: deprimant, pisălog, stângaci, tâmpit. Trebuie deci să ne reconsiderăm tactica, sau să o lăsăm baltă și să ne veselim. Întoarcerea la lucru cu moralul ridicat repune de cele mai multe ori în funcțiune mecanismul DPST. Sperăm ca, prin îndrumări ce demonstrează creșterea calității construirii cu saci de pământ, să încurajăm un standard care să ajute la adoptarea acestei tehnici arhitecturale contemporane unice în curentul principal al zilelor noastre.

Pe parcursul lucrării, sunt adesea folosiți termeni sinonimi ce descriu același lucru. De exemplu, folosim interschimbabil cuvintele pământ, sol, noroi și umplutură. Toate folosesc la descrierea compoziției magice din nisip și argilă, des întâlnite în natură, uneori cu adaos de fibre vegetale și aproape întotdeauna împreună cu o anumită cantitate de apă. Intenția noastră este de a informa, educa și inspira construcțiile din saci de pământ în termeni joviali și profani, utilizând text scris și ilustrații grafice despre cum se face, pas cu pas.

Scopul acestei cărți este împărtășirea repertoriului nostru de unelte, sfaturi utile și tehnici pe care ni le-am însușit prin încercări repetate, de la prieteni, participanți la ateliere, trecători curioși, spirite străvechi indiene ale naturii și ucenici ștregari care ne-au ajutat totuși să facem dintr-un sac de țărână un sistem precis de zidire, care aduce aminte atât începătorului, cât și celui experimentat, de potențialul creator din fiecare și mai ales de pământul pe care calcă.



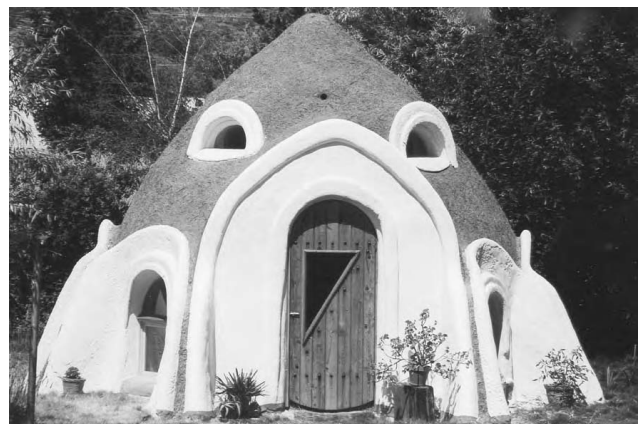
# CAPITOLUL 1

## Avantajele construirii cu saci de pământ

Puteți construi un adăpost magnific doar cu puțină sârmă ghimpată, un balot de saci, o lopată și pământul de sub tălpi. Aceasta este premisa care a inspirat imaginația arhitectului vizionar internațional Nader Khalili, atunci când a conceput ideea Construirii cu Saci de Pământ. În încercările sale de a găsi răspunsurile la dileme sociale precum locuințele convenabile și degradarea mediului înconjurător, Nader a recurs la arhitectura contemporană, folosind în același timp și ingeniozitatea moștenirii sale culturale native.

Arhitectura monolitică a pământului este des întâlnită în țara sa de baștină, Iran, precum și în întregul Orient Mijlociu, Africa, Asia, Europa și zona mediteraneeană. Oamenii au descoperit

și utilizat principiile construcțiilor cu arcuri și cupole în urmă cu mii de ani. Nader a cultivat o formă dinamică și modernă de construire cu pământ, aplicând această tehnologie structurală străveche în combinație cu câteva materiale moderne, tehnică pe care o numim simplu Construire cu Saci de Pământ.



*1.1: Folosind saci de pământ se poate ridica, dintr-un singur material de construcție, o întreagă casă, de la fundație la pereți și până la acoperiș.*



1.2: Cupola din saci de pământ în construcție a Marlenei Wulf, în sânul pădurilor din Georgia.

## Naturaletę

Construirea cu Saci de Pământ utilizează tehnica străveche a pământului compresat, în combinație cu saci țesuți și tuburi ca formă flexibilă. Procedul de bază e simplu. Sacii sau tuburile se umplu pe zid cu un pământ pre-umezit și se așază într-un stil de zidărie întrețesut. După ce se așază un rând, se tasează bine cu bătătoare manuale. Se pun două șiruri de sârmă ghimpată în 4 puncte între rânduri, pe post de "mortar" ce ține sacii în loc. Acest procedeu asigură o rezistență de excepție la întindere și permite în același timp rândurilor să fie așezate în trepte, formând cupole în straturi decalate și alte forme neobișnuite (Fig. 1.1).

Pereții pot fi liniari, neregulați sau perfect circulari, obținuți prin utilizarea unui

compas arhitectural. Ferestre și uși arcuite sunt construite în jurul unor forme de arc temporare, până ce sacii pentru cheia de boltă sunt îndesați în lucrare. Pereții terminați se vor întări apoi până la o rezistență asemănătoare cu a cimentului.

Fundațiile simple și ieftine constau fie dintr-un sistem de tip șanț din resturi de piatră spartă, fie se începe de sub nivelul solului așezarea sacilor umpluți cu un pământ compresat stabilizat cu ciment pentru socluri. Numeroase alte tipuri de fundații se pot adapta la zona climatică și funcțiunea dorită.

## Tăiați sârmă ghimpată, nu copaci

Avem capacitatea de a construi arhitecturi curbilinii, senzuale, inspirate din libertatea artistică a naturii și, în același timp, de a asigura o integritate structurală profundă. Construirea cu saci de pământ ne permite să proiectăm arhitecturi monolitice folosind ca principal element structural pământul. Prin arhitecturi monolitice înțelegem o structură întreagă clădită de la fundație și pereți până la acoperiș folosind aceleași materiale și

metode. Cupolele în straturi decalate din saci de pământ combină experiența de bază în proiectarea monolitică sculptată, naturalețea, frumusețea și încântarea, cu costurile mici ale pământului. Cupolele din saci de pământ proiectate cu arcade elimină până la 95% din lemnul utilizat în mod curent la construcția unei case pe cadre de lemn (Fig. 1.2).

Sistemele de acoperișuri convenționale încă înghit o grămadă de copaci. Poate că are sens pentru cei care trăiesc în locuri împădurite, însă pentru mulți oameni care trăiesc în climate temperate sau aride proiectarea de cupole din saci de pământ în straturi decalate oferă o șansă unică de a avea un adăpost natural și substanțial. De ce să tăiem și să transportăm lemn din nord-vest în suburbiile Californiei de Sud, Tucson sau Florida, când materialul de construcție cel mai abundent, versatil, eficient energetic, eficient ca și costuri, rezistent împotriva termitelor, putregaiului și focului ne stă chiar sub tălpi? Chiar și sistemele alternative de pereți, proiectate pentru reducerea lemnului folosit, vor înghiți până la 50% din acel lemn numai pentru acoperiș. De mii de ani, pământul este și a fost cel mai utilizat material de construcții pe toată planeta și încă mai este disponibil.

## Avantajele sacilor de pământ față de alte metode de construire cu pământ

Să nu ne înțelegeți greșit. Noi iubim construcțiile din pământ de toate felurile. Nimic nu se compară cu frumusețea unei structuri de chirpici sau cu robustețea unui zid de pământ presat. Însăși bucuria de a amesteca și de a auzi plescăitul cobului, pentru a realiza o capodoperă sculptată, este de neegalat. Totuși, pentru cel ce își va construi o singură dată o astfel de casă, apar avantaje clare ale construirii cu saci de pământ. Haideți să vedem care sunt acestea, în comparație cu cele ale altor tipuri de construcții din pământ. Chirpiciul este una din cele mai vechi forme de construire cu pământ și probabil unul dintre cele mai bune exemple de durabilitate și longevitate în construcțiile de pământ (Fig. 1.3).

Clădiri de chirpici sunt încă utilizate pe toate continentele. În particular sunt foarte prezente în zonele aride sau semiaride, dar apar și în zonele cu umiditatea cea mai mare din lume. În Costa Rica, America Centrală, unde valorile precipitațiilor anuale ating și 500 cm pe an, clădirile de chirpici cu streșini



*1.3: Un zid proaspăt așezat lângă Sonoita, Arizona*

generoase rezistă foarte bine. Chirpiciul se prepară dintr-un amestec de argilă cu suficient nisip pentru a-i conferi rezistență la compresiune și pentru a reduce fisurările. Amestecul trebuie să fie suficient de vâscos pentru a putea fi turnat în matrițe, unde se ține până se întărește puțin, apoi este scos din matrițe și lăsat la soare să se usuce. Vremea trebuie să fie uscată timp îndelungat pentru această operațiune. Chirpiciul trebuie întors des de pe o parte pe alta, pentru a grăbi uscarea (Fig. 1.4).



*1.4: Curățarea chirpiciului la Stația de Chirpici Rio Abajo, Belen, New Mexico*

Chirpiciul nu poate fi folosit pentru construcția zidurilor până nu este întărit complet. Aceasta este probabil cea mai ieftină metodă de a construi cu pământ, însă durează mult și e mai mult de muncă până ce chirpiciul poate fi folosit. Chirpiciul este alegerea potrivită pentru construcții foarte ieftine. Oricine o poate face, iar chirpiciul în sine nu e neapărat să fie turnat într-o matriță. Poate fi modelat și manual în forma dorită și lăsat la uscat.

Pe de altă parte, sacii de pământ nu necesită aceeași atenție și timp precum chirpiciul. Dat fiind faptul că sacii sunt pe post de matrițe, amestecul este turnat direct în ei și apoi aceștia sunt așezați direct în zid. Nici umiditatea nu trebuie să fie la fel de mare ca la chirpici. Acesta este un avantaj major acolo unde apa e rarisimă. Sacii de pământ se întăresc în zid, eliminându-se astfel timpii morți cu uscarea. Încă și mai puțin timp se pierde cu manevrarea sacilor, ceea ce permite mai mult timp dedicat construirii. Lucrul la zidire poate să continue chiar și pe timp ploios fără a compromite semnificativ rezultatul final. În funcție de mărime, cărămida de chirpici cântărește între 17,8 și 22,2 kg. Fiecare cărămidă este manipulată de trei sau patru ori pe puțin, pentru întors, mutat și ridicat la locul său pe zid.



1.5: Cutia cu matrițe poate fi asamblată cu mini-excavatorul. Rafturile de oțel mențin matrițele întocmai și opun rezistență presiunii de tasare.



1.6: Zid de pământ compresat după îndepărtarea matrițelor.

Chirpiciul uzual are o proporție anume între argilă și nisip. Adesea este îmbunătățit cu paie sau bălegar pentru mai multă rezistență fizică, durabilitate, mai puține fisuri, izolație termică crescută și greutate mai mică. Sacii de pământ nu necesită acel raport specific dintre argilă și nisip, și nici perfecționările cu alte materiale nu sunt necesare, întrucât însuși sacul compensează o umplutură de slabă calitate.

Un alt mod de a construi cu pământ este pământul compresat, cunoscut de secole și folosit în toată lumea. Marele zid chinezesc

conține mai mulți kilometri de pământ compresat. În Europa s-au construit clădiri de birouri și apartamente pe mai multe etaje din pământ compresat, multe dintre ele luând ființă imediat în anii de după 1.900. Pământul compresat pare să revină în forță în unele țări industrializate precum Australia.

Pământul compresat presupune construirea unor forme temporare în care este compactat pământul. Aceste forme trebuie să fie construite suficient de tari pentru a rezista presiunii exercitate asupra lor de compresarea (compactarea) pământului în ele. În mod tradițional, aceste forme sunt construite din secțiuni de pari bătuți, mutați de-a lungul peretelui după ce acesta s-a compactat. Formele contemporane sunt complexe și de multe ori necesită echipamente grele sau muncă în plus pentru a le instala, demontata și muta (Fig. 1.5). Solul are, de asemenea, un raport specific lut/nisip, adăugând aproximativ zece la sută umiditate din greutatea amestecului. În cel mai modern pământ compresat pentru construcție, un anumit procent de ciment sau emulsie de asfalt se adaugă la amestecul de pământ pentru a ajuta la stabilizarea lui, la creșterea coeziunii și rezistenței la compresiune și, de

asemenea, reduce riscul de eroziune odată ce peretele de pământ compresat este expus.

Asemănările dintre pământul compresat și sacii de pământ se opresc la tipul amestecului folosit și la metoda compactării, ce se aplică la fiecare procedeu de zidire. Construirea cu saci de pământ elimină nevoia de a utiliza mult lemn sau matrițe din oțel, nu foarte atrăgătoare pentru cel care construiește doar o dată în viață. Matrițele, fiind de obicei fabricate din lemn și oțel, tind să aibă conturul format din linii drepte, astfel că nu permit curbele alunecoase și coturile pe care construirea cu saci de pământ le oferă cu ușurință, permițând astfel constructorului mult mai multe variante (Fig. 1.6). Deși amestecul de sol din pământul presat este considerat ca optim, sacii de pământ permit utilizarea unei game mai largi de tipuri de sol. Încercați numai construirea unei cupole din pământ compactat, domeniu în care sacii de pământ excelează.

Cobul este un termen tradițional englezesc ce denotă stilul de a construi din argilă, nisip și cantități îndestulătoare de paie lungi. Tuturor le place cobul.

Acesta este util în mod special în zonele umede, unde uscarea chirpiciului e mai



dificilă. Câteva dintre exemplele cele mai bune de structuri din cob se găsesc în Anglia și în Tara Galilor, fiind utilizate acolo de aproape cinci secole (Fig. 1.7). Cobul se bucură, de asemenea, de o popularitate crescândă în cercurile celor ce practică tehnici alternative. Firmele Becky Bee și Cob Cottage Company, ambele din Oregon, lucrează intensiv cu cob în nord-vestul SUA. Ei au elaborat niște lucrări foarte bine scrise pe acest subiect și țin ateliere despre acest tip de construire în toată țara. Verificați ghidul de la sfârșitul cărții pentru mai multe surse de informații despre cob.

La modul cel mai simplu, cobul combină argila, nisipul, paie și apă în grămezi consistente de forma chiflelor de pâine, ce sunt azvârlite în zid și "croșetate" unele într-altele, pentru a forma o masă continuă. Cobul, ca și sacii de pământ, se poate aranja după linii curbe datorită maleabilității. Însă spre deosebire de sacii de pământ, cobul necesită cantități însemnate de paie. Paiele joacă rolul oțelului din betoane, conferind pereților o rezistență la întindere mai bună, mai ales atunci când grămezile de cob sunt întrețesute cu "degetul cobarului" sau chiar cu mâinile și degetele goale (Fig. 1.8).



1.7: Exemplu de structură istorică din cob; Hanul Păstrăvului din Marea Britanie.

1.8: Michelle Wiley sculptând un adăpost din cob în curtea sa din Moab, Utah.

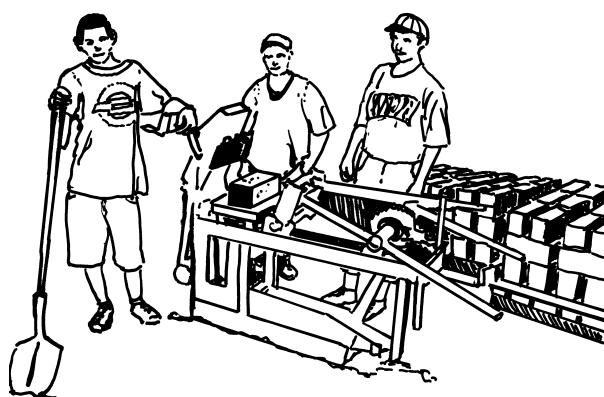


La ridicarea pereților de cob e necesar să lăsăm să treacă un timp până când aceștia se așază, înainte de a continua cu înălțarea, spre deosebire de pereții construiți din saci

de pământ. Pe măsură ce se înalță, cobul de deasupra poate deforma rândurile de dedesubt dacă acestea nu s-au uscat. Vom numi cantitatea de cob ce poate fi așezată o dată "încărcătură". Fiecare strat trebuie lăsat la uscat înainte de așezarea stratului următor, pentru evitarea deformării prin bombare. Cât timp se lasă la uscat depinde de umiditatea fiecărui strat și de starea vremii. La sacii de pământ, datorită sacilor înșiși, nu sunt necesare toate aceste detalii în plus. Rezistența lor la întindere este suficientă pentru a preveni deformările, indiferent de umiditatea amestecului de pământ din saci. Iată deci avantajele principale ale sacilor de pământ asupra cobului: lipsa paielor, lipsa timpilor de așezare a cantităților, o plajă mai largă de umiditate posibilă și amestecul mai puțin specific de sol.

Comparativ cu tipurile de materiale de mai sus, blocul presat reprezintă un material de pământ mai recent. În esență, acesta este o combinație între chirpici și pământul compresat. Amestecul umed de argilă și nisip este comprimat în formă de cărămidă de o presă manuală sau automată. Presele manuale, încurajate de Habitat for Humanity, sunt în special folosite în locurile sărace.

Introducerea acestei mașini a scos multe comunități din lumea a treia din sărăcia lucie și lipsa de locuințe (Fig. 1.9). Avantajul de bază al sacilor de pământ asupra cărămizilor presate este, ca și mai înainte, acela că funcționează corect și în lipsa unei anumite compoziții de soluri. Chirpiciul, pământul compresat, cobul și blocurile presate se bazează pe o rețetă de argilă și nisip, sau de argilă, nisip și paie (care nu se găsesc chiar peste tot). Sistemul cu saci de nisip permite depășirea acestor limitări, existând mai puține constrângeri asupra tipului solurilor folosite. În caz de necesitate, chiar și nisipul uscat poate fi folosit – cum este cazul adăposturilor temporare în caz de dezastru.



1.9: Presă de cărămizi operată manual în Honduras.

## Alte observații referitoare la sacii de pământ

**Rezistența la întindere.** Acesta este un alt avantaj al sacilor de pământ, conferit de folosirea tuburilor țesute de polipropilenă, în combinație cu sârmă ghimpată în 4 puncte. Împușcăm doi iepuri dintr-o dată la capitolul rezistenței la întindere, spre deosebire de ceea ce ne oferă celelalte tipuri de construire cu pământ. Pământul compresat sau chiar betonul necesită bare de armare împotriva ruperii. Combinația dintre învelișul textil și sârma ghimpată conferă rezistență la întindere fiecărui rând dintr-o structură din saci de pământ.

**Controlul inundațiilor.** Această tehnică nu se vrea un înlocuitor al celorlalte tehnici, ci doar o opțiune între acestea. Sacii de pământ sunt folosiți încă din vechime la oprirea inundațiilor devastatoare. Sacii nu numai că țin piept apelor, dar își măresc și mai mult rezistența când sunt scufundați. Noi am învățat-o pe pielea noastră atunci când o inundație ne-a luat orașul pe neașteptate. Curțile ne-au fost măturate de apele cu aluviuni ce au trecut și prin ușa Honey House, lăsând în urmă aproximativ 25 cm de apă.

Până a doua zi dimineața, apa a percolat dușumeaua neterminată și poroasă, lăsând ca dovadă doar un strat gros de pământ roșu. Altceva în afară de faptul că ne-a dizolvat parțial tencuiala de pământ de pe pereți până la nivelul dușumelei, nu am pățit. De fapt, sacii care au fost scufundați au devenit chiar mai rezistenți după uscare decât înainte. Iar pereții așa mânjiți de noroi arătau chiar bine!

**Stabilizator încorporat.** Forma sacului încorsetează pământul chiar și atunci când acesta e umplut până la refuz. Sacii pot fi considerați mai degrabă "stabilizatori mecanici" decât chimici. Pentru stabilizarea solului în anumite tipuri de construcții din pământ, se utilizează puțin ciment, var sau emulsie bituminoasă, ceea ce însă va schimba compoziția pământului, astfel încât acesta nu va mai absorbi apa. În contrast, sacii de pământ folosesc solul brut pentru majoritatea pereților, chiar și sub nivelul solului, mulțumită stabilizării mecanice. Aceasta înseamnă mai multă libertate în alegerea solului folosit, astfel putându-se extinde construirea și în regiuni noi, care în mod tradițional nu utilizau pământul, precum Bahamas, Pacificul de Sud sau o bună parte din America de Nord. În timp ce pădurile depind de anumite condiții

climatică pentru a putea crește, solul, de un fel sau de altul, se găsește aproape pretutindeni.

## Dovada este în budincă

Nader Khalili a demonstrat integritatea structurală a cupolelor sale din saci de pământ nestabilizat (pământ brut). Testele au întrecut cerințele Codului Construirii Uniforme din 1991 cu 200% în condiții de sarcină statică, ce simulau eforturi seismice, eoliene și zăpadă. Testele au fost efectuate la Cal-Earth - Institutul "California" de Arta Pământului și Arhitectură din Hesperia, California, sub supravegherea ICBO (International Conference of Building Officials) și a unor ingineri independenți de la Inland Engineering Corporation. Nu s-a putut constata vreo abatere a suprafețelor, iar simulările ulterioare în sarcină dinamică au fost continuate dincolo de limitele convenite, până când aparatul de test a început să dea rateuri. Astfel, clădirile sunt în stare să suporte mai mult decât aparatul construit pentru testare! Sistemul sacilor de pământ a fost testat împotriva incendiilor, inundațiilor, uraganelor, termitelor și a două cutremure naturale de magnitudine 6 și 7 pe scara

Richter. Cheia integrității sale structurale este dată de proiectarea sistemului și formele monolitice în care e folosit.

## Performanțe termice

Orice material de construcție are o izolație termică descrisă de valoarea R. Cei mai mulți constructori văd valoarea R ca pe capacitatea structurii sau a materialului de a se opune la pierderea de căldură. R este o valoare constantă ce nu depinde de variațiile de temperatură din zi sau din an. Să vedem în continuare de ce structurile din saci de pământ (sau orice altă construcție masivă din pământ), avându-l pe R sub 2,5 cm, sunt răcoroase vara și călduroase iarna. Fie valoarea U inversul valorii R:  $U=1/R$ . U reprezintă conductivitatea căldurii materialului, sau capacitatea sa de a reține și transfera căldura (opus capacității de a rezista transferului de căldură) și se măsoară în unități de radiație termică. La un material cu R mare, U va fi mic. Pereții de pământ sunt precum o masă absorbantă capabilă de a înmagazina căldură și de a o radia înapoi înspre spațiul locuit. Fluctuația aceasta de temperatură se numește "efect de inerție



*1.10: Studenți la lucru în Comunitatea Hogan din Rezervația Indiană Navajo.*

termică” și se traduce printr-o întârziere de 12 ore în transferul energiei dinspre exterior înspre interior. Cu alte cuvinte, în miezul zilei interiorul peretelui este la temperatură minimă, iar în miezul nopții la temperatură maximă. La acest comportament termic vor contribui totuși masiv factori externi precum poziționarea ferestrelor și a ușilor și starea lor, zona climatică, orientarea pereților, culoarea acestora și mai ales grosimea lor. Latența de 12 ore este posibilă numai la pereți de

minimum 30 cm grosime.

Mulți oameni de știință, profesioniști din construcții și ecologiști consideră că o treime din populația globului locuiește astăzi în clădiri din pământ, în diverse zone de climă ale Asiei, Europei, Africii și SUA, acest sistem bucurându-se de o revenire puternică în Australia. Nivelul de confort oferit de o structură de pământ rezultă dintr-o lungă experiență globală. Tehnica construirii cu pământ, corect aplicată, încurajează construcțiile îngropate, datorită

robusteții, rezistenței la mușcări și a faptului că sunt convenabile ca și resurse. Bordeiele și structurile îngropate conferă o mai bună protecție împotriva factorilor externi. Un bordei în deșertul uscat al Arizonei se va menține răcoros vara, iar unul cuibărit într-un deal orientat înspre sud se va menține mai cald într-o iarnă ca în Vermont. Pământul însuși este cel mai de nădejde reglator de temperatură.

## Eficiență din punct de vedere al costurilor

De cele mai multe ori, materialele pentru construcția cu saci de pământ se găsesc din abundență și nu implică prea mari costuri. Sacii pentru cereale și sârma ghimpată fie se găsesc local, fie se importă la o fracțiune din prețul cimentului, oțelului și al lemnului. Pământul se ia fie de la fața locului, fie se transportă cu camionul contra cost. Țările dezvoltate au avantajul balastierelor mecanizate ce produc foarte multe "rebuturi utile" odată cu materialele folosite la drumuri. Balastierele, fabricile de saci și furnizorii pentru cooperativele agricole sunt pentru

constructorul cu saci de pământ echivalentul magazinelor de bricolaj. Când am trecut la construcțiile din pământ, ne-am luat adio de la depozitul de lemne și facturile aferente.

## Întărirea comunității

Construirea cu saci de pământ utilizând tehnica pământului compresat în forme flexibile (PCFF) pune la muncă oamenii, și nu utilajele (Fig 1.10). Tehnica PCFF pune în valoare ingenuitatea lumii a treia, combinând pământul abundent oferit de natură cu câteva materiale moderne, într-un produs cu impact redus, realizat cu energia trupului. Cu ceea ce economisiți la materiale veți putea susține oamenii, mai degrabă decât corporațiile. Simplitatea acestei tehnici se pretează muncii proprii și de grup, ca și în eforturile de degajare în caz de calamități. Cupolele în straturi decalate proiectate corespunzător excelează în rezistență în fața celor mai grele încercări ale naturii. Chiar are rost să înlocuim o casă tip, devastată de tornadă în Kansas, cu o altă casă tip? Cupolele din saci de pământ oferă mai multă siguranță decât majoritatea polițelor de asigurări de locuințe prin faptul



1.11: Structură milenară Anasazi tipică, Monumentul Național Hovenweep.

## Durabilitate

Construcțiile de pământ sunt trainice. Ce e trainic este și durabil. Exemple de construcții timpurii din pământ ale indienilor Pueblo de la 1.250 – 1.300 d.Hr. se găsesc peste tot în sud-vestul SUA (Fig 1.11). Deși roase de vreme și neglijate, rândurile zidurilor de chirpici din Casa Grande, în Arizona de Sud, Pot Creek Pueblo și Forked Lightning Pueblo în New Mexico, precum și cele din situl arheologic

Nawthis în centrul Utah, încă mai stau în picioare. Căsuțele cu pereți groși de cob din climatul ploios al Țării Galilor, protejate de acoperișuri bogate de stuf, se pot lăuda cu o utilizare continuă între 300 și 500 de ani. Dacă putem clădi, purtându-ne prietenos cu mediul, o casă ce rămâne locuibilă timp de 500 de ani, se cheamă că am contribuit la o societate durabilă.







## CAPITOLUL 2

### Materiale de bază pentru clădiri din saci de pământ

#### Noroiul

Noroiul este elementul fundamental în construcția cu saci de pământ. Încercăm să obținem un amestec optim de pământ-sol de aproximativ 30% argilă la 70% nisip. Potrivit lui David Easton în *The Rammed Earth House*, majoritatea celor mai vechi pereți existenți în lume au fost construiți folosind acest amestec. Preferăm să folosim un amestec cât mai apropiat de aceste proporții pentru proiectele noastre. Aceasta presupune folosirea provizorie a sacilor ca și cofraj temporar până la întărirea peretelui, mai degrabă decât să ne bazăm pe integritatea sacului însuși pentru a ține pământul în lucrare pe întreaga durată de viață a peretelui. Totuși, sistemul cu saci de pământ permite o largă paletă de excepții de la proporțiile ideale ale solului, pe care le vom descoperi pe parcurs. Mai întâi, haideți să ne familiarizăm cu proporțiile optime de



2.1: Bulgări adunați din natură, gata pentru a fi zdrobiți și cernuți.

amestec ale solului folosit în construcțiile din pământ.

## Componentele de bază ale solului folosit în construcțiile din pământ

Argila are rolul principal în calitatea oricărui amestec tradițional dintr-un perete din pământ. Argila (clay în engleză potrivit Dicționarului Webster's) este un cuvânt derivat din indo-europeanul glei-, a (se) coagula. Este definită ca „un sol tare, cu granulație fină, maleabil când e umed, compus mai ales din minerale de silicat hidratat de aluminiu. Este produs prin descompunerea chimică a pietrei până la mărimea unor particule foarte fine”. Argila este liantul care ține toate celelalte particule de nisip și pietriș laolaltă, unindu-le într-o matrice solidă de conglomerate. Argila reprezintă pentru un perete de pământ ceea ce este pentru beton cimentul Portland. Argila are o calitate activă, dinamică. Când este udă, argila este atât lipicioasă, cât și alunecoasă, iar când este uscată, ea poate fi confundată cu piatra spartă (Fig. 2.1). Nisipurile și pietrișurile, pe de altă parte, rămân la fel, fie ele ude sau uscate.

Una din caracteristicile magice ale argilei este faptul că particulele au încărcătură magnetică,

făcând alte ingrediente să vrea să i se alipească.

O argilă de calitate bună poate fi considerată supraîncărcată magnetic. Aduceți-vă aminte de momentele în care noroiul a rămas lipit cu încăpățănare de încălțăminte sau de bara mașinii voastre. O altă trăsătură magică a argilei poate fi observată la microscop. La nivel microscopic, particulele de argilă seamănă cu țigle minuscule care, atunci când sunt manipulate (prin amestecare în cazul nostru), se aliniază ca și solzii peștelui în jurul și printre particulele de nisip și pietriș. Acest fapt ajută la omogenizarea legăturilor matriciale existente în pământul pentru construcții, semănând cu un mini-perete de zidărie la nivel microscopic.

Totuși, nu toate argilele sunt la fel. Argilele diferă ca și trăsături de personalitate, unele pretându-se mai ușor construcțiilor decât altele. Cele mai bune argile pentru construcția zidurilor (și pentru tencuieli) au un caracter relativ stabil. Se umflă foarte puțin când sunt ude și se contractă la fel de puțin când sunt uscate. Argila bună pentru construcții se va umfla, poate, o jumătate din volumul ei uscat. Argilele foarte gonflante, cum sunt bentonita și montmorilonita, se pot umfla, când sunt ude, de 10 până la 20 de ori față de volumul lor

în stare uscată. Argilele tipice care se pretează la construcțiile zidurilor sunt lateritice prin natura lor (conținând concentrații de oxizi și hidroxizi de fier) și kaolinită. Argila gonflantă, cum ar fi betonita, se folosește la căptușirea iazurilor, ca ecran de etanșare a unui dig, sau pentru etanșarea primului strat al unui acoperiș viu ori al unui dom îngropat.

Din fericire, nu este necesar să știm denumirile științifice ale diferitelor tipuri de argilă pentru a construi un zid. Puteți să vă dați seama de calitatea argilei pur și simplu umezind-o și modelând-o un pic în mâini. O argilă adecvată va fi cleioasă și se va lipi de mâini. Argila foarte gonflantă va avea o textură mai degrabă vâscoasă, aproape gelatinoasă, decât fină, mai fermă, și totuși lipicioasă. Argila care se pretează la construcții va avea o consistență de plastilină, care poate fi ușor modelată în diferite forme, fără a crăpa (Fig. 2.2). Pentru construcția zidurilor din saci de pământ, vom căuta soluri cu un conținut de argilă undeva între 5 și 30 de procente, restul fiind compus din nisipuri fine și grunjoase, precum și pietriș. În general, solurile cu un conținut de argilă de peste 30% tind să fie instabile, însă doar un test în locația viitoarei voastre clădiri vă poate edifica dacă solul ales este sau nu bun pentru



2.2: O argilă de calitate poate fi modelată cu foarte puține fisuri.

construcția zidurilor.

Mâlul (silt) este definit ca un praf de piatră sfărâmat, el fiind totuși compus din particule mai mari decât cele ale argilei, dar mai mici decât cele ale nisipului fin. Mâlul se găsește, într-o anumită măsură, și în argilă. Diferă foarte mult de argilă fiind structural inert. Imită consistența de pulbere a argilei când este uscat, dar nu are nici una din reacțiile active ale argilei. Nu se umflă și nu devine foarte lipicios când este ud. Un procent prea mare de mâl poate slăbi structura unui perete din pământ.

Privit la microscop, mâlul apare mai degrabă ca niște bile de rulment, decât solzi, ca la argilă. Aceste mici "bile de rulment" permit mișcarea mâlului prin albia apei spre aval, unde se sedimentează de-a lungul albiei cursului de

apă curgătoare. Totul în natură are un scop. Mâul este mai util în cultivarea grădinilor, decât în construcția zidurilor. Solurile cu un conținut excesiv de mâl ar trebui fie evitate, fie amestecate bine cu argilă și nisip înainte de folosire. Construirea cu pământ moale, nămolos seamănă cu construirea cu pudră de talc. În unele cazuri, adăugarea cimentului ca liant ajută la creșterea omogenității și a rezistenței la compresiune.

Nisipul se formează prin dezintegrarea diferitelor tipuri de roci în particule grunjoase care variază în dimensiuni, de la cele care pot fi observate cu ochiul liber, până la cele de mărimea de aproximativ 0,6 cm. Nisipul se creează în mod natural ca rezultat al eroziunii, de-a lungul țărmurilor marine, a albiilor de ape curgătoare, dar și în deșerturi, acolo unde scoarța Pământului este expusă. Concasoare imense pot produce nisip artificial în balastiere. Nisipul (și pietrișul) reprezintă scheletul care dă unui perete din pământ rezistență la compresiune și stabilitate.

Nisipurile au diferite caracteristici, unele dintre ele fiind de dorit pentru construcția zidurilor, altele nu. În principiu, nisipurile „bine asortate” (termen generic care desemnează nisipul sau solul ce conține o plajă largă de

dimensiuni ale granulelor în cantități egale), aspre, cu margini zgrunțuroase, oferă o suprafață mult mai stabilă pe care să adere argila. Granulele de nisip mai dure, mai zgrunțuroase, se întrepătrund mai bine, ca un puzzle, acest lucru ajutându-le să se fixeze mult mai bine. Nisipul din piatră de granit este, de obicei, ascuțit și zgrunțuros, pe când cel obținut din gresii este, în general, rotund și neted.

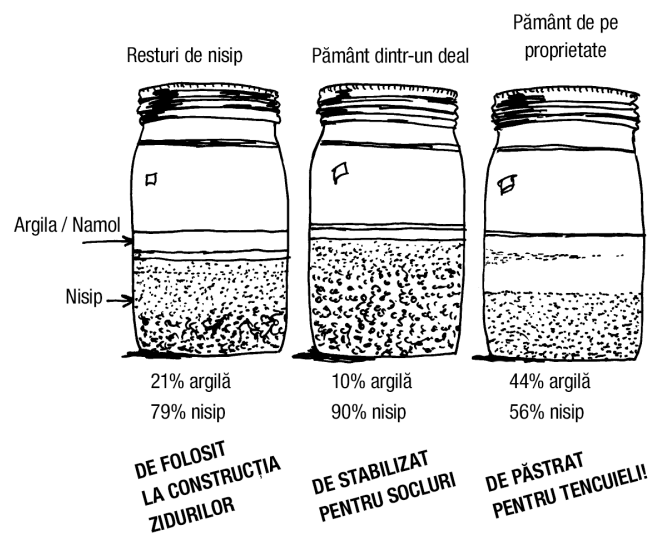
Pietrișul se obține din același material ca și nisipul, doar granulația fiind mai mare. Este compus din particule dure, zimțate, care variază ca mărime de la 0,6 cm la 5-7,5 cm. Un pământ bine asortat conține o varietate mare de granule de nisip și pietriș cu o granulație de până la 2,5 cm. Un amestec de mărimi diferite ale granulației determină umplerea diferitelor goluri lăsate de către nisip și pietriș. Astfel, fiecare particulă de nisip și pietriș este îmbrăcată în argilă și lipită la locul ei. Nisipul și pietrișul sunt agregatele care compun un amestec de pământ, la fel cum sunt și pentru un amestec de beton. Într-o lume ideală pentru construcțiile din pământ, amestecul de sol de sub picioarele noastre ar fi compus din 25-30% argilă stabilă și 70-75% nisip și pietriș bine asortat. Putem visa, dar

între timp hai să facem un test cu borcanul pentru o mostră din realitatea caracteristicilor pământului nostru.

## Stabilirea procentajelor diferitelor tipuri de sol

Testul borcanului este o metodă simplă, profană, pentru a stabili procentajul de argilă și nisip într-un potențial amestec de pământ. Luați o mostră de pământ de la adâncimea de o lopată, evitând humusul și resturile organice. (Solul care se pretează construcțiilor din pământ nu trebuie să conțină materie reziduală cum ar fi frunze, crenguțe sau ierburi, pentru a se putea compacta complet. Materia organică nu se va lega cum trebuie cu pământul și va lăsa goluri datorită descompunerii). Umpleți un borcan pe jumătate cu pământ și restul cu apă. Agitați; lăsați să se așeze peste noapte, sau până apa se limpezește. Nisipul cel mai grosier se va așeza pe fundul borcanului, peste el se va așeza nisipul mai fin, după care mărul și argila deasupra. Veți vedea straturi bine delimitate. Aceste straturi vor fi dovada unor proporții aproximative. O estimare

brută asupra unui pământ de calitate ar fi că o treime, până la un sfert din totalul materiei decantate, trebuie să fie soluri fine. Dacă nu există nici o delimitare între componentele solului, pentru că întreaga cantitate de pământ este formată din nisip fără argilă sau totul este o compoziție tulbure, ar trebui să îmbunătățiți ce aveți prin adăugarea de argilă sau nisip grosier, ori să stabiliți amestecul cu un pic de ciment sau var (mai multe despre stabilizare în Capitolul 4).



2.3: Testul borcanului: trei tipuri de pământ și utilizările lor adecvate.

### Alegeți cel mai bun pământ pentru lucrare.

În unele cazuri, alegerea unui tip adecvat de pământ poate să depindă de climat. După ce un perete este ridicat și rezistă de câteva anotimpuri, putem face niște observații interesante. Zidurile din saci de pământ umpluți cu soluri nisipoase sunt cele mai

stabile când se udă. Tencuiala din ciment/var peste saci umpluți cu pământ nisipos este mult mai puțin probabil să crape în timp, decât peste un perete din saci cu un pământ argilos. Cu cât un pământ este mai bogat în argilă, cu atât mai mari sunt șansele să se dilate sau să se contracte în condiții climatice extreme. Când construiți pereți expuși spre grădină, într-un climat umed, umpleți sacii cu sol grosier, ușor drenabil, pe care să-i acoperiți cu o tencuială pe bază de ciment/var peste o rețea de șipci (sau lănteți). Climatele uscate au avantajul folosirii de tencuieli din pământ și var peste o mai mare varietate de tipuri de pământ, în aceste cazuri posibilitatea ca pereții să se dilate sau contracte fiind mai mică.

Solurile cu procente variabile de argilă și nisip au calități unice, care pot fi valorificate pur și simplu prin atribuirea unor roluri diferite. Un tip de sol cu un conținut mare de argilă poate fi combinat cu paie și folosit la tencuială. Un sol nisipos/pietros poate fi stabilizat cu un anumit procent de var/ciment și folosit la un soclu sau la fundație (Fig. 2.3).

Odată ce știm proporțiile de pământ folosind testul borcanului, putem să umplem un sac cu acest pământ pentru a vedea cum se comportă când se usucă și cât de rezistent

este când se întărește. Văzând cu ochii noștri cum se comportă, ne ajută să ne dăm seama dacă solul mai trebuie îmbunătățit cu altceva, sau dacă este perfect așa cum este. Dacă pământul este total nepotrivit pentru cerințele structurale la care va fi supus, nu vă temeți. Chiar și cele mai slabe soluri pot fi folosite la ziduri care nu sunt de rezistență, ca umplutură într-un sistem de stâlpi și grinzi (vezi Capitolul 5). Mai departe în acest capitol, în cadrul subiectului „Pregătirea solului și conținutul de umiditate” vom discuta despre cum se fac sacii pentru testare.

Balastierele: pământ adus din altă parte. O sursă foarte la îndemână pentru a obține pământ adecvat sunt balastierele ceva mai dezvoltate. Acest material este de obicei denumit „rebut de nisip” sau „resturi de concasor”. Este un produs rezidual rezultat din fabricarea pietrișului și a nisipului vândut către producătorii de ciment. Rebutul de nisip este de obicei cea mai mare grămadă de la balastieră și se vinde pe mai nimic. Rebutul de nisip care se găsește la noi în zonă are un procentaj de 20% argilă la 80% nisip/pietriș. Cheltuiala majoră în acest caz este cu transportul. Pe noi ne costă aproape 60 de dolari transportul a 15 tone de nisip rezidual

(1 dolar și 25 de cenți per tona de nisip și 40 de dolari transportul cu camionul). O altă opțiune de material bun de construcție pentru ziduri este numit „bază pentru drumuri”. Baza pentru drumuri are un procent mai mare de pietriș în compoziție, dar tot poate fi o sursă excelentă de material pentru construirea pereților, mai ales în combinație cu cimentul, la construcția de fundații și pereți de rezistență.

Vizitați o balastieră din zonă înainte de a comanda un transport. Luați câteva găleți cu voi, pentru a colecta un eșantion de sol și pentru a-l testa acasă. S-ar putea să găsiți surse neașteptate de pământ care să fie adecvate nevoilor voastre. Cel puțin acestea au fost experiențele noastre când am cercetat balastierele din zona noastră. Din moment ce o clădire de aproximativ 28 de metri pătrați poate înghiți ușor între 45 și 73 de tone de material, preferăm să plătim costul transportului pentru a beneficia de această resursă curată, uniformă, ușor de manipulat (DPST!) și convenabilă ca raport al amestecului argilă/nisip, chiar și pentru avantajul economiei de muncă și timp. Totuși, frumusețea construcției din pământ ne permite libertatea de a ne extinde paleta de

opțiuni, prin utilizarea majorității tipurilor de pământ disponibile la locație.

## Excepții de la proporția ideală de argilă-nisip

Castelul de Nisip al lui Steve Kemble și al Carolei Escott din Insula Rum Kay din Bahamas este un minunat exemplu al adaptabilității arhitecturii clădirilor din saci de pământ. Tot ce era disponibil la locație era un amestec zgrunțuros de coral zdrobit și nisip atât de fin încât curgea, de culoarea și consistența laptelui, atunci când era ud. Acest material a fost obținut din dragarea în scop comercial a zonei maritime din apropiere. Din cauza asprimii și a diferenței de mărime între particulele materialului, se coagula într-un bloc foarte solid, în ciuda conținutului de argilă de zero la sută (Fig. 2.4).

La un workshop în Wikieup, Arizona, am descoperit o situație asemănătoare în care un nisip granitic, grosier, în ciuda conținutului scăzut de argilă (sub 6%), putea fi compactat într-un bloc de pământ puternic compresat. Marginile ascuțite ale acestor particule brute de granit sfărâmat se potriveau ca un puzzle

când erau presate, îmbinând toate granulele de nisip între ele.

Marlene Wulf a săpat manual într-un versant bogat în argilă dintr-un sol lateritic pentru a construi un bordei din saci de pământ în statul Georgia (Fig. 2.5). Structurile de la școala lui Nader Khalili din Hesperia, California, sunt construite din pământ cu un conținut de argilă de doar cinci procente. Totuși, acest amestec brut de nisip a dovedit că poate îndura teste de forfecare și capacitate portantă, depășind cu 200% standardele Uniform Building Code (UBC).

Nisipurile cu suprafață netedă din gresie sunt, în general, considerate a fi pământuri slabe pentru construcția zidurilor. Am adăugat ciment pentru stabilizare și am obținut un amestec destul de rezistent. Ocazional, întâlnim situații în care acest tip de nisip este singura opțiune. În aceste cazuri, flexibilitatea sacilor își dovedește cu adevărat utilitatea, permițându-ne să diversificăm paleta de opțiuni de la norma procentajului ideal de tipuri de sol. Acum ne bazăm, într-o anumită măsură, pe integritatea sacului pentru a stabili pământul din interior. În acest caz îl putem folosi ca umplutură pentru o structură din stâlpi și grinzi, sau pentru o structură

circulară semiîngropată de tip kiva, pentru a susține sarcinile sistemului de ziduri (în nici un caz nu construim o cupolă folosind acest pământ de calitate mai slabă)

## Pregătirea solului și conținutul de umiditate

Apa joacă un rol semnificativ în pregătirea pământului care va face parte din structura viitoarei noastre clădiri. Deși am folosit foarte mult sintagma „tehnica pământului compresat în forme flexibile” pentru a descrie metoda nebuliei noastre, am extins rețetele de pregătire a solului dincolo de ceea ce era considerat în mod tradițional procentajul ideal de umiditate în pământul compresat. Înainte de a face un sac pentru testare, trebuie să determinăm procentajul ideal de umiditate pentru tipul de sol pe care îl folosim. Toate solurile sunt unice prin caracteristici și se comportă diferit. De asemenea, fiecare tip de sol se comportă altfel atunci când este omogenizat cu diferite cantități de apă.





2.4: Doni strânge coral alb zdrobit în Bahamas.

Strângeți puțin pământ în mână și faceți o bilă. Acum, lăsați bila să cadă de la nivelul umerilor. Dacă se sparge înseamnă că are un procentaj de umiditate de aproximativ 10%. Aceasta a fost considerată mult timp proporția optimă de umiditate pentru a obține pereți bine închegați de pământ compresat și cărămizi compactate. Un procent de 10% umiditate permite unui amestec tipic de pământ să fie compresat



2.5: Deși s-a muncit intensiv, această locație atent excavată nu a deranjat foarte mult vegetația înconjurătoare, punând, totuși, la dispoziția proprietarei pământul necesar construcției.

într-o structură tare ca piatra și de aceea a fost considerat procentajul optim de umiditate. Și noi am urmat practica procentului optim de umiditate în majoritatea proiectelor noastre.

Conținutul de apă din pământul pentru construcții este, de obicei, în jurul a 10-12 procente. Acest procentaj de umiditate, într-un pământ mediu potrivit pentru construcții, se simte destul de uscat. Este suficient de umed pentru a putea fi modelat într-o bilă cu mâna, fără a apărea crăpături (Fig. 2.6). Un test simplu poate fi făcut umezind o mostră de pământ și lăsând apa să se filtreze uniform prin el.



2.6: Strângeți puțin pământ în mână. Ar trebui să fie destul de umed pentru a se compacta într-o bilă.

Totuși, noi și colegii noștri într-ale construcțiilor din pământ am făcut câteva descoperiri care contrazic „coeficientul optim de umiditate” prescris pentru pământul compresat. Apoi am descoperit că descoperirile noastre fuseseră deja descoperite în teste de laborator efectuate la Institutul de Cercetări în Construcții FEB al Universității din Kassel și publicate în cartea Ghidul Construcțiilor din Pământ, scrisă de Gernot Minke. Am găsit aceste teste fascinante din mai multe motive semnificative.

Una dintre acestea este faptul că, în loc de a lua o mostră de pământ de calitate medie, care conține 17% argilă, 15% măr și 68% nisip și pietriș, și o putem umezi cu 10 procente peste cele 10 recomandate de practica tradițională pentru pământul compresat. Rezultă un bloc de pământ mai tare, dar mai puțin compresat. Pentru cei dintre voi care faceți cunoștință cu construcțiile din pământ pentru prima oară, s-ar putea ca acest fapt să nu însemne mare lucru, dar în domeniul constructorilor cu pământ aceasta dă rădăcină preconcepția multora cu privire la ce procent de umiditate produce cel mai rezistent bloc de pământ.

Hai să mergem un pic mai departe. Pământul compresat se produce cu umiditate

scăzută și presiune mare. Acolo unde există prea multă umiditate, pământul va deveni gelatinos, mai degrabă decât compact. Preconcepția era aceea că umiditatea scăzută și presiunea mare de comprimare fac un bloc sau o cărămidă mai tare. Mai tare înseamnă mai puternic etc. Ceea ce Minke ne demonstrează este faptul că același pământ, aproape de două ori mai umed, așezat într-o matrită și scuturat (sau compactat cu un compactor manual), se comprimă într-un bloc cu o rezistență mai mare decât cea a unui bloc din pământ compresat cu o umiditate de doar 10%. Ceea ce Minke concluzionează este că acel așa numit „coeficient optim de umiditate” nu duce neapărat la cea mai mare rezistență la compresiune. Dimpotrivă, capacitatea de a fi prelucrat și forța de coeziune sunt parametrii decisivi. Prezumția lui este că umiditatea mai mare activează sarcinile electromagnetice din argilă. Aceasta, împreună cu vibrațiile produse în procesul de scuturare, forțează plăcuțele de argilă să se așeze într-o structură mult mai densă și mai bine structurată, ceea ce duce la o forță de coeziune mult mai mare și, în final, la o rezistență mai mare la compresiune. Putem folosi aceeași mostră de sol ca mai înainte, cu un conținut mai scăzut de

umiditate, și o putem bate mult și bine, sau putem ridica conținutul de umiditate al mostrei, prin scuturare/batere și obține totuși un bloc la fel de solid. Ceea ce înseamnă mai puțină batere (DPST!). Compactarea presupune muncă destul de grea, dar deși trebuie totuși să batem un amestec umed pentru a transmite vibrații pământului, este mai puțin obositor să scuturăm/comprimăm decât să-l izbim. Descoperirile noastre personale au fost făcute prin încercări repetate, erori și noroc chior. „Sac plângăcios” sau „sac vezică” sunt denumirile pe care noi, constructorii de clădiri din pământ, le folosim pentru a descrie un sac în care am folosit pământ prea umed, iar excesul de umiditate se scurge printre fibrele sacului atunci când este bătut. Umiditatea în plus împiedică compactarea. Astfel că, în loc să bătătorească sacul până la întărire și aplatizare, maiul sare mai degrabă. Astfel „sacul plângăcios” s-ar usca și ar deveni excesiv de uscat și, deși mai gros decât pământul compresat în cofraj care e mai puțin umed, totuși ar părea ca și când n-ar fi fost compactat atât de mult.

Am uitat, odată, un amestec din pământul nostru preferat în ploaie, într-o găleată de 20 de litri. Acesta a devenit saturat de apă ca

un amestec pentru tencuit. L-am amestecat, l-am lăsat să se usuce și am golit din găleată un bloc mare și solid. A stat afară vreme de doi ani, îndurând ploile și udările ocazionale ale curții, dovedind doar o foarte ușoară eroziune. Am observat că același pământ, cu o umiditate optimă de 10%, uitat afară într-un sac bătut fără milă, s-a dizolvat în mult mai puțin timp. Așa că, de acum considerăm un sac care are ceva umiditate în plus o idee nu foarte rea, până la urmă.

Concluzia noastră este că adaptarea conținutului de umiditate la caracterul fiecărui tip de sol în parte este un factor decisiv în pregătirea unui pământ pentru construit. Căutăm un conținut de umiditate care să permită solului să devină plastic și maleabil, fără a fi mocirlos. Putem folosi testul mingii, ca mai înainte, doar că acum vom căuta un conținut de umiditate prin care să obținem o minge care își menține forma atunci când strângem solul în mâini, iar când e lăsată să cadă de la înălțimea umerilor se deformează puțin și apar unele crăpături, dar nu se sparge în bucăți (Fig. 2.7).

## Potrivii umiditatea în funcție de lucrare

Preferințele personale joacă un rol important în stabilirea unui amestec ideal. Un pământ mai uscat va rezulta într-un zid mai rigid. Fiecare rând de saci poate fi bătut la fel de rigid ca un trotuar. Dacă aveți o echipă mare de ajutoare capabilă să construiască câțiva metri de zid pe zi, în înălțime, un amestec mai uscat este de dorit. Cu cât mai umed este amestecul de pământ, cu atât mai greu se va așeza peste stratul inferior. Cu o echipă redusă numeric, capabilă să așeze două sau trei rânduri de saci pe zi, un pământ mai umed va face ca munca de scuturare/batere a sacilor să fie mai ușoară. Voi va trebui să hotărâți care sunt nevoile și cerințele aferente situației de la fața locului.



2.7: Trei mingi-mostră lăsate să cadă de la înălțimea umerilor. Mostrele (de la stânga la dreapta) au un conținut de umiditate care variază de la 10 la 20%.

## PROTECȚIE ÎMPOTRIVA ÎNGHEȚULUI

*Construcția din saci de pământ este o activitate sezonieră. Cred că nu este nevoie să menționăm faptul că o grămadă înghețată de pământ va fi greu de manevrat. Pereții din saci de pământ au nevoie de vreme bună, fără îngheț, pentru a se întări cum trebuie. Altfel, natura va folosi ciclul ei de îngheț/dezgheț pentru a transforma la loc pământul reavăn în blocuri foarte tari de pământ. Odată întăriți și protejați de infiltrații, sacii nu mai sunt afectați de îngheț.*



2.8: Pregătirea materialului pentru construcția zidului, prin folosirea unui furtun pentru a pre-umezi o grămadă de pământ.



2.9: În unele cazuri, acolo unde apa este o resursă prețioasă, sau trebuie adusă la locație, pământul poate fi inundat și folosit pentru mici baraje, astfel încât apa să se poată infiltra peste noapte.

Pregătirea solului (Fig. 2.8). Unele tipuri de pământ au nevoie de timp pentru a percola, astfel încât apa să pătrundă bine în tot volumul. Solurile argiloase au nevoie de udări repetate pentru ca bulgării de argilă să se umezească bine, precum și de timp pentru ca apa să se distribuie uniform (câteva zile, câteodată). Pământurile nisipoase se umezesc mai ușor. Vor trebui, totuși, reîmprospătate cu udări regulate (Fig. 2.9).

Umpleți niște saci de testare. Pentru a înțelege cât mai bine tipurile de sol și conținutul de umiditate, este bine să observați rezultatele în condiții de lucru, așa că haideți să umplem și să batem niște saci. Când faceți asemenea teste încercați să variați procentajul de umezeală având ca și punct minim de

referință faimosul 10%. În cazul unor tipuri de sol, 10 procente s-ar putea, totuși, să fie cea mai bună opțiune. Pentru moment haideți să pre-umezim mostra noastră de pământ până pe la 10%.

Odată ce conținutul de umiditate a fost atins (planificați o zi întreagă, până la câteva zile pentru asta), umpleți câțiva saci (aruncați o privire la Capitolul 3 pentru detalii cu privire la arta ascunderii și fixării colțurilor, pentru a profita la maxim de sacii voștri). După umplere, închideți fiecare sac și asigurați gura de închidere cu un cui. Puneți sacii pe pământ și bateți-i cu un mai (vedeți Capitolul 3 cu privire la bătătoare și alte unelte). Lăsați-i să se întărească vreme de peste o săptămână pe o vreme uscată și caldă, feriți de îngheț și ploi. Pereții groși din pământ au nevoie de săptămâni pentru a se întări complet, dar după o săptămână sau două în căldură uscată, sacii noștri ar trebui să fie tari la atingere. Variați conținutul de umiditate în acești saci de test pentru a vă familiariza cu modul în care diferă prin textură în timp ce îi umpleți, cum se simt diferit la batere și care sunt diferențele când sunt uscați.

După ce sacii s-au întărit destul, îi testăm lovindu-i ca pe un cauciuc de mașină. Sărim

pe ei și batem un cui de 7,5 cm în mijlocul sacului. Dacă pământul este suficient de tare ca să țină cuiul și nu se sfărâmă, înseamnă că este destul de bun. Dacă este moale sau friabil, va trebui evitat, completat, sau folosit ca umplutură pentru structura de stâlpi și grinzi. Executăm aceste teste pentru a vedea care este umiditatea optimă pentru un tip de sol (pentru teste mai științifice, referitor la limitele de casare și friabilitate, putem consulta Codul de Uniformitate în Construcții al Statului New Mexico) (Fig. 2.10). Părerea noastră este că o construcție din pământ trebuie testată ca un sistem dinamic, mai degrabă decât ca o unitate individuală. Combinația tuturor elementelor - sacii, pământ, sârmă ghimpată, așezare atentă și design arhitectonic - determină rezistența structurală a unei clădiri din pământ (Fig. 2.11a și b).



2.10: Acest test informal demonstrează că un sac bine întărit poate prelua greutatea unei camionete de 3,5 tone, fără modificări structurale.



2.11a: Proprietarii acestui zid despărțitor în apropierea unei intersecții aglomerate din oraș au descoperit că o secțiune a tencuiei a căzuse. Motivul este prezentat în poza următoare.



2.11b: Pe parcursul nopții, un "test" involuntar a fost făcut de către un șofer în stare de ebrietate, lămurindu-ne astfel asupra rezistenței unui perete din saci de pământ - peretele a rezistat; mașina nu.

Pământul este un material simplu, dar totuși complex, cu care se poate lucra intuitiv pe măsură ce caracteristicile lui devin familiare. Experimentarea este o parte importantă a procesului de construcție cu pământ. Odată ce sacii de test s-au întărit, iar tipul potrivit de sol a fost identificat și coeficientul de umiditate stabilit, echipa de constructori poate trece la

treabă. O echipă de șase/opt oameni poate manevra aproximativ 23 de tone de material ușor accesibil în trei zile. Păstrat umed și protejat cu o prelată, pământul poate fi gata de manevrat oricând. Dacă procesul de construcție este simplu, progresul este rapid.



2.12: Câteva tipuri de saci (de la stânga la dreapta): mult prea mare, 50 kg imprimat greșit, 25 kg imprimat greșit, 25 kg cu clini imprimat greșit, 25 kg din pânză de sac.

## Saci și tuburi: cofraje flexibile

Sacii pe care-i folosim sunt aceiași care sunt folosiți la ambalarea furajelor și a grânelor (Fig. 2.12). Tipurile și mărimile pe care le folosim cel mai des sunt polipropilenă țesută, de 25 și 50 kg, cu un minim de densitate a țesăturii de 10 fire/6,5 cm<sup>2</sup>. Firmele care produc acești saci fac câteodată greșeli de imprimare, care fac ca produsul să nu poată fi livrat clienților.

În loc să arunce acești saci, îi vând la un preț foarte mic. Sacii cu capacitate de 25 kg vin în baloți de 1.000 de bucăți și cântăresc 53-54 kg/balot. Prețurile pentru sacii de 25 kg sunt în jurul a 15-25 de cenți (USD) sau, de la cât ești dispus să plătești, până la sume dintr-o singură cifră pentru comenzi mari (zeci de mii).

În medie, sacul de 25 kg, întins și aplatizat, măsoară aproximativ 75 cm lungime per 42,5 cm lățime. Când este umplut cu pământ umed și bătut, vorbim despre un sac “care lucrează” și care are aproximativ 38 cm lățime, 50 cm lungime, 13 cm înălțime și cântărește între 40 și 45 kg. Sacul standard de 50 kg măsoară 90/55 cm. Un sac de 50 kg care lucrează măsoară 60 cm lungime, 48 cm lățime, 15 cm grosime și cântărește între 80 și 90 kg. În general, oricare ar fi lățimea sacului gol și întins, acesta se îngustează cu 5-7,5 cm când este umplut cu pământ și bătut. Aceste două mărimi sunt destul de standard în Statele Unite. Sacii de 12,5 kg sunt prea mici pentru a fi folosiți în scopuri structurale. După ce sunt umpluți și împăturiți, își înjumătățesc suprafața. Nu prea ne-am deranjat cu saci mai mici de 25 kg. Sacii mai mari, cum ar fi cei de 60 cm lățime (ne referim la cea ce numim saci mult prea

mari) pot fi, de asemenea, folosiți în aplicații speciale, cum ar fi ferestre verticale în cadrul domurilor, sau pereți groși cu rol structural peste o fundație din cauciucuri.

Aceștia aduc un aport adițional de portanță structurii și dau impresia unui perete mai lat. Prin folosirea unor saci mai lați, sau prin împerecherea unor saci de 25 kg, putem lăți suprafața pervazurilor ferestrelor și crea o bancă de șezut (Fig. 2.13).

Am auzit recent că producătorii au tratat sacii cu o substanță "anti-alunecare", aplicată pe materialul de polipropilenă. Acești saci și aceste tuburi din polipropilenă trebuie evitate. Tratatul cu substanța "anti-alunecare" reduce capacitatea materialului de a respira, făcând ca pământul să se întărească mult mai greu. Când vă interesați, sau când cumpărați sacii respectivi, asigurați-vă ca nu au fost tratați cu substanța "anti-alunecare".

Sacii cu clini din polipropilenă devin ușor disponibili la prețuri decente datorită greșelilor de imprimare. Aceștia seamănă ca și design cu pungile de hârtie maro pentru cumpărături. Când sunt umpluți, aceștia au un fund rectangular din patru laturi. E ca și cum ai avea saci cu colțurile rotunjite din fabrică (vezi Capitolul 3). Forma inovativă de cutie

permite clădirea unor cantități mari de grâne, fără a se răsturna. Cândva toți sacii de furaje sau grâne vor fi înlocuiți cu astfel de saci și atunci tehnica de ascundere a colțurilor va fi o artă pierdută.



*2.13: Sacii de 50 kg și cei mult prea mari pot fi, de asemenea, folosiți pentru cadrele ușilor și ale ferestrelor, în combinație cu sacii/tuburile de 25 kg folosite la ziduri.*

Sacii din pânză groasă pot fi găsiți la prețuri modice datorită greșelilor de imprimare. Aceștia pot rezista până la un an în deșert, în plin soare, cu condiția ca materialul cu care au fost țesuți să fi fost tratat împotriva spectrului UV. Altfel, cu timpul, ei tind să se rupă de-a lungul cusăturilor. Într-un climat umed aceștia tind să putrezească. Stabilizarea pământului din interior cu un procent de



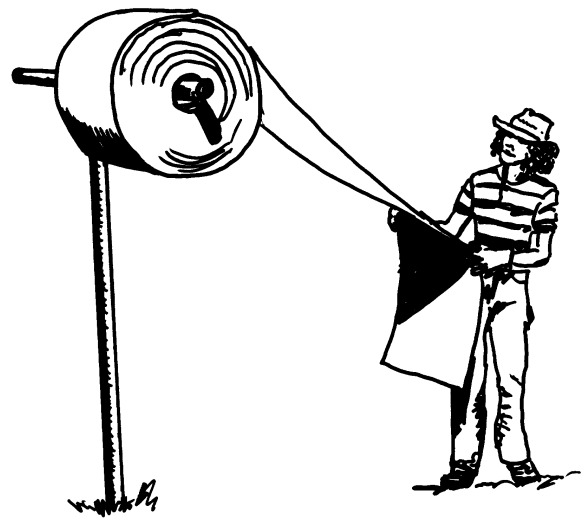
ciment, sau de var, poate fi avantajoasă dacă vrei ca peretele să capete aspect de zidărie pe măsură ce sacii se descompun. Sacii din pânză groasă se găsesc în aceleași dimensiuni ca și cei din polipropilenă (Fig. 2.14). În Statele Unite aceștia au un preț considerabil mai ridicat. Costul crește cu transportul, din moment ce sunt mai grei și mai voluminoși decât cei din polipropilenă. Contrar părerii generale, tencuiala naturală din pământ nu are vreo preferință specială pentru acest material. Majoritatea sacilor din pânză groasă disponibili în SUA sunt tratați cu hidrocarburi. Unii oameni au reacții adverse la hidrocarburi, inclusiv reacții cutanate, migrene și probleme respiratorii. Din păcate, sacii din pânză groasă tratați cu hidrocarburi sunt și cei mai disponibili nouă, în America de Nord. Sacii din pânză groasă netratați se mai numesc și fără carbon. Materialul este în schimb tratat cu ulei alimentar și rămâne inodor. Aceștia trebuie căutați mult mai mult până la a fi localizați, dar sunt alternativa cea mai puțin toxică. Poate, pe măsură ce scăpăm de preconcepțiile noastre politice, fibrele naturale, cum ar fi cea de cânepă, vor fi mai disponibile pentru producția sacilor

de mâncare. Producătorii de saci pot fi găsiți online sau în Pagini Aurii.

Tuburile, sau așa numiții "saci lungi" sau "saci continui", sunt și ele făcute din polipropilenă țesută (Fig. 2.15). Acestea reprezintă, de fapt, materialul din care se fac sacii, înainte de a fi tăiați și cusuți. Din moment ce nu sunt de calitate inferioară, prețul poate fi mai ridicat per metru liniar decât în cazul sacilor. Sulurile pot cântări între 181 și 272 kg, depinzând de lățimea materialului. Se livrează în suluri cu o lungime de 1.829 m, dar câteodată fabricantul este destul de amabil încât să livreze și suluri cu o lungime de 914 m. Tuburile sunt disponibile în aceleași lățimi ca și sacii. Acestea se comportă ca și sacii, pierzând din lățime aproximativ 2,5-3,75 cm atunci când sunt umplute și bătute. Deși sacii de 12,5 kg sunt prea mici pentru a putea fi utilizați, tuburile din care se fac acești saci sunt potrivite pentru ziduri despărțitoare în grădină sau pereți mai zvelți în interiorul clădirilor din pământ.



2.14: Sacii din pânză groasă au un aspect frumos și organic, ce poate fi apreciat în timpul construcției.



2.15: Tuburile se taie din sacul continuu de pe rolă.

### SFAT

Sacii din pânză groasă sunt mai largi în comparație cu cei din polipropilenă. Drept urmare, aceștia tind să alunece ușor de pe standul de umplere în timp ce sunt umpluți. Pentru a evita acest obicei enervant, udați din belșug acești saci înainte de a-i pune pe stand și a-i umple.



2.16: Tuburile sunt chinteseșța formei flexibile.

## AVANTAJELE PĂSTRĂRII SACILOR ÎN CONDIȚII OPTIME SUNT:

*În cazul unei inundații sau al problemelor la instalația sanitară, pământul va rămâne în perete în loc să formeze o baltă de noroi pe podea.*

*Sacii sunt adesea mult mai ușor de tencuit decât pământul din interior. Unui perete din pământ îi place să fie acoperit de o tencuială dintr-un pământ de o natură asemănătoare. Pereților nisipoși le plac tencuielile nisipoase. Totuși, o tencuială nisipoasă nu este la fel de rezistentă la eroziune ca și una bogată în argilă. Menținerea sacilor în bune condiții ne extinde opțiunile în privința tencuielilor.*

*Sacii asigură o rezistență la întindere în plus, dând posibilitate sârmei ghimpate să se prindă de ceva. Mai mulți saci, mai multă aderență.*

Tuburile sunt excelente pentru structuri rotunjite și îngropate, ziduri de grădină de forme diferite, pereți de sprijin, sau ca un rând de siguranță deasupra unei arcade (Fig. 2.16). Lungimea și continuitatea lor este folositoare pentru o spirală continuă la acoperișul unui dom. Sunt mult mai rapid de instalat decât sacii, atâta timp cât aveți o echipă de minimum 3 oameni (vezi Capitolul 3). În afara Statelor Unite, tuburile sunt de asemenea disponibile din material de pânză groasă și, poate, din bumbac. Experiența noastră personală este cu tuburi de polipropilenă țesută disponibile în SUA și Mexic.

Sacii de polipropilenă sunt vulnerabili la expunerea directă la spectrul UV al soarelui. Trebuie să fie bine protejați de soare până când sunt gata de folosit. Odată construcția începută, e nevoie de trei sau patru luni de soare puternic, de vară, pentru a-i descompune în confetti. Acesta poate fi un factor motivant pentru a grăbi instalarea sacilor cât mai repede, pentru a păstra cât mai bine posibil integritatea sacilor. Majoritatea solurilor bune se vor așeza și întări înainte ca sacii să aibă ocazia să se deterioreze. Chiar și după ce aceștia se degradează, un sol bun va

rămâne intact. Totuși, sunt câteva avantaje pentru a menține sacii în condiții bune.

În timp ce domul nostru Honey House era aproape finisat, o inundație puternică l-a umplut, împreună cu toate subsolurile vecinilor, cu 25 cm de apă. Tencuiala de bază din interior s-a topit de pe perete până la o înălțime de 30 cm. Din moment ce șapa nu fusese turnată, apa s-a infiltrat în pământ.

Sacii care fuseseră acoperiți de apă erau destul de moi cât să bagi vârful degetului în ei, dar nu erau îmbibați de apă. Am presupus că datorită compresiei mari la care erau supuși sacii de la bază, datorată greutateii zidurilor care apăsau pe ei, pământul din interiorul sacilor a putut să reziste saturării cu apă. Pe măsură ce se uscau, aceștia au redevenit foarte tari. Sacii au stabilizat pământul brut chiar și sub apă. Dacă, totuși, aceștia ar fi fost compromiși de către radiația UV, ar fi fost cu totul altă poveste.

Nader Khalili a avut o experiență similară cu o podea a unuia dintre domurile sale. Apa a pătruns în interior la un nivel de 60 cm, vreme de două săptămâni. A monitorizat efectele inundației împreună cu departamentul de construcții al orașului Hesperia, observațiile fiind asemănătoare cu ale noastre. În esență,

sacul este un stabilizator mecanic, spre deosebire de un stabilizator chimic, cimentul, care este adăugat pământului. Sacul are rol de stabilizator, pe lângă rolul său de cofraj, permițându-ne, în același timp, să construim cu pământ brut în condiții adverse.

O modalitate prin care se poate proteja sacul pe parcursul unor perioade lungi de construcție este să tencuiți pe măsură ce avansați (vezi Capitolul 13). Apoi, desigur, există și varianta acoperirii sacilor deja instalați cu o prelată neagră, ieftină, cu rol de protecție temporară.

Un alt fel de a proteja sacii împotriva radiației UV este de a folosi doi saci în locul unuia singur. Umplerea suprafeței expuse cu pământ este o altă modalitate de protecție împotriva expunerii la UV. Este posibilă și achiziționarea unor saci cu protecție UV sau a sacilor negri din țesătură destinați protecției împotriva inundațiilor și a infiltrațiilor. Aceștia, nefiind socotiți de calitate inferioară, vor avea și un preț pe măsură. Polipropilena este unul dintre cele mai stabile tipuri de material plastic. Este inodoră și, protejată corespunzător împotriva soarelui, are o durată de viață practic nelimitată. Nelimitată, în acest caz, înseamnă că nu știm cât de mult rezistă.

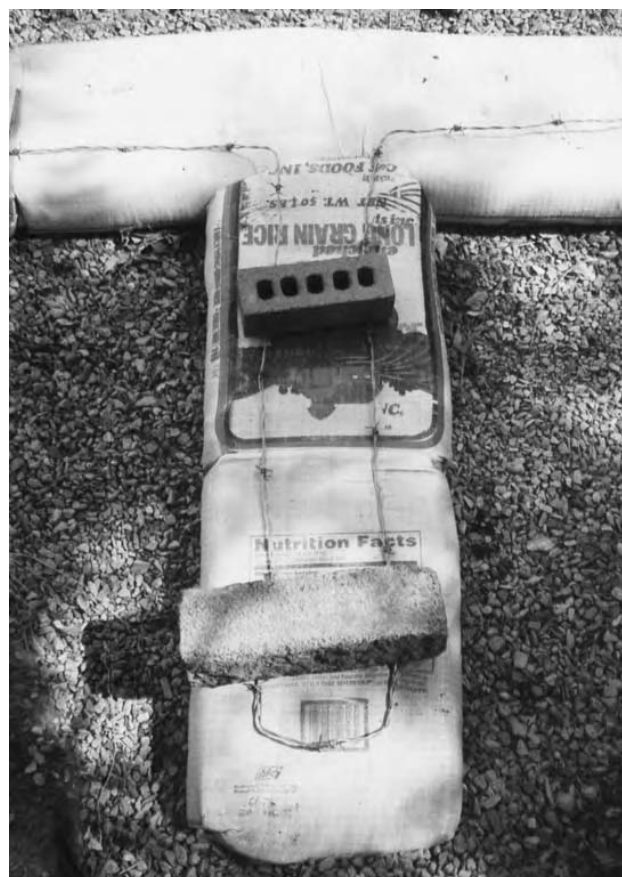
## Sârma ghimpată: „mortarul” nostru

Noi folosim două rânduri de sârmă ghimpată în 4 puncte pe post de mortar între rândurile de saci. Aceasta lipește sacii unul de celălalt și rezistă la întindere, astfel încât rândurile nu se pot desface. Această rezistență la întindere este un avantaj de care majoritatea construcțiilor din pământ duce lipsă. „Mortarul” din sârmă ghimpată, ajutat de rezistența sacilor de polipropilenă (și, mai ales, a tuburilor), dă o rezistență la întindere unică în construcțiile din pământ. Sârma ghimpată permite proiectarea cupolelor arcuite, pentru că sârma ghimpată în 4 puncte asigură o asemenea aderență, încât permite sacilor sau tuburilor să fie așezate treptat, câte puțin spre interior, până când cercul este închis.

Sârma ghimpată în 4 puncte se găsește de obicei în două mărimi: 1,5 și 2 cm în diametru.

Cea mai grea, de 2 cm, cântărește în jurul a 36 de kg/rolă, iar cea de 1,5 cm aproximativ 22 kg/rolă. Ambele se găsesc în role de 400 m lungime. Noi preferăm să o folosim pe cea mai groasă pentru structuri monolitice, mai ales pentru cupolele arcuite. Cea de 1,5 cm este adecvată pentru ziduri drepte și ziduri

de sine stătătoare, în grădină de exemplu. Sârma ghimpată poate fi achiziționată de la magazinele de feronerie, depozitele de materiale agricole sau construcții.



2.18: Folosiți niște greutatea suficient de lungi pentru a ține în loc două fire de sârmă ghimpată și așezați-le la aproximativ un metru distanță.

Greutățile pentru sârma ghimpată (pietre plate sau cărămizi lungi) se folosesc pentru a ține apăsată sârma, pe măsură ce este așezată pe perete (Fig. 2.18). Am mai confecționat greutatea prin străpungerea unor cutii de lapte cu o bucată de fier-beton și umplerea lor cu beton. Rezistă foarte mult și nu se sparg când

sunt scăpate. Recipientele de plastic de doi litri sunt și ele utile, dar în timp se dezintegrează datorită expunerii la soare. Când ne-am săturat să tot urcăm și să coborâm pereții pentru a lua pietre, cărămizi și blocuri, am creat greutatea de cărămizi suspendate, care sunt multifuncționale (o inovație de-a noastră DPST descrisă în Capitolul 3).

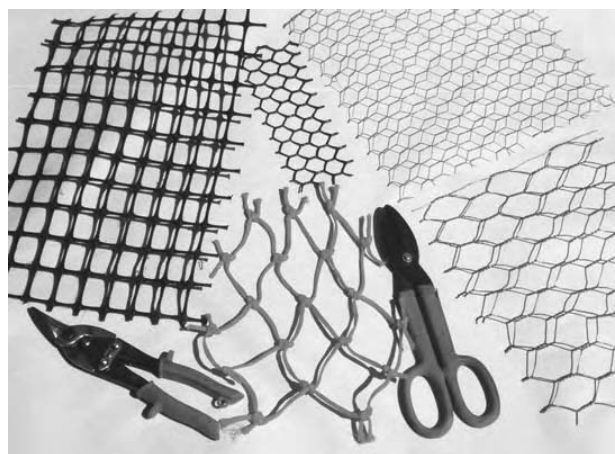
Un distribuitor pentru sârma ghimpată poate fi făcut folosind o țeavă suspendată la ambele capete pe o structură simplă de lemn, pe niște cărămizi, sau între doi baloți de paie. Sau în orice alt mod care vă poate da posibilitatea să derulați sârma de pe balot. Un distribuitor mobil pentru sârma ghimpată poate fi confecționat pe o roabă, sau o variantă manufacturată se poate achiziționa de la un magazin care comercializează produse pentru ferme sau dintr-un catalog axat pe același domeniu de activitate (Fig. 2.19).



2.19: Capră de lemn transformată într-un suport pentru rola de sârma ghimpată.



2.20: Fir de sârma legat în jurul sârmei ghimpatate.



2.21: Diferite tipuri de plasă rabiț, sau plasă de stuc.

## Firele de sârma

Firele de sârma sunt o excelentă posibilitate opțională de prindere pentru plasa rabiț sau pentru plasa din plastic pentru tencuieli (Fig. 2.20). Când se instalează sârma ghimpată, trebuie să se decidă dacă se va folosi tencuială din var și ciment, pământ natural sau pământ urmat de tencuială din var ca strat de finisare. Tencuielile din argilă combinată cu paie

aderă la suprafața sacilor la fel de bine cum ar adera la copertile acestei cărți. Tencuiala pe bază de ciment are nevoie de plasă de sârmă sau plasă din plastic groasă (de genul celei folosite la ranforsarea betonului sau la ranforsarea antierozivă a malurilor de pământ). Factorul decisiv în optarea pentru o plasă de sârmă sau plastic trebuie să fie condițiile de umiditate care vor duce, sau nu, la erodarea plasei din sârmă, cum ar fi o climă cu aer sărat, un acoperiș verde sau tencuială la baza peretelui acolo unde e probabil să bată ploaia (Fig. 2.21).

Firele de sârmă pot fi bucăți de sârmă de 1 mm tăiate de mână, sau bucle de sârmă din comerț folosite pentru atașarea gardurilor din plasă la stâlpi de metal. Acestea se pot găsi în magazinele sau cataloagele de profil. Aceste fire de sârmă au la fiecare capăt câte o buclă și se îndoaie pe după sârma ghimpată, astfel încât ambele bucle să rămână în afara zidului. Firele de sârmă din comerț au buclele strânse bine cu un dispozitiv manual sau automat de făcut bucle. Cel manual arată ca un cârlig mare de croșetat, care se inserează prin cele două bucle de la capăt și se răsuțește cu mâna. Dispozitivul automat de răsucit răsuțește cele două bucle cu ajutorul unui mecanism cu

arc care se trage, făcând operația mai puțin istovitoare. Ambele au un preț decent.

Firele de sârmă mai sunt folosite pentru a lega instalația electrică și cea sanitară de-a lungul pereților interiori (vezi Capitolul 7). Firele de sârmă sunt, de asemenea, folosite pentru a ancora baloții de paie cu bucăți de bambus, bine ancorate cu ajutorul unor fire de sârmă mai lungi (căutați varianta ilustrată a acestei metode în Capitolul 17).

În timpul construcției, instalăm bucăți de sârmă suficient de lungi care să iasă din perete cel puțin 5 cm. Legând firele de sârmă de sârma ghimpată la intervale între 30 și 60 cm, tot al doilea rând va reprezenta un punct de sprijin pentru plasa rabiț mai târziu. În plus, acesta este un punct de legătură al plasei, în afara cuielor. Majoritatea tipurilor decente de pământ vor putea să suporte cuie galvanizate de 50 mm, sau mai lungi, după ce s-au întărit. Pentru o siguranță sporită și pentru a evita potențiala sfărâmare a pământului, putem considera firele de sârmă ca și puncte de ancorare alternative. Un singur rând de fire de sârmă pentru legat se mai poate atașa pentru ancorarea unui „furtun pentru scurgerea apei la șapă”, pentru a crea o „rupere a capilarității”

între tencuială și partea de sus a soclului fundației (vezi Capitolul 4 pentru detalii).

## Forme pentru ferestre și uși arcuite

Deși folosim cofraje flexibile pentru pereți, folosim cofraje rigide pentru golurile ușilor și ferestrelor (Fig. 2.22). Acestea sunt singurele locuri în care este nevoie de un sistem temporar de susținere în timpul construcției (acoperișurile în formă de cupolă

se autosusțin).

Formele de cutie de sprijin sunt așezate drept și nivelate pe partea de sus a peretelui. Instalarea sacilor continuă pe ambele părți ale cofrajului până se ajunge la partea de sus. Formele pentru arc sunt plasate deasupra celor pentru fereastră/ușă și li se dă nivelul folosind pene de lemn care se introduc între cele două cofraje. După ce instalarea sacilor este terminată și sacii cu rol de cheie de boltă sunt la locul lor, penele se scot, iar cofrajul pentru boltă se demontează (Fig. 2.23 și 2.24).



2.22: Cofraj rigid de susținere a golurilor de ușă și de fereastră.





2.23: Formă pentru arc scoasă din perete în Bahamas.



2.24: După îndepărtarea formelor. La pereții rotunzi, coloanele dintre deschiderile ferestrelor iau o formă frumoasă, trapezoidală.

Cofrajele pentru goluri trebuie construite solid, pentru a putea prelua sarcinile zidurilor din pământ. Grosimea pereților și tipul de acoperiș ne dau măsura lățimii cofrajelor. În cazul unui acoperiș în formă de cupolă, cofrajul trebuie să intre destul de mult în interior pentru a prelua sarcinile datorate sacilor care vor fi așezați în trepte, puțin câte puțin, tot mai mult înspre centrul viitorului dom. Un cofraj cu o adâncime de

90 cm este destul de versatil pentru construcția unui astfel de acoperiș. Cofrajele pentru pereți liniari trebuie să fie doar un pic mai adânci decât sacii, astfel încât sacii să nu poată să învelească marginile cutiilor (altfel nu le veți mai putea scoate din perete). În unele cazuri, pot fi montate de-a lungul cofrajului panouri de placaj pentru a adăuga adâncime cutiei. Calculați o toleranță de 2,5 cm în lățime și înălțime la dimensiunile cutiilor pentru deschiderile brute, depinzând și de sistemele de uși și ferestre folosite. Betonul sculptat, pământul stabilizat cu var, cărămizile sau piatra, folosite ca pervaz, au nevoie de câțiva centimetri în plus de înălțime pentru a avea destulă pantă. Luați în considerare dimensiunile ferestrelor și proiectați cofrajele în consecință, sau invers.

Disponibilitatea materialelor și tipul preferat de cofraj (demontabil sau dintr-o bucată) sunt alți factori ce trebuie luați în considerare. Pentru partea de sus a ferestrelor și ușilor tradiționale, cu forme deschise stil gură de mină, poate fi folosit placaj de 2 cm, sau rigle de 10x10 cm, ori de 15x15 cm (Fig. 2.25). Odată ce înălțimea dorită a fost atinsă, bucățile de lemn demontate pot să devină buiandrugi (mai multe în Capitolul 8). Sistemul nostru preferat de cofraj este compus dintr-un set de diverse mărimi de forme de cutii

demontabile și forme de arce solide pentru bolte care pot fi refolosite la multiple structuri (Fig. 2.26). Un astfel de set de cofraje multiple poate fi refolosit pentru a construi un sat întreg de case. Își merită investiția cu prisosință. Blocurile din zgură pot fi o soluție pentru partea verticală a cofrajului, acoperite fiind, pe orizontală, cu placaj sau rigle de lemn. Pentru Castelul de Nisip din Bahamas am avut ocazia nemaipomenită să putem împrumuta blocuri de zgură de la prietenii noștri din zonă, care au găsit conceptul "împrumutării blocurilor de ciment pentru a construi o casă" mai degrabă incredibil (Fig. 2.27). Pentru conformitate cu ideile DPST, construiți toate cofrajele pentru uși și ferestre înainte începerii construcției efective. Structura este cea mai puternică dacă este ridicată strat cu strat când cutiile sunt la locurile lor, decât dacă ar fi construită pe secțiuni. Veți economisi o grămadă de timp și energie dacă veți avea destule cofraje făcute încă de la început. Se pot umple saci de nisip uscat pentru a înlocui lemnul în golurile de uși sau ferestre. Aceiași saci cu nisip mai pot fi folosiți, în locul cărămizilor sau al lemnului, pentru a delimita porțiunile liniare în cadrele de uși și ferestre. Folosiți un fir cu plumb pentru a vă asigura de verticalitatea porțiunilor exterioare. Instalarea atentă este imperativă pentru a

menține suprafețele drepte. Lăsați un spațiu de toleranță în jurul cadrelor, acesta putând fi umplut ulterior cu tencuială. Însemnați cu un marker unde se termină sacii cu pământ și unde încep cei cu nisip uscat. Montați plasa rabiț pe capătul sacilor de pământ pentru a evidenția delimitarea. Nu uitați să săriți acești saci cu nisip de la ancorarea cu sârmă ghimpată, altfel nu-i veți putea scoate mai târziu! (Fig. 2.28).



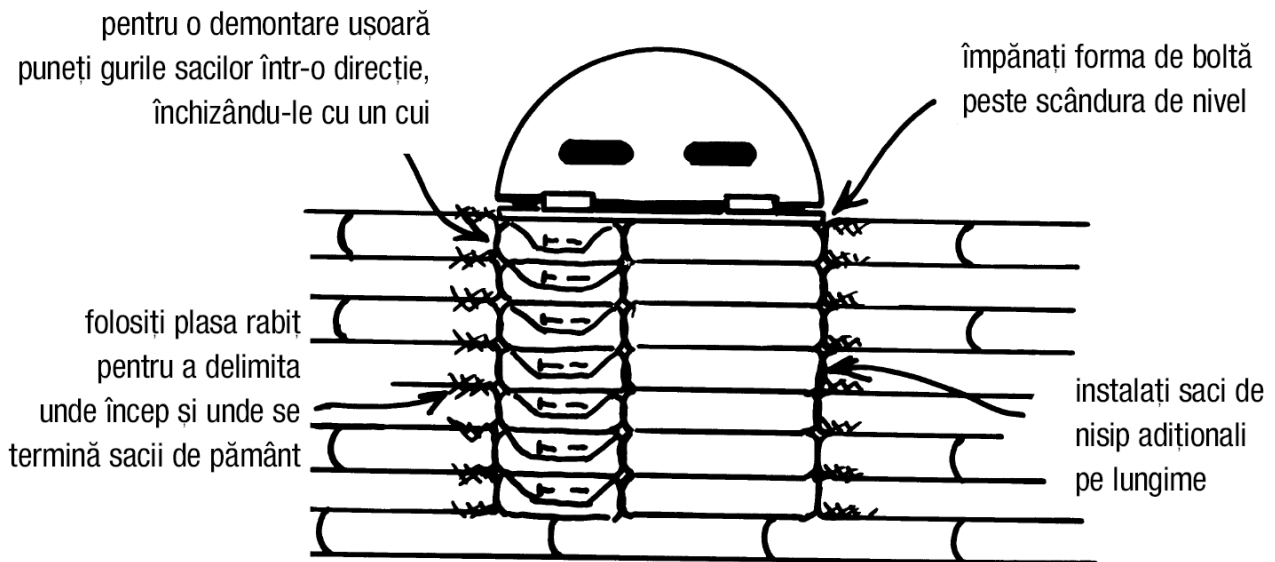
2.25: Un cofraj deschis, tip stâlp de mină, permite accesul liber în incintă fără a trebui să se escaladeze zidurile în timpul construcției.



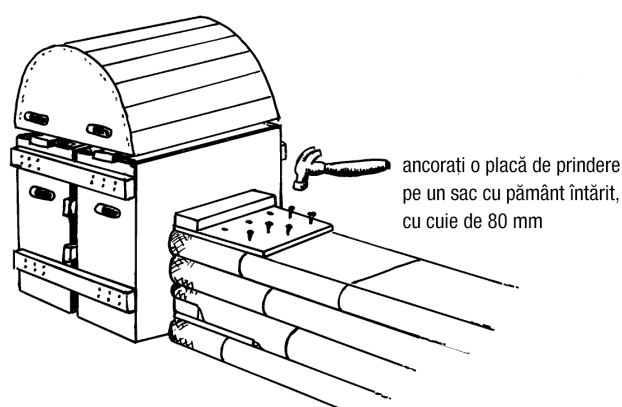
2.26: Cutiile demontabile pot fi adaptate pentru a se potrivi golurilor de mărimi diferite.



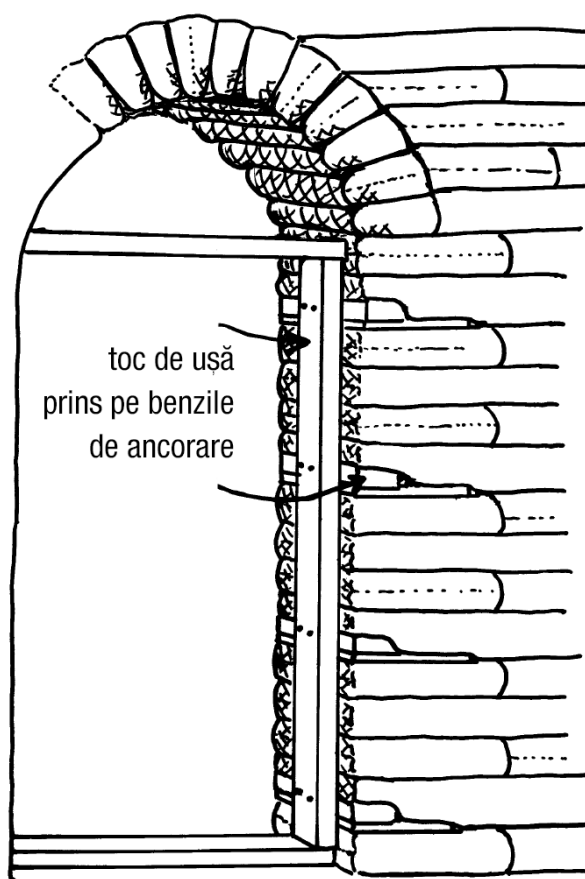
2.27: Blocurile din zgură sunt foarte bune ca și cofraje.



2.28: Folosirea sacilor cu nisip ca înlocuitor pentru formele rigide.



2.29: Benzile de ancorare sunt un punct de sprijin pentru tocurile de uși și anumite tipuri de ferestre.

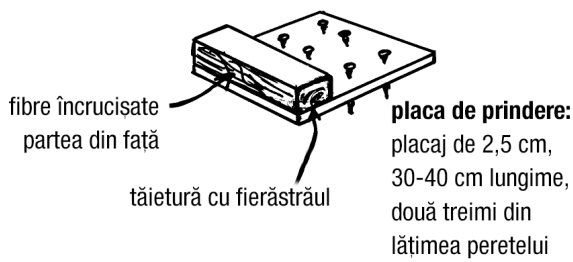


2.30: Majoritatea tocurilor de ușă pot fi ancorate, de obicei, în patru puncte de sprijin, care sunt la 3 sau 4 rânduri de saci distanță.

## Plăcile de prindere (flanșe de prindere)

Tocurile de uși, suporturile pentru rafturi, panourile electrice, cofrajele pentru pereții de rezistență, glafurile, căpriorii și punctele de sprijin exterioare pentru domuri, toate trebuie să se sprijine în ceva care să le unească cu peretele.

Plăcile (flanșele) de prindere sunt pur și simplu niște placaje de grosime între 1,25 și 2,5 cm, de aproximativ 30-40 cm lungime, aproximativ de lățimea peretelui și care sunt prinse în cuie de sacii cu pământ. O bandă de ancorare (termen folosit în construcțiile din chirpici) permite atașarea ulterioară a tocurilor de uși, după ce cofrajele sunt demontate. O bandă de ancorare este o bucată de riglă de 5x10 sau 5x15 cm, atașată unei plăci de prindere. Este atașată, apoi, cu partea de 5 cm înspre cofraj și ancorată cu cuie de 60 sau 80 mm de sacul de dedesubt (Fig. 2.29). Instalarea sacilor continuă deasupra benzilor de ancorare, încorporându-le în perete pe parcursul construcției (Fig. 2.30). Ferestrele pot fi, de asemenea, atașate acestor benzi de ancorare, sau pot fi montate și tencuite separat.



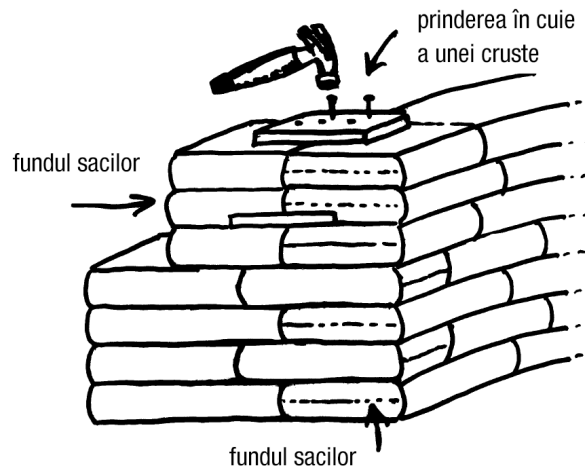
**Notă:** dacă nu sunt disponibile scânduri late, utilizați două scânduri mai subțiri una lângă alta – paletii sunt o excelentă sursă de materiale pentru benzile de ancorare.

**2.31: Anatomia unei benzi de ancorare.**

Un tip de bandă de ancorare modificată se folosește pentru panourile electrice, glafurile pentru ferestre și tocure de uși, dulapuri, polițe, sau orice altceva ce trebuie atașat peretelui finisat. O placă de prindere se folosește pentru a ajuta la distribuirea greutateii elementului de sprijin. Avantajul unei construcții din saci de pământ este utilizarea unei cantități minime de lemn. Deși o structură finalizată din saci de pământ poate avea multe plăci de prindere și benzi de ancorare încorporate, tot are mult mai puțin lemn în componență decât o structură clasică din lemn (Fig. 2.31).



**2.33:** O sursă excelentă de resturi de lemn pentru construcție sunt șantierele convenționale.



**2.32:** Pe măsură ce contraforturile devin mai scurte în partea de sus a zidului, este mai simplu să unim sacii folosind o „crustă”, decât să forțăm doi saci să se potrivească.



**2.34:** Suporturile au pe partea de jos a arcelor un substrat ideal pentru aplicarea tencuielii.

## Plăcile

O „placă” este o bucată de lemn folosită pentru a ancora un contrafort în perete sau pentru a lega două rânduri de saci așezați unul lângă altul, într-o situație în care acest lucru este mai eficient decât clătinaarea sacilor așezați în stil zidărie (Fig. 2.32).

Dacă riglele de 5x10 cm sunt greu de procurat, se pot înlocui cu scândură de paleți de 2,5 cm. Pentru placa de ancorare, ca și pentru placa de prindere, fibra de la mijloc oferă mai multă priză pentru cuie decât capetele debitate.

Ar trebui să aveți pregătite câteva plăci de prindere, precum și câteva rigle de 5 cm, astfel încât atunci când va veni momentul construcției efective și o astfel de placă este necesară, să nu mai pierdeți timp măsurând și tăind. Vom învăța mai multe despre aceste plăci pe măsură ce le vom folosi, din ce în ce mai mult, pe parcursul acestei cărți (Fig. 2.33).

## Suporturile

Suporturile sunt bucăți de plasă din sârmă, plastic, bambus împletit, sau orice alt material care poate fi folosit pentru a îmbrăca partea de jos a unui rând de saci în formă de evantai care

formează o arcadă, în timpul construcției. Noi folosim suporturi chiar și când intenționăm să tencuim cu pământ, pentru că acesta este un loc în care sacii au format o suprafață atât de netedă, încât tencuiala are nevoie de ceva în plus la care să adere. Suporturile sunt bune și pentru a încadra sacii care au contact cu cofrajele. Pot fi tăiate exact la dimensiunea lățimii peretelui sau mai lungi, pentru a permite sculptarea pe suprafețele interioare sau exterioare ale arcelor. Aceasta adaugă o dimensiune artistică cu caracter practic elementelor de design de la muchiile de scurgere și sistemelor de burlane (Fig. 2.34).



## CAPITOLUL 3

### Unelte, trucuri și terminologie

Pregătirea preliminară,  
răbdarea, practica și  
perseverența promovează  
performanța preferată (Fig. 3.1)

Așa cum este mai ușor să bați un cui cu un ciocan decât cu o piatră, un stativ pentru sac și o sanie fac mai ușoară construirea cu saci de pământ. Pentru a corespunde cu standardul DPST, am dezvoltat câteva unelte specializate pentru construit și am adoptat câteva tehnici și un limbaj care intensifică precizia, calitatea, înțelegerea și plăcerea construirii de saci de pământ.

Indiferent cum construim, construirea unei case înseamnă multă muncă. Construirea unei case este un proces. Ce învățăm din proces va fi reflectat în produs. Procesul decurge cu ușurință atunci când acordăm atenție

detaliilor, iar atenția pentru detalii începe cu pregătirea preliminară.

Orice constructor sau artizan profesionist ne va spune că 75% din timpul de construcție este folosit pentru construcția în sine. De aceea este imperativ să găsim o bucurie în proces, cât și în produs. Ne petrecem marea parte a timpului și a energiei fiind implicați în proces, așa încât să încercăm să facem ce e mai bun din el. În această lume modernă a satisfacției imediate, realitatea unui proiect de construcție împlinit complet poate fi descurajatoare. Poate ar trebui să existe un fel de organizație pentru Constructorii de Case Anonimi pe care începătorii să o frecventeze – un fel de program cu 12 pași pentru a obține o filosofie Zen cu privire la construcții. Incantația ar fi: pregătirea preliminară, practica și perseverența promovează performanța preferată.

Oricând am încercat să scurtăm drumul, a trebuit să facem cale întoarsă, să stricăm și să refacem. Este prețul pe care l-am plătit pentru nerăbdarea noastră. Este mult mai ieftin să fii atent de la început decât să refaci totul mai târziu. A trăi cu rezultate care ne fac să ne simțim bine de fiecare dată când ne uităm la ele este mult mai satisfăcător decât să ne dorim să fi lucrat încet pentru a face o treabă bună. Și dacă ne ținem de asta, vom fi recompensați la sfârșit cu o muncă plină de frumusețea și bogăția unei cunoașteri câștigate. Nerăbdarea, vaietele și suspinele sunt epuizante. Un alt mod de a gândi despre construcții este acela de a ne imagina că avem primul copil. Cu cât suntem mai pregătiți să avem grijă de altă ființă umană, cu atât ne vom distra mai mult.



3.1: Uneltele activității cu saci de pământ.

## Evoluția stativului pentru sac

Stativul de sac ține sacul deschis pe zid, eliberând ambele mâini în timp ce îl umpleți. Pentru noi, stativul de sac a evoluat de la o găleată fără capete, la produsul nostru favorit acum: un stativ de sac pliant, ușor, fără suduri. Am descoperit ideea pentru stativul de sac pliant pe o insulă îndepărtată din Bahamas, în timp ce căutam materiale cu care să construim forme și unelte. Cotrobăind printr-un restaurant abandonat, devastat de uragan, Doni a găsit un stativ de plastic pentru tăvile de servit mâncare. Întors invers și finisat, era perfect pentru sacii de 45 kg pe care îi foloseam să construim Sand Castle (Castelul de nisip) pentru Carol Escott și Steve Kemble la Rum Cay. Acum ne facem propriul stativ pentru sac, simplu, fără suduri și pliant, din bare de oțel comun de 1,25 cm sau 1,875 cm. Un burghiu este singurul instrument necesar pentru perforarea găurilor, pentru șuruburile care vor străbate barele.





3.2: Varietatea evolutivă a stivelor pentru saci. De la stânga la dreapta: lemn pliabil; metal rigid sudat; și preferatul nostru, cel pliabil fără sudură.



3.3: Un sac cu colțurile perfect ascunse.

De-a lungul drumului evolutiv, am dezvoltat stativul pentru saci rigid, sudat din metal, care necesită ceva îndemânare și acces la echipamentul de sudură. Stativele pentru saci făcute din lemn sunt altă opțiune, dar ajung să fie mai voluminoase și mai puțin rezistente de-a lungul timpului (Fig. 3.2). (Consultați Anexa A pentru instrucțiuni cu privire la construirea ambelor tipuri de stative metalice pentru saci).

## Ascunderea colțurilor

Ne place să atribuim un merit acolo unde este necesar. Prima cupolă experimentală pe care am făcut-o a fost un efort în colaborare – o mare petrecere într-un weekend. Eram toți ocupați umplând și întorcând saci, când Doni s-a uitat la Chaz, care era aplecat jucându-se cu colțurile de jos ale sacului. “Chaz, ce faci?” Cu un licăr în ochi, Chaz a spus “pliez colțurile sacului”.

Ce înseamnă ascunderea colțurilor sacului? Ascunderea colțurilor invertește colțurile sacului într-un fel ce seamănă cu o pungă de cumpărături maro (Fig. 3.3). O mare parte din munca ce privește sacii a fost puțin primitivă sau total neglijentă. A părut OK, până a venit vremea să aplicăm tencuiala. Toate aceste puncte sensibile și umflate au devenit deodată evidente. A fost nevoie de o cantitate mai mare de tencuială pentru a construi în exterior peretele înconjurător, astfel încât să ajungă la părțile ieșite în exterior. Chiar și atunci când am venit cu contururile, umflăturile încă mai ridicau o problemă. Sunt moi. Praful se ascunde în colțuri, evitând compactarea. Colțurile sunt lăsate în jos, asemenea urechilor unui iepure,

făcând dificilă lipirea gipsului. Chiar dacă veți acoperi suprafața cu rabiț, gipsul se va lipi mai bine de o suprafață mai rezistentă (Fig. 3.4). Sacii cu pământ cu colțurile ascunse formează niște cute verticale acolo unde se întâlnesc colțurile, producând o imagine îngrijită și uniformă. Fiecare parte a sacului este grea. Oamenii din Navajo preferau expresia “a îndoi urechile iepurei” întrucât este greu de tradus expresia a ascunde colțurile sacului. Într-un capitol din Construcția alternativă, editată de Lynne Elisabeth și Cassandra Adams, una dintre autoare s-a referit la ascunderea colțurilor sacului ca întoarcerea pe dos a sacilor. Asta este puțin prea clinic pentru noi, dar oricum ați vrea s-o numiți, rezultatele sunt tot DPST (Fig. 3.5). Dacă un sac cu colțurile întoarse devine neîntors în timpul instalării, terminați prin a-l întinde jos și reîntoarceți-l prin împingerea unui set de clești în colț sau prin baterea cu ciocanul a unui cep pentru a reîntoarce colțul (a.k.a a adânci niște colțuri neîntoarse).



3.4: *Lucrarea noastră timpurie cu sacii a semănat cu o grămadă de saci cu nutreț, cu colțurile lor moi ieșind în afară.*

## Asigurarea colțurilor sacilor

Când capătul unui sac va fi expus, precum capătul unui contrafort sau al unui colț, ne place să asigurăm pliurile, astfel încât să rămână intacte când astupăm un rând de deasupra (vedeți Capitolul 6 pentru instrucțiuni complete despre cum să asigurăm colțurile sacilor).



3.5: *Rezultatele unui sac cu colțurile perfect ascunse au aprobarea DPST.*

## Saci cu colțurile deja ascunse (Fig. 3.6)

Sacii expandabili cu pliuri sunt saci cu colțurile pre-ascunse pentru cereale. Este amuzant cum se sfârșesc lucrurile. Niciodată să nu subestimați puterea relațiilor publice de calitate. Kaki a trimis poze ale Honey House agentului nostru pentru saci, iar el ne-a trimis câțiva saci cu clini să ne jucăm cu ei. El a spus: "Industria sacilor pentru cereale a experimentat cu sacii expandabili cu pliuri, pentru a împiedica sacii plini să se transforme în platforme mobile. S-ar putea să funcționeze și pentru voi."



3.6: Sac expandabil cu pliuri deasupra unui sac cu colțurile ascunse și asigurate. Odată cu apariția sacilor cu pliuri, ascunderea colțurilor ar putea deveni o artă pierdută.

Bineînțeles că economisim timpul folosit la această ascundere a colțurilor, dar tot împachetăm manual colțurile și capetele

sacilor, ca să-i întărim pentru o potrivire mai bună. Ne place, de asemenea, să întoarcem pe dos sacii expandabili cu pliuri pentru a vedea dacă sunt capete expuse, cum ar fi contrafortul sau un colț. Materialul din care este făcut capătul sacului este solid și ușor, o suprafață foarte bună pentru tencuială. (Pentru mai multe detalii despre sacii expandabili, uitați-vă la Capitolul 2).

### SFAT:

3.7: O găleată de 20 l devine un dozator comod pentru saci.



## Umilele cutii de conserve

### #10 (aproximativ 3 litri) (Fig. 3.8)

Utilizăm cutiile de conserve drept lopeți de mână pentru a scoate pământul din roabe și pentru a-l transfera și răsturna într-un sac sprijinit de perete. În termeni specifici bunurilor conservate, conțin aproximativ 2,8 litri. O cutie de pământ este aproximativ echivalentul unei lopeți de pământ. De-a lungul anilor în care am construit cu saci, nu

am descoperit încă o metodă mai eficientă de a muta tone de pământ pe pereți decât manual, cu o cutie de conservă. O lopată poate fi destul de ciudată, în sensul că intervine coada sa în calea unei persoane și este mai greu să găsești un loc pentru a o rezema de perete când te pregătești să strângi sacul și să-l pui pe jos (Fig. 3.9).



3.8: Cutiile de conserve de roșii, de cafea etc. de la marile restaurante sunt numite „cutii de conserve #10”

## Cutia pentru aruncat lutul

Pe măsură ce pereții se înalță, aruncăm cu cutiile de lut spre partenerul nostru aflat pe zid sau pe schele. Acesta poate părea un mod incomod sau ciudat de a pune pământ pe perete, dar, comparat cu ridicarea unui sac de 45-90 kg, o cutie de 4 kg de pământ este

frumoasă în simplitatea ei. De fapt, este un fel de sport non-competitiv cooperativ.



3.9: Pasând cutia.

Dacă ai aruncat vreodată o minge de baseball, dacă ai aruncat vreodată pe sub mână la baschet, ai lovit cu bila de bowling, ai jucat golf sau te-ai jucat de-a prinselea cu un puști de patru ani, ești un aruncător de cutii pentru lut înăscut. Deși fiecare persoană are propriul stil, tehnica de bază e aceeași. Apucă cutia cu ambele mâini, fie sub cutie, fie de ambele părți, fie de dedesubt. Unii țin mâna lor mai puternică sub cutie și rulează cutia spre partea

superioară a mâinii, folosind cealaltă mână pentru a stabili direcția și pentru a controla orice efect acrobatic. Așa cum pentru orice altceva este nevoie de puțină practică, după câteva aruncări cutiile voastre vor ajunge acolo unde vreți și cu foarte puțină risipă de pământ. Oricum, pierderile de pământ nu ar trebui niciodată să reprezinte o problemă (Fig. 3.10).

Pe măsură ce vă obișnuiți cu aruncatul, prinsul, umplerea și descărcatul, se stabilește un ritm în interiorul echipei, un ritm ce este confortabil, plăcut și este întrerupt doar de plierea și așezarea unui sac.

Dacă sunteți persoana de pe zid care primește cutia, pe lângă prinderea următoarei cutii, trebuie de asemenea să și coordonați aruncarea cutiei goale înapoi în roaba care este pregătită pentru aruncător, în timp ce el aruncă o cutie plină spre voi. Când totul merge bine, următoarea cutie practic zboară în brațele voastre, care o așteaptă, și singurul lucru ce trebuie făcut este să o descărcați și să o aruncați. Bineînțeles, nu este nimic rău în a-i înmâna partenerului vostru o cutie cu pământ dacă este mai convenabil și mai confortabil în acest fel.

Umila cutie #10 reprezintă un prieten indispensabil pentru cel ce construiește cu saci. Facilitează transformarea unui munte de pământ într-o structură solidă și frumoasă. Este folosită ca un dispozitiv de măsurat și un recipient pentru apă convenabil pentru a vă menține mâinile ude pentru tencuială. Și scoate un sunet plăcut de tobă pentru pauzele muzicale. Majoritatea restaurantelor sunt o sursă excelentă pentru cutii #10 folosite.



3.10: Uitați-vă unde vreți să ajungă cutia, faceți-i puțin avânt și aruncați-o în sus.



3.11: Umplerea unui sac aflat pe un stativ de metal.

## Săniile

După ce am întins sârma ghimpată în 4 puncte pe post de mortar, o sanie este poziționată pe zid și stativul pentru sac este pus deasupra cadrului. Acesta îi permite sacului să alunece în poziția dorită deasupra sârmei ghimpate, fără a fi prins de ea. Asigurați-vă să poziționați sania acolo unde vreți ca sacul să fie umplut. Sacul va fi în continuare greu, dar relativ ușor

de manevrat pe stativ până va fi așezat pe sârma ghimpată (Fig. 3.11).

Săniile pot fi făcute din orice metal de calibru greu, de la conducte de încălzire galvanizate la acoperișuri din metal modelate cu ciocanul. Mărimile utile variază de la 40 cm la 45 cm, mai mici sau mai mari în funcție de dimensiunea sacilor folosiți. O varietate de mărimi sunt la îndemână pentru spațiile înguste de lângă anumite forme, sau pentru a închide o crăpătură acolo unde două echipe de constructori de ziduri trebuie să se întâlnească.



3.12: Rândul este bătătorit de deasupra până când pământul trece de la a face un sunet înăbușit, la un sunet răsunător distinctiv.



3.13: Maiuri întregi și sferturi de mai.

## Bătătoare (maiuri)

Bătătoarele sunt uneltele de bătut manual care transformă solul moale și afânat dintr-un sac într-un bloc de pământ tare și compact. Folosim două tipuri de bătătoare (maiuri) pentru două scopuri specifice. Maiurile întregi sunt folosite pentru a consolida sacii sau tuburile după ce un întreg șir a fost depus. De obicei, trei sau patru lovituri sunt suficiente pentru a realiza această sarcină (Fig. 3.12).

Celălalt tip de bătător pe care îl folosim este mai mic și este numit sfert de mai. Acesta este folosit în special înăuntrul sacilor, pentru a bate/a da forma unui sac într-un fel anume. Îl folosim pentru a face un sac compactat pentru un contrafort extra-puternic sau pentru a da formă unor saci evantai construiți în jurul unei deschideri în formă de arc.

Sfertul de mai este de asemenea specific și pentru bătătoarea sacilor pentru cheia de boltă, pentru a închide un arc. Sfertul de mai este mai îngust la capăt (în loc să fie mai larg la capăt ca un mai întreg). Folosim un recipient mai mare de iaurt (deschis, cu partea mai largă în sus) pentru a obține o formă ideală, pentru a bătători sacii compacți și sacii evantai obișnuiți. Facem două tipuri de sferturi de mai, unul cu o coadă lungă, care este confortabil când este folosit stând în picioare, și unul cu o coadă scurtă, care este ușor de folosit când stăm jos (Fig. 3.13).

De ce ne facem propriile bătătoare? În primul rând, sunt ieftin de făcut (consultați Anexa A pentru planuri și instrucțiuni practice). În al doilea rând, un mai întreg este cel mai confortabil bătător de mână pe care l-am folosit vreodată. Ele sunt rotunde, astfel încât nu există colțuri pentru a scobi sacul și putem să controlăm greutatea prin dimensiunea formei în care turnăm compoziția. Am găsit greutatea ideală în jur de 5,5 kg. Un ghiveci răsturnat cu un diametru de 15 cm, umplut cam 17,5 cm cu beton, cântărește cam 5,5 kg. Orice mai greu de atât vă va doborî. Orice mai ușor sau mai mare la capăt nu va face o treabă bună în ceea ce privește compactarea.

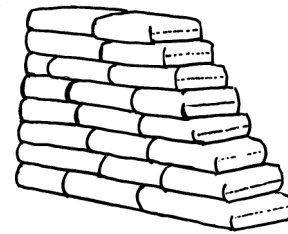
## Bătucirea

Bătucirea este o tehnică (un artificiu) pe care o folosim pentru a face un sac cu un fund foarte tare. Adaugă o extra compactare oricărui sac expus de la capătul unui zid, contrafort sau colț. De asemenea, mai bătucim și sacii din fața formelor de fereastră și de ușă (cu excepția unui sac ce se află deasupra unei benzi de ancorare). Fundul foarte puternic ajută capătul sacului să-și mențină forma când este presat de deasupra mai târziu. Fără bătucire, capetele sacilor s-ar putea prăbuși atunci când sunt presate de deasupra (Fig. 3.14).

Simțiți-vă liberi să schimbați limbajul vostru după cum vi se pare mai confortabil. La un atelier ținut cu elevi de liceu, aceștia și-au reamintit unul altuia cu plăcere despre bătucirea (hard-ass) sacilor. Un alt atelier cu un grup creștin de la biserică a născocit expresia "capăt dur" (hard-bottom). O fetiță ce participa s-a oferit să facă sacului "acel lucru pe care nu am voie să-l spun".



saci prăbușiți  
înainte de tehnica DPST



rezultatele sacilor DPST,  
bătuciți și cu colturile ascuse

3.14.

## Burdușirea sacilor

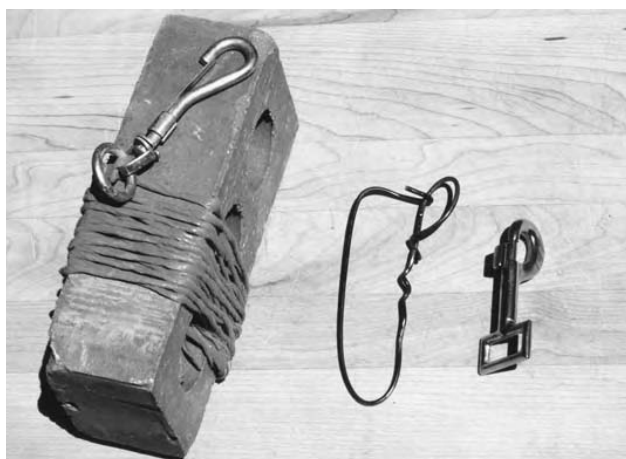
Unora le place să lovească părțile laterale sacilor în timpul construcției, pentru a le aplatiza profilul. Logica este că aplatizarea suprafeței zidului va reduce adâncimea spațiilor goale ce vor trebui umplute cu gips mai târziu.

Deși această practică ar putea avea un anumit avantaj atunci când cineva intenționează să înfășoare întreaga structură în plasă de stuc, dezavantajul este că burdușirea sacilor tinde să slăbească potrivirea care a fost dobândită compactând pământul de deasupra. Cu alte cuvinte, laturile unui sac au fost întinse de la bătătorire. Burdușirea laturilor tinde să slăbească elasticitatea materialului, rezultând într-un sac pleoștit. Sacii pleoștiți sunt mai greu de tencuit. Tencuielii îi place un sac dur cu care să se lege.



## Greutăți din cărămizi suspendate

Am început ca toți ceilalți, folosind aceleași strategii primitive disponibile pentru construirea pereților din saci de pământ. Am folosit roci plate sau cărămizi pentru a ține sârma ghimpată flexibilă jos în timp ce întindeam următorul șir de saci. Aceasta merge perfect pentru a construi un zid jos pentru grădină. Pe măsură ce zidul se înalță, totuși, devine un chin să aduci cărămizi și să le pui pe zid. Așa că, pentru a rămâne în rând cu DPST, am inventat o tehnică ce a rezolvat problema aducerii cărămizilor și s-a dovedit că poate servi și altui scop.

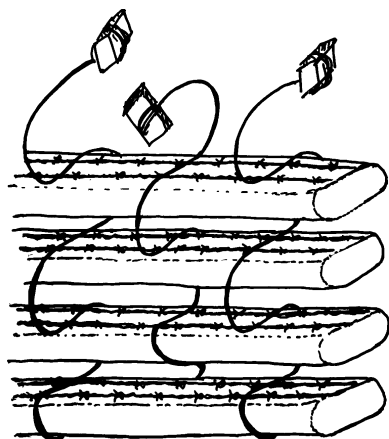


3.15: De la stânga la dreapta: greutate din cărămidă suspendată; agrafă pentru agățătoare făcută de mână; clemă pentru arc cumpărată de la magazin.

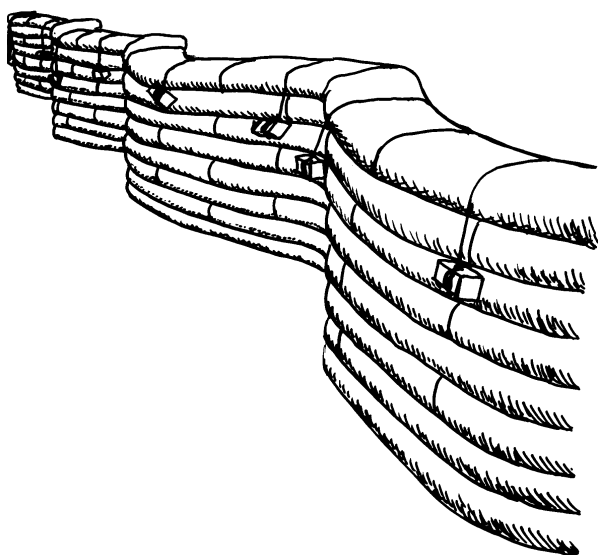
Am cumpărat o rolă de sfoară de polipropilenă folosită pentru a lega baloți de paie sau fân.

Am legat un arc din metal la capătul a 15 metri de sfoară și am înfășurat sfoara în jurul unei cărămizi. Capătul liber al sforii este apoi legat de primul rând al sârmei ghimpate și este fixat cu arcul între cărămidă și sârma ghimpată, astfel încât sfoara să nu se desfacă și cărămida să atârne liberă (Fig. 3.15).

După ce următorul rând de saci este așezat și bătătorit, urmează alte două rânduri de sârmă ghimpată. Punem apoi sfoara cu greutatea deasupra zidului, suspendând cărămida de partea cealaltă. Sfoara ține sârma pe loc, iar cărămida nu stă în drum, dar este totuși accesibilă pentru a fi înfășurată de pe vârful zidului, pe măsură ce acesta se înalță. Sfoara este desfășurată de pe cărămidă, este împletită prin fiecare rând și tăiată într-o poziție blocată, la fiecare lungime dorită (Fig. 3.16).



3.16: Cărămizile suspendate de întrețesere țin sârma ghimpată și îmbină fiecare rând împreună.



3.17: Cărămizi de întrețesere suspendate între tuburile unui rând nu foarte înalt, în formă de serpentină.

Investiția inițială poate fi mai mare; am plătit între 35 și 46 de cenți pentru cărămizi noi, mai puțin de un dolar pentru fiecare agrafă și cam 25 de dolari pentru fiecare 300 m de sfoară lăcărită. Am folosit o cărămidă suspendată cam la fiecare 60 cm pe zid, ceva

mai multe pentru capetele contraforturilor și pentru colțuri. Astfel, pentru 9 metri de zid avem nevoie de cel puțin 15 amenajări sau 50 de amenajări ale cărămizilor pentru 30 de metri de zid etc. Timpul și banii folosiți în plus pentru a pregăti greutatea își obțin răsplata prin mai puține dureri de spate și mai puțin timp necesar. Înlocuitori mai ieftini pentru cărămizi pot fi, bineînțeles, cărămizi recuperate pe gratis, vase de plastic de 2 litri umplute cu nisip și agrafe făcute acasă din sârmele de la umerășele de haine.

Am menționat și un alt scop al cărămizii suspendate. Un zid curbat ca o serpentină joasă (până la 1,2 m înălțime), construit cu tuburi (vezi Tobogane pentru tuburi, în acest capitol), nu ar necesita neapărat sârmă ghimpată. Rezistența tuburilor așezate într-o curbă în formă de S împiedică fisurile. Simțim că putem limita folosirea sârmei ghimpate la primul rând, ca o legătură pentru cărămizile suspendate. Legarea tuturor rândurilor de tuburi împreună, prin împletirea cărămizilor suspendate printre rânduri, le amintește acestora că formează un întreg (Fig. 3.17).



3.18: Evantaiul unui arc.

## Saci evantai (Fig. 3.18)

Un sac evantai este un tip special de sac de pământ. Este special prin forma, mărimea și funcția sa. Este folosit exclusiv pentru a forma deschiderea unui arc. Pentru că este folosit exclusiv pentru a se plia pe forma unui arc, sacul este tratat diferit față de un sac din zid. Este întotdeauna umplut și bătătorit 30 cm în înălțime. Un sac din zid va fi bătătorit până va fi plat, pe când un sac evantai este făcut de mână și bătătorit sub forma unei pene cu capătul îngust jos, sau mai bine spus, peste forma de arc. Aceasta se întâmplă pentru a ajusta curba arcului. Circumferința interioară a curbei este întotdeauna mai scurtă decât cea exterioară. Astfel, sacii evantai trebuie să fie mai largi la capătul de sus decât la cel de

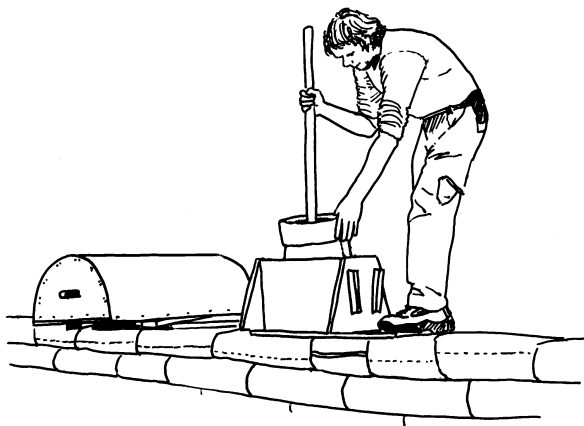
jos. Poartă numele de saci evantai pentru că seamănă cu un evantai deschis.

## Cutia în formă de pană (Fig. 3.19)

Cutia în formă de pană este o formă specială pentru pre-bătătorirea sacilor evantai care înconjoară forma de arc. Cutia sub formă de pană este făcută pentru a da formă unei forme adecvate de pană, pentru a ajusta orice mărime de arc roman, prin simpla adăugare sau scădere a numărului de saci evantai folosiți. Cutia sub formă de pană ține un sac ce este umplut și bătătorit 30 cm înălțime. Dacă umpleți un sac evantai în cutia sub formă de pană pe zid, cutia poate fi apoi deschisă pentru a lăsa să alunece sacul bătătorit lângă forma de arc. Puteți folosi cutia sub formă de pană de asemenea pe pământ, iar apoi sacul evantai pre-bătătorit poate fi înmânat unui muncitor ce se află pe zid (Fig. 3.20, 3.21 și 3.22). (Instrucțiunile pentru a vă face propria cutie sub formă de pană pot fi găsite în Anexa A).



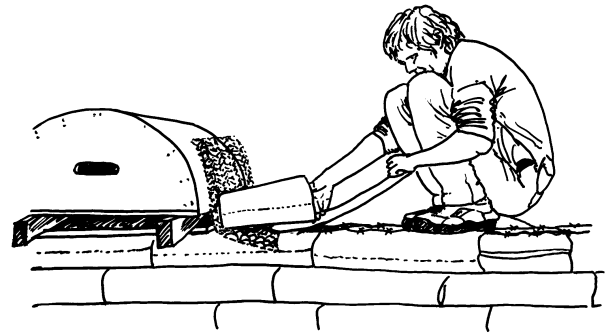
3.19: Cutia pană este o formă pentru a crea saci evantai uniformi.



3.20: Folosirea cutiei pană pentru a forma saci evantai.



3.21: Capetele cutiei pană sunt îndepărtate, iar laturile cad pentru o îndepărtare ușoară a sacilor evantai prebătătoriți.



3.22: Sacii evantai cântăresc doar aproximativ 18 kg, greutatea aproximativă a unei cărămizi americane medii din argilă.

## Saci pentru cheia de boltă

(Fig. 3.23)

Saci pentru cheia de boltă funcționează într-un arc făcut din saci, la fel cum o cheie de boltă din piatră funcționează pentru un arc din piatră. Doi sau trei saci sunt folosiți drept chei de boltă, în funcție de tipul de arc ce este construit. Scopul sacului pentru cheia de boltă este să exercite forțe de presiune în jos și în afară, presiune care se întâlnește cu rezistența zidurilor pe fiecare parte a arcului. (Acest lucru se numește contrafortuirea unui arc). Această rezistență direcționează forțele de compresie de deasupra arcului spre partea unde se deschide și apoi spre pământ. Forțele gravitaționale ale pământului îmbrățișează arcul. Dinamica arcului este una dintre abilitățile magice ale ingineriei. (Pentru

instrucțiunile detaliate cu privire la sacii pentru cheia de boltă, consultați Capitolul 6).

## Tobogane pentru tuburi

(Fig. 3.24)

Sacii folosesc un stativ. Tuburile (saci continui pe o rolă), folosesc un tobogan. Un tobogan pentru tuburi poate fi făcut dintr-o bucată lungă de conductă de tablă, cam 50 cm, lipită cu bandă adezivă într-un tub de carton gros de 50 cm lungime, numit tub Sono, folosit drept formă pentru a turna pilonii pentru fundație. În mod tipic folosim un tub Sono de diametru de 20 cm pentru un sac tub din polipropilenă plat de 40 cm. Tubul este prins pe tobogan cu o coardă elastică cu capete metalice. Puteți să faceți toboganul pentru tub la orice dimensiune doriți, pentru a fi confortabil pentru voi. Folosiți tobogane cu diametre diferite pentru tuburi cu lățimi diferite.



3.23: Este mai bine să ai un spațiu mai îngust pentru cheile de boltă, pentru a încăpea mult mai bine, decât unul prea larg.



3.24: Un tobogan pentru tuburi se comportă ca un manșon pe care se rulează tubul în lungime, la fel ca o pâlnie pe unde intră pământul.

## Încărcarea unui tobogan pentru tuburi

(Fig. 3.25-3.28)

O lungime de 4,5-6 m cu 40-42,5 cm lățime aplatizată a unui tub poate fi introdusă într-un tobogan cu un diametru de 20 cm și 50 cm lungime. Dacă diametrul toboganului este prea mare, este greu să rulăm tubul.

3.25, 3.26 și 3.27: Încărcarea unui tobogan pentru tuburi.



3.25: Măsurați și tăiați lungimea dorită a tubului și adăugați încă 60-90 cm în plus, pentru a lega capetele. Drapați tubul deasupra unei capre de tăiat lemne sau a unui scaun și trageți tubul deasupra toboganului.



3.26: Ridicați toboganul și strângeți un cordon elastic cu capetele metalice în jurul tubului și al toboganului. Lui Kaki îi place să îndoie materialul ca o manșetă și apoi să îl prindă, de vreme ce materialul are tendința să se desfacă.



3.27: Puneți toboganul pentru tuburi înapoi pe pământ și împingeți tubul ce rămâne ca un ciorap.



Katherine Huntress legând o varietate de tuburi rulate pe tobogane de diferite mărimi.

3.28: Când ajungeți la capăt, trageți-l prin deschiderea toboganului și legați capătul închis cu o coardă sau o fâșie din tubul desfăcut. Toboganul pentru tuburi este acum încărcat.

## Pozarea (așezarea) unei spirale

Pentru a poza un tub sau, pentru a fi mai romantic, pentru pozarea în spirală, țineți toboganul într-un fel în care puteți controla eliberarea ușoară a tubului, pe măsură ce partenerul vostru îl umple. Am menționat că merge mult mai bine când treaba e făcută de două persoane? Asta pentru că merge și mai bine atunci când participă trei persoane. Pentru folosirea cât mai eficientă a trupului și timpului vostru, pozarea în spirală este mai ușor de realizat într-o echipă de trei persoane (Fig. 3.29).



3.29: Persoana care ține toboganul este "stativul pentru sac mișcător", în timp ce "încărcătorul tubului" umple toboganul, iar a treia persoană aduce pământ și îi umple cutii celui ce încarcă.

La un nivel mai jos al zidului, doi oameni și mai multe roabe cu pământ plasate strategic pot să se descurce foarte bine. Pentru ziduri mai înalte și cupole, este nevoie de trei oameni. Oh, puteți umple un tub de unul singur, făcând munca a trei persoane - aruncarea pământului, împingându-l pe tub încontinuu, înainte și înapoi, urcând pe zid pe măsură ce acesta se înalță. Personal, dacă ar trebui să fac munca de unul singur, aș folosi saci astfel încât să-mi eliberez mâinile sau aș aștepta până aș avea bani să angajez câțiva oameni să mă ajute. Frumusețea acestei tehnici este că nu este nevoie de un absolvent de facultate pentru a-ți înmâna o cutie de pământ. Împărtășiți cunoștințele, plătiți unui muncitor necalificat să învețe o nouă deprindere.



3.30: Folosirea tuburilor este integrată cu sacii evantai ce formează o deschizătură sub formă de arc, mai degrabă decât să ia locul sacilor evantai.

## Sfaturi pentru tuburi

Chiar și atunci când construim cu tuburi, preferăm să integrăm tuburile și sacii în jurul ușilor și ferestrelor, din două motive. Un sac are întotdeauna capătul în fața formei, pe când tuburile sunt deschise la un capăt, astfel încât de fiecare dată când tubul este legat la o formă de ușă, capătul deschis va fi expus. Apoi, sacii din fața formei sunt compactați pe dinăuntru înainte să fie instalați, dar primesc și o a doua bătătorire de deasupra,

când întregul rând este bătut. Această lovire dublă asigură faptul că pământul din jurul deschiderilor celor mai expuse este foarte tare (Fig. 3.30). În final, partea de la capătul sacului, bine bătătorită, umple foarte bine un suport din plasă rabiț. DPST! (Pentru mai multe informații despre suporturile din plasă rabiț consultați Capitolul 2).

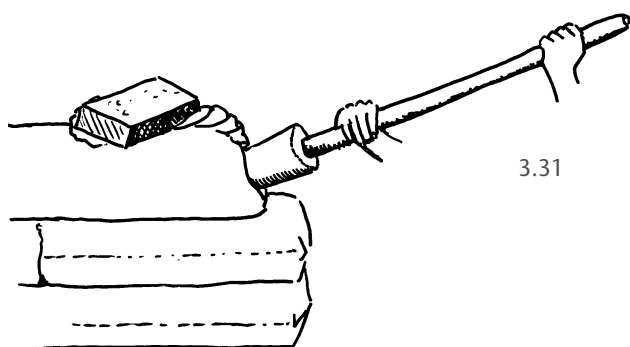
## Bătucirea capătului unui tub

Plasați tubul astfel încât să fie cu 5 cm mai lung decât capătul zidului. Răsuciți capătul tubului și îndoțiți-l înapoi. Așezați o greutate pe material pentru a-l ține în loc. Cu un sfert de mai, bateți capătul tubului până devine cu 5 cm mai scurt decât lungimea zidului (Fig. 3.31).

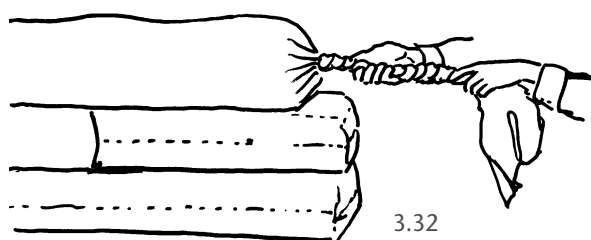
Răsuciți din nou materialul cât mai strâns pentru ca partea ce atârna să dispară. Ridicați capătul tubului și îndoțiți materialul răsucit sub el însuși (Fig. 3.32).

Bateți întregul rând, începând de la mijlocul tubului către capăt. Tubul va împinge greutatea pe rândul complet de dedesubt (Fig. 3.33 și 3.34).

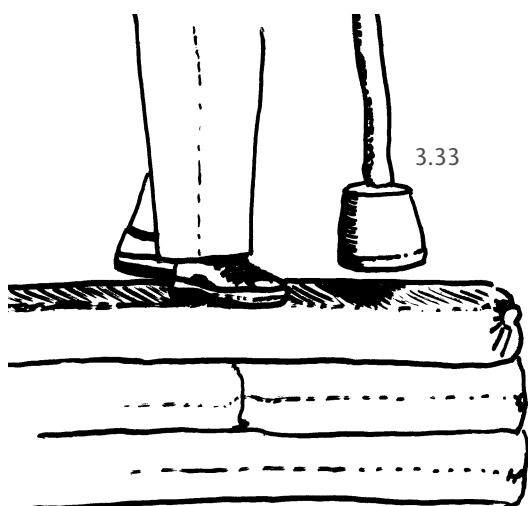




3.31



3.32



3.33



## Munca în echipă

Pe măsură ce zidul crește, construcția din saci de pământ merge mai bine printr-un efort în colaborare. Dacă vreți să construiți cu saci doar un zid jos de grădină, vă ajung cele două mâini ale voastre pentru a lucra. Cu mai multe roabe umplute cu pământ și aranjate de-a lungul zidului, o singură persoană poate să construiască singură. Progresul crește considerabil, totuși, atunci când munca este împărțită. A face cu rândul în ceea ce privește menținerea roabelor pline și aruncarea cutiilor

cu pământ către un partener ce se află pe zid, impulsionează lucrurile. (Fig. 3.35).

Nouă ne place să folosim o echipă de trei persoane pentru zidurile mai joase și una de 5-7 persoane pentru zidurile mai înalte. Un număr impar de muncitori păstrează echipele de doi ocupate aruncând și umplând, în timp ce persoana în plus are grijă ca roabele să fie pline. Pentru un proiect foarte mare, doi oameni pot fi ocupați doar cu menținerea roabelor pline pentru toți cei ce construiesc zidul.

Când lucrați cu o echipă, fiți siguri să faceți mai întâi o demonstrație despre cum vreți să fie umpluți sacii, astfel încât munca tuturor să fie corespunzătoare. Munca făcută de doi oameni poate crea o diferență de până la 1,25 cm în grosime dacă ei nu sunt pe aceeași lungime de undă. Cea mai ușoară metodă prin care să menținem sacii consistenți este ca fiecare să împingă pământul în sac cu mâna, după ce câteva cutii cu pământ au fost aruncate. Ne place să-i umplem destul de bine. În acest fel, zidul devine mai înalt mai repede. Sacii mai mari înseamnă mai puține rânduri.



3.35: O echipă formată din 5-7 persoane a construit în 8 zile pereții de 2,86 m pentru Bureau of Land Management Ranger Station (Canton al biroului de administrarea a terenului), de 69 metri pătrați.

## „Răsuciți bine tuburile la colțuri”

3.36a, b, c și d: Tuburile excelează la curbe, dar și la colțuri. Decât să terminați un rând de tuburi la un colț, răsuciți, dați colțul și continuați. Sursa celor patru poze: S.S.S.



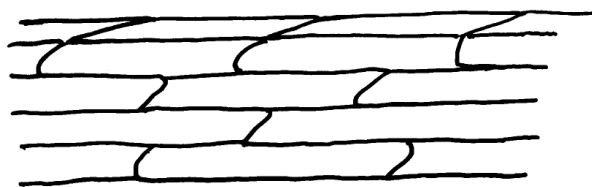


## Încheierea rândului

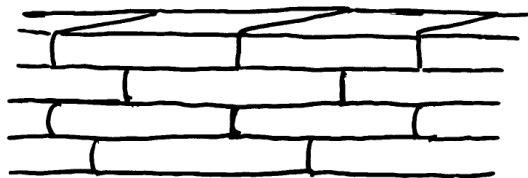
Împărțim un grup de muncitori în echipe și punem echipele să înceapă din oricare parte a unei ferestre sau a unei uși. Pentru a asigura o bună potrivire atunci când două echipe ajung împreună, umpleți ultimii doi saci suficient de mult încât să umple spațiul existent și puneți-i pe amândoi acolo în același timp (Fig. 3.37a și b). Când lucrați singuri, puteți îndesa (ușoară bătucire până la înălțimea dorită) ultimul sac, pentru a-l face foarte mare, dar lăsați-l cu 1,25 cm mai scurt decât spațiul pe care îl umpleți. Lăsați-l să cadă. Ar trebui să aibă suficient spațiu cât să încapă, dar aproape deloc spațiu între el și ceilalți saci. Când va fi bătut de deasupra, va coborî și va umple orice spațiu. Asigurați-vă că sacii se întâlnesc în condiții egale. Aceștia ar trebui să fie la același nivel unul în fața celuilalt, nu unul peste altul. Ei ar trebui să facă o sudură verticală unde se întâlnesc, motivul fiind că, atunci când rândul este presat de sus, sacii se vor „împinge” unul în altul, limitând mișcarea. Când ei se suprapun (chiar și un pic), au tendința de a urca unul pe altul și de a se abate de la rând (Fig. 3.38).



3.37a și b: Kaki și Kay demonstrează încheierea unui rând.



sacii suprapuși deviază în timpul bătătorii

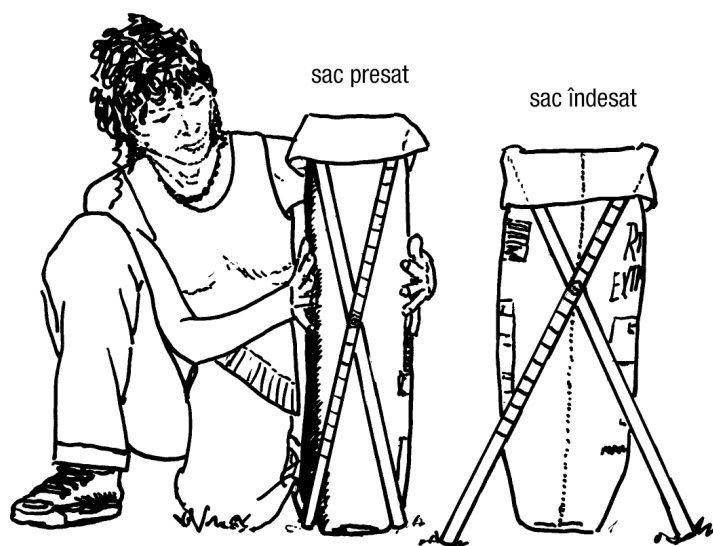


îmbinările verticale asigură o potrivire strânsă în timpul bătătorii DPST!

3.38: O plasare atentă a sacilor va preveni aceste îmbinări diagonale între saci. Această intersectare poate cauza alunecări și tensiune redusă.

## Îndesarea unui sac

Chiar și atunci când echipele umplu sacii la o grosime suficient de consistentă, locuri prea joase sau înalte pot să apară la o cercetare atentă nivelului. Soluția este simplă. Îndesați sacii în rândul următor deasupra spațiilor joase și bateți zdravăn sacii din zid care sunt prea sus. Prin îndesare, ne referim la compactarea oricărei cutii aruncate în sac cu pumnul sau cu un sfert de mai. Este vorba despre o problemă de supra sau sub-umplere, ori o îndesare mai puternică sau mai slabă (Fig. 3.39).



3.39: Exemple cu un sac îndesat și un sac presat prin alunecare.

## Presarea

Aceasta este o tehnică pentru compresarea mai ușoară a unui sac. Când vrei să faci un sac extrem de subțire, trebuie să-l presăți. După fiecare două cutii de pământ ce sunt adăugate în sac, loviți lateralele sacului cu ambele mâini în același timp, pentru a compacta pământul dintr-o parte în cealaltă. Fiți atenți când aruncați pământul, astfel încât să nu umflați părțile laterale din nou. Puteți, de asemenea, să strângeți stativul de sac mai tare la capăt, îngustând deschiderea. Sacul va imita orice formă a deschiderii.

Stativele noastre pentru saci erau, la început, rotunde la capăt. Pentru sacii de 22,6 kg nu a fost o diferență foarte mare, dar pentru cei de 45 kg și pentru sacii mult prea mari, gaura mare și rotundă din capăt a făcut ca sacii să se umfle ca un sac de spălătorie. Erau niște bestii nesătute, înghițind roabe întregi de pământ dintr-o singură înghițitură. Erau imposibil de mișcat. Atunci am descoperit presarea. Reproiectarea unui stativ pentru saci a făcut chiar și „sacii mult prea mari” ușor de controlat. Noi suntem dovada vie a faptului că oamenii pot fi mai deștepți decât un sac de pământ.

## Compasuri arhitecturale de construcții pentru cupole și pereți rotunzi verticali

### Compasul prăjină cu brațul articulat (Fig. 3.40)



3.40: Un compas prăjină cu braț articulat. Observați nivelul atașat.

Cel mai ușor mod de a executa un cerc precis în timpul unei construcții este prin folosirea unui compas drept ghid. Pentru scopurile noastre, un compas prăjină rigid funcționează

cel mai bine și îl folosim exclusiv pentru o varietate de construcții.

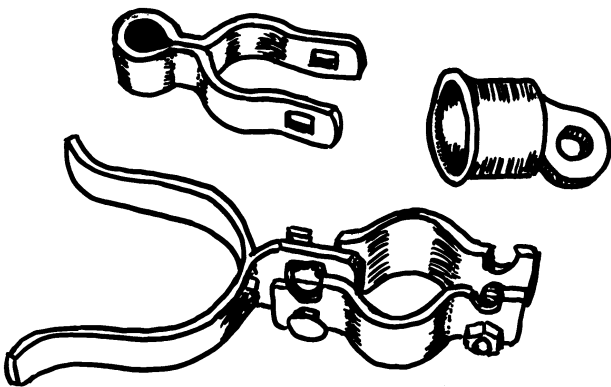
Compasul prăjină poate fi folosit atât pentru cupole, cât și pentru construcția unor ziduri verticale rotunde, cum ar fi casele de tip kiva, hogane (locuință a pieilor roșii) și yurte (Fig. 3.41). Compasul prăjină folosește un compas înalt pus în centru, cu un braț atașat, care reprezintă lungimea întinderii clădirii. Brațul atașat se rotește orizontal și pivotează în sus și în jos din punctul său fix din centru. Majoritatea părților și pieselor pe care le folosim pentru a construi acest compas sunt din țevi de metal și zăvoare de porți făcute pentru garduri din sârmă împletită. Aceste părți sunt disponibile la majoritatea magazinelor de echipamente din America. Odată ce înțelegeți funcționarea acestor părți, puteți face substituiri când acestea nu sunt disponibile.

O țevă de 60-90 cm este îngropată 60 cm în pământ. Aceasta este baza pentru compasul prăjină. Asigurați-vă că este fixată foarte bine. Rămâne în pământ și nu ar trebui să se clatine sau să se deplaseze. Asigurați-vă să strângeți pământul în jurul țevii, pe măsură ce o îngropați. Adăugați pietre și nisip care, odată cu pământul, îi vor da extra-stabilitate. În această conductă este fixat un

stâlp de diametru mai mic, ce este suficient de lung pentru a atinge înălțimea celui de-al doilea etaj sau al mansardei unei cupole, sau înălțimea finală a unui zid rotund vertical. Potrivirea ar trebui să fie confortabilă, dar suficient de largă încât stâlpul din centru să se poată răsuci. Dacă stâlpul se blochează, câteva picături de ulei îl vor ajuta să meargă perfect. Cu o nivelă de 120 cm sau mai lungă, verificați stâlpul central pentru a fi drept. Dacă nu este așa, trebuie să reazezați conducta de bază. Este absolut esențial ca stâlpul să fie cât de vertical e posibil.



3.41: O casă de tip kiva, cu diametrul de 10,97 m, construită din saci cu pământ în Wikieup, Arizona.



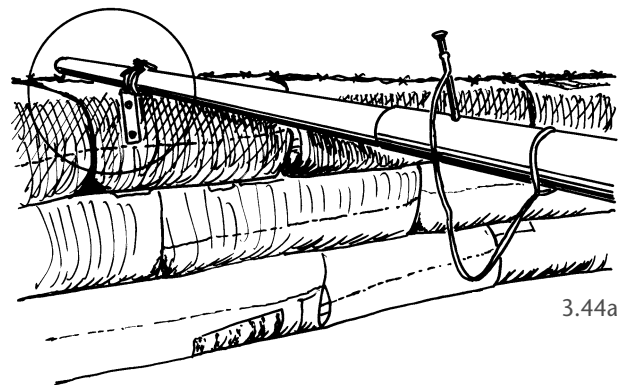
3.42: Piese obișnuite de legătură și părți folosite pentru a construi un compas cu braț articulată. Începând de stânga sus: piesă pentru strâns cadrul porții, capac pentru capătul balustradei, zăvor în formă de furcă.

Odată ce sunteți mulțumiți de cât de vertical stă acest stâlp central, puteți să atașați brațul orizontal. Atașați o brățară metalică pe stâlpul central. Această „clemă de prindere” ne permite să ajustăm înălțimea brațului orizontal prin slăbirea piuliței cu aripi și restrângerea acesteia la înălțimea dorită. „Armătura pivotantă” este un colier cu brida folosit ca dispozitiv de legare a porții de gard. Îndepărtați brida din acest montaj și înlocuiți-o cu un capac de cap de șină. Pentru scopul nostru, această parte servește ca un susținător pentru brațul orizontal și permite brațului să pivoteze în sus și în jos. Folosiți un lanț pentru acest braț orizontal. S-ar putea să trebuiască să înfășurați capătul țevii cu bandă adezivă pentru a obține o potrivire strânsă,

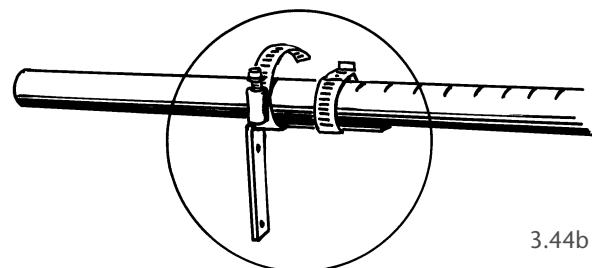
astfel încât capacul să nu alunece. Puteți să înfășurați mai multă bandă pe dinafara capacului și a brațului pentru a menține presarea. (Fig. 3.42 și 3.43).



3.43: Piese ale compasului asamblate pe postul vertical.



3.44a



3.44b

3.44a și b: Braț de compas telescopic cu stativ unghiular atașat.

La capătul opus al brațului orizontal atașați un stativ unghiular (vinclu) cu două cleme de furtun, la distanța destinată pentru peretele interior. Brațul orizontal ar trebui să fie mai lung decât distanța fixă, astfel încât să rămână deasupra zidului, iar vinclul abia să atingă interiorul zidului făcut din saci după bătătorire (Fig. 3.44a și b). De obicei îl așezăm la 2,5 cm în interiorul distanței exacte, pentru a ajusta sacul după bătătorire. După ce ați bătătorit primul rând de saci, grosimea finală va fi determinată, iar brațul compasului va fi așezat pe stâlpul central pentru următorul rând de saci. Dacă se începe așezarea decalată a sacilor pentru formarea cupolei, vinclul este mutat la distanța corespunzătoare centrului rândului, iar distanța la următorul rând de saci trebuie ajustată (Vedeți capitolul 12).

În centrul brațului compasului orizontal, prindeți cu bandă adezivă o nivelă. Aceasta vă va arăta unde să bătătorii punctele mai înalte și cum să reduceți diferența dintre locurile mai joase, prin supra-umplerea sacilor de deasupra, de pe rândul următor. Puteți să marcați locurile mai înalte și mai joase direct pe sacii în cauză, pentru o referință la îndemână. În cele mai multe cazuri, punând primul rând de saci la nivelul fundației și toată

echipa umplând corespunzător sacii, face ca treaba să fie mai ușoară. Ne place să rămânem între 0,625-1,25 cm față de nivel, mai ales dacă deasupra este o grindă de legătură. Pentru cupole este mai puțin important, dar totuși este o idee bună pentru amplasarea ferestrei la nivel și pentru a menține simetria generală a formei cupolei.

## Un braț de compas telescopic

Un glisor inserat în brațul orizontal este o modificare utilă pentru compasul prăjină pe care îl folosim. Prin amplasarea unei țevi de diametru mai mic în brațul orizontal, brațul poate fi făcut mai lung sau mai scurt. Când construim o cupolă din saci, brațul de compas este ajustat de-a lungul înălțimii zidului, iar distanța se micșorează și ea pe măsură ce cupola se restrânge. Scurtând brațul pe măsură ce crește cupola, se elimină țeava prea lungă ce pivotează asupra ariei de lucru pe măsură ce cupola se apropie de sfârșit.

Pot apărea anumite situații în care părți din brațul articulată (descris înainte) nu pot fi obținute sau fabricate ușor. Atașamentele pentru brațul nostru de compas, de la început au fost făcute cu conectori rigizi pentru țevi în formă de T. Având în vedere că brațul nu



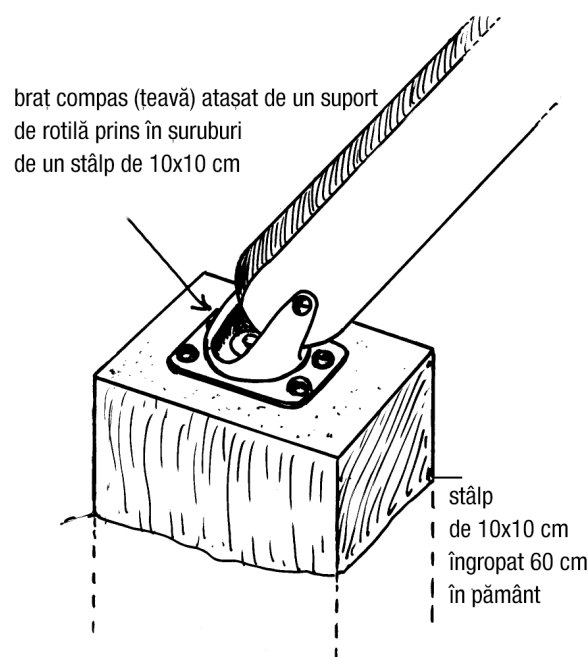
putea articula, un braț glisant a fost foarte util pentru a mișca brațul ca să treacă de formele proeminente de uși și ferestre. Acest sistem de braț de compas telescopic funcționează la fel de bine pentru cupole sau pentru pereți rotunzi verticali (stilul kiva).

## Alte idei pentru compas

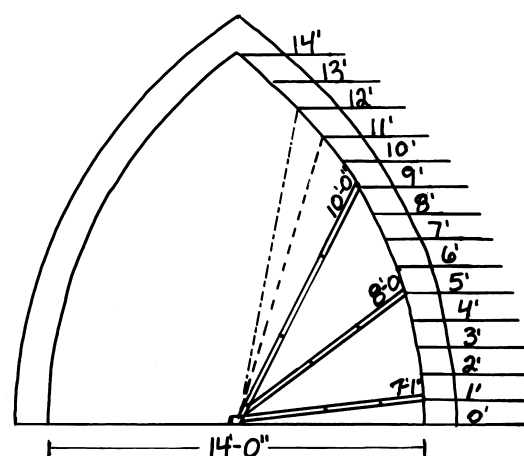
Dacă un stâlp rigid de înălțimea zidului sau a structurii este ineficace sau nu este dorit, un braț de compas telescopic glisant poate fi fixat la înălțimea la care începe linia arcului, adică acolo unde zidurile încep să se curbeze treptat pentru a crea o cupolă.

Atașați o rotilă de mobilă (cu rotila eliminată) la un pilon fixat în pământ și fixați un braț extensibil pe furca rotili (Fig. 3.45). Brațul compas se rotește și pivotează, dar, de vreme ce este fixat de un capăt la înălțimea unde încep arcele cupolei, se află mereu la un unghi ce se schimbă cu fiecare rând de saci. De asemenea, pe măsură ce unghiul crește, crește și lungimea brațului, prin urmare și compasul extensibil (Fig.3.46). O nivelă atașată acestui braț nu ar fi de folos, așa că un nivel al apei devine o necesitate (Consultați Anexa pentru instrucțiuni cu privire la construirea și folosirea unui nivel de apă).

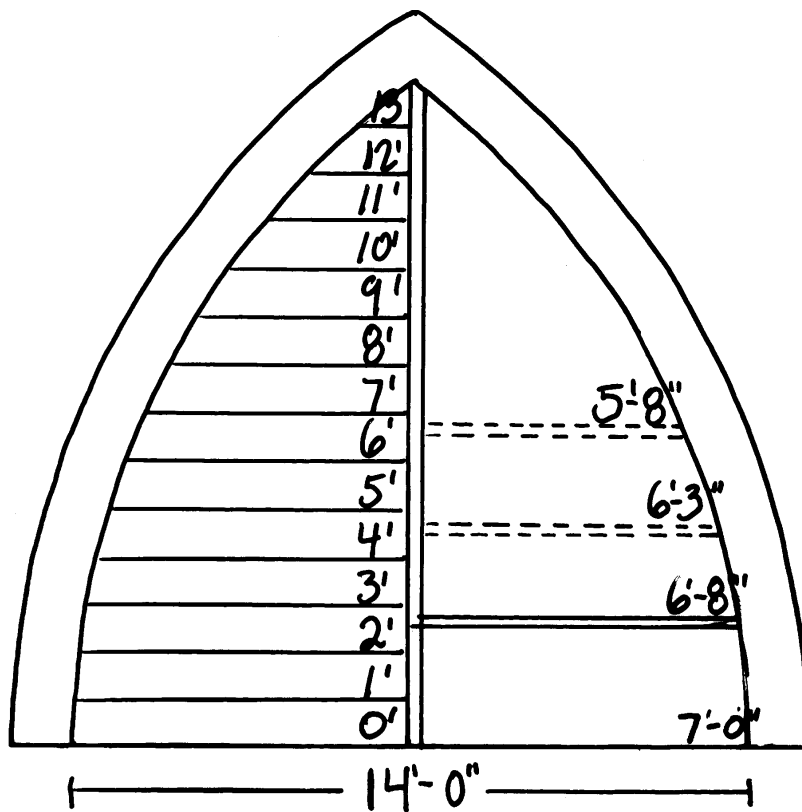
Acest proces devine și mai complex când folosiți compasul pentru a construi pereți verticali drepecți. Pentru pereții verticali circulari este mai ușor și se economisește timp prin folosirea compasului prăjină. La fel și pentru cupolele în straturi decalate.



3.45: Detaliu pentru un atașament cu un suport de rotilă de mobilă.



3.46: Compasul extensibil fixat în centrul diametrului liniei de bază a arcului determină forma, prin lungimea brațului pe diagonală.



3.47: Compas prăjină cu un braț orizontal de lungime ajustabilă, ce este folosit pentru a determina lungimea razei prin scurtarea dimensiunii brațului.

Pentru proiecte de cupole mari, puteți să vă imaginați că un braț de compas telescopic ar deveni destul de incomod pe măsură ce lungimea ar continua să crească până la eventuala înălțime a cupolei. Drept urmare, o cupolă de 6 metri ar avea nevoie de un braț de compas care se extinde până la 6 metri în lungime. Un braț de busolă prăjină, pe de altă parte, continuă să scurteze fiecare rând din lungime. Încercând noi înșine diferite metode, preferăm busolele

prăjină pentru că sunt simple, precise și multifuncționale. (Fig. 3.47).

## În sfârșit!

Băieților le place în general să se gândească la cum ar putea mecaniza construcția din saci prin transportatoare cu bandă elaborate și rotative, bare de încărcare, bătătoare pneumatice și distribuitoare automate

de sârmă ghimpată. Până când v-ați imaginat toate dispozitivele și investiția bănească, o echipă bună ar putea construi un întreg zid din saci. Pe lângă asta, liniștea este bună. Tot ce auzi este sunetul de săpat și de bătătorit. Fără drujbe. Fără pistoale cu aer comprimat. Fără izbituri de ciocane. Fără fum și gaze. Doar oameni care vorbesc, râd, murmură și lucrează împreună ca o echipă. Oamenii chiar sunt cel mai versatil echipament pentru construcția cu saci de pământ.

Pe măsură ce deveniți adepți ai construcției cu saci de pământ, prin planificări, răbdare,

practică și perseverență veți descoperi noi unelte, trucuri și terminologie care vă vor face munca mai bună, mai ușoară sau mai plăcută. Și dacă vă simțiți înclinați să împărtășiți noile

cunoștințe cu noi, am fi onorați și încântați. Căutăm întotdeauna noi moduri să facem construcția cu saci de pământ distractivă, promptă, simplă, temeinică!





## CAPITOLUL 4

### Fundații

Pentru noi acesta a fost cel mai exasperant capitol de scris. Amândoi am avut de-a face cu multe construcții convenționale înainte de a ne implica în construirea cu saci de pământ. Poate că aceștia suntem noi, dar pe amândoi ne-a speriat ideea de a construi un sistem tipic de fundații pe bază de beton. Pentru noi acestea sunt plictisitoare și incomod de construit. Sunt costisitoare, cerând cantități foarte mari de resurse naturale, în timp ce pompează în atmosferă cantități foarte mari de poluanți. Și, în plus, nu durează foarte mult. O fundație rezidențială tipică de beton are o durată medie de viață de circa 100 de ani. Betonul se dizolvă prin înflorire, oțelul ruginește și întreg ansamblul suge umiditate ca un burete... dar ele sunt consacrate de codurile de construcții!

Experiența noastră personală cu fundațiile de construcții e puternic influențată de traiul într-un climat uscat. Avem temperaturi sub 0

grade, dar mai puțin de 20 l/mp/an apă din ploi. Întrucât inamicul numărul unu al fundațiilor este avaria provocată de frig și umezeală, ne-am concentrat pe asigurarea unui drenaj excelent. Învățăm să adaptăm arhitectura cu saci de pământ la un climat mai rece și mai umed decât al nostru. Acest capitol este proiectul unui schimb de informații, bazat pe ceea ce noi am experimentat și pe ceea ce încă învățăm. Ceea ce oferim sunt câteva exemple de opțiuni pentru fundații alternative, pe care le putem combina și potrivi pentru a urma nevoi variate și aspirațiile noastre estetice. Vom începe cu o scurtă descriere a sistemului convențional de fundație și apoi ne vom deplasa către adaptările alternative.



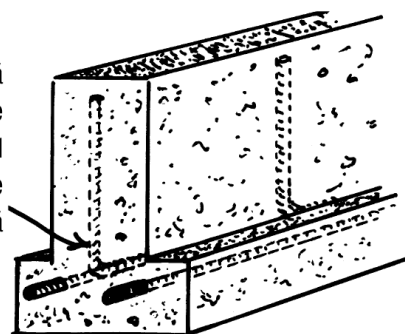
4.1: Locuință Anasazi veche de 1.000 de ani, ridicată pe o fundație din rocă de bază expusă, în Hovenweep National Monument.

## Sistemul convențional de fundare pe bază de beton

Sistemul convențional de fundare cel mai folosit în construcții este cel bazat pe beton turnat. Procedura standard este de a săpa un șanț cu adâncimea până la limita de îngheț prescrisă, apoi se toarnă o talpă de beton mai largă decât lățimea peretelui pentru a furniza o bază solidă. În interiorul acestei tălpi se așază armături de oțel pentru rezistență la

întindere, pe care betonul singur nu o poate furniza, fiind fragil. La partea de sus a bazei de beton se toarnă un soclu (cu armături adiționale pentru întărire) egal cu lățimea peretelui finisat al structurii și suficient de înalt peste nivelul la care peretele poate fi ținut uscat (Fig. 4.2).

armătură metalică  
de 1,25 cm grosime  
îndoită în jurul  
armăturii orizontale  
din talpă



4.2: Vedere a unei secțiuni transversale printr-o fundație obișnuită și prin soclu.

### O fundație îndeplinește câteva funcții:

*O talpă solidă pentru o distribuire uniformă a greutății structurii pe perimetru.*

*O bază solidă care face față forțelor datorate ciclului îngheț/dezgheț din zonele climatice umede și reci.*

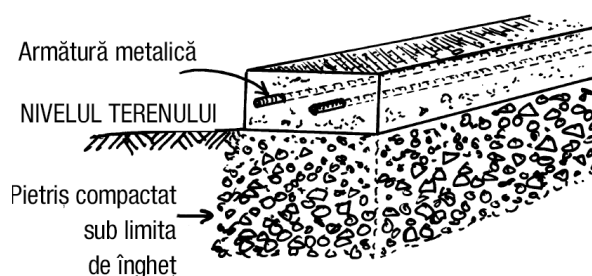
*Un perimetru protectiv care apără partea de jos a pereților de daunele produse de umezeală sau eroziune. Un mijloc pentru a fixa structura de pământ, pentru a face față la vânturi puternice, inundații, cutremure etc.*

Adâncimea de îngheț variază, în funcție de climat, de la non-existent la permanent. Adâncimea medie de îngheț ajunge în Moab, Utah, până la circa 50 cm. În Vermont este de circa 120 cm. Logica este aceea că începând a construi fundația sub adâncimea de îngheț, aceasta se va sprijini pe o bază solidă, eliberată de forțele de expansiune și contracție datorate ciclului îngheț/dezghet, numite în mod obișnuit împingerea gheții.

Umezeala înghețată sub o fundație la adâncime insuficientă poate duce la o deplasare a structurii, provocând crăparea pereților, sau la aspecte supărătoare ca forțarea aliniamentului ușilor și ferestrelor. Logica construcțiilor convenționale presupune că o limită de îngheț adâncă cere o fundație adâncă.

Această logică reprezintă o provocare a arhitecturii alternative, astfel încât noile priorități energetice au dus la creșterea grosimii pereților până la 60-90 cm. Adaptarea fundațiilor convenționale de beton turnat la grosimea pereților de pământ ar depăși de la început resursele necesare și costurile construirii lor efective. De aceea, are sens a se inova un sistem de fundații potrivit pereților groși.

**Grindă de beton de 25,5 cm grosime**



„Talpa de fundație flotantă” a lui Frank Lloyd Wright

**4.3: Fundație cu talpă flotantă pe un șanț cu resturi de piatră spartă.**

Un sistem de fundații potrivit este inspirat de proiectul din anii '50 al lui Frank Lloyd Wright, conceput ca o modalitate de a micșora costurile pentru fundațiile construite în climate foarte reci. Aceasta se numește fundația pe șanț drenant cu resturi de piatră spartă cu o talpă flotantă. În loc de a umple adâncimea de îngheț a șanțului fundației cu beton turnat, el a folosit resturi de piatră spartă și pietriș bătătorit ca bază de susținere și a limitat grosimea de lucru a betonului la o grindă de beton de 25 cm ranforsată cu armături de oțel, așezată pe suprafața șanțului de drenaj. Pentru a evita degradarea prin îngheț, piatra brută asigură drenajul sub limita de îngheț, unde apa poate continua să pătrundă. Această combinație, strat de drenaj/grindă de rezistență, acționează ca talpă și ca soclu. Cheltuielile și resursele se reduc la valoarea pietrei compactate în locul

betonului ce ar fi fost necesar pentru întreaga fundație de beton turnat (Fig. 4.3).

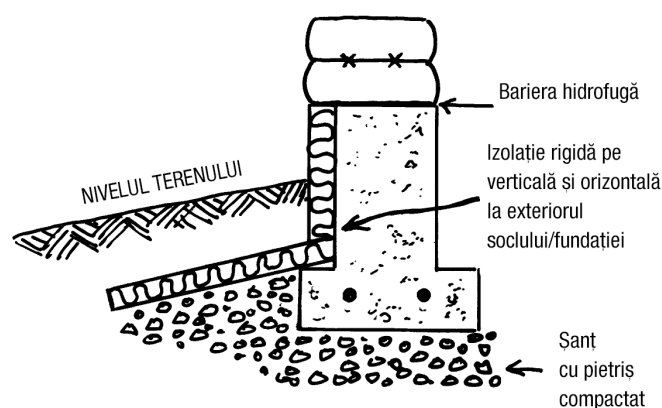
Un alt sistem de fundații de succes, folosit de HUD (Centrul Urban de Dezvoltare Locativă), este cel numit fundație de mică adâncime cu protecție la îngheț. Deoarece unul din scopurile principale este acela de a face față acțiunii de îngheț/dezghet, o altă soluție de a împiedica pătrunderea înghețului în fundație este prin izolație exterioară îngropată. O fundație izolată ajută la reducerea costurilor cu încălzirea, în medie 17% din căldura caselor scăpând în exterior prin fundație (Fig. 4.4).

Bineînțeles că fundațiile convenționale din beton și soclurile merg la fel de bine cu pereții din saci de pământ.

## Sisteme de construcție din saci de pământ și fundație pe șanț cu piatră spartă

De dragul simplității și funcționalității, folosim o versiune îmbunătățită a sistemului de fundație pe șanț de piatră spartă pentru construcția pereților de sine stătători ai grădinii și o versiune tehnică simplificată a fundației lui Frank Lloyd Wright cu soclu

flotant pentru o casă. Fiecare sistem poate fi potrivit pentru un așezământ cu saci de pământ, în funcție de climat. Diferența principală dintre o fundație convențională din beton turnat și sistemele de fundații pe care noi le-am adoptat pentru pereții cu saci de pământ este că sistemul nostru este mai degrabă construit din unități individuale decât din grinzi continue.



4.4: Fundație puțin adâncă, protejată la îngheț.

O fundație continuă de beton este o invenție destul de recentă. Oamenii au construit fundații alternative de peste 10.000 de ani. Când observăm istoria, cele mai vechi structuri care au supraviețuit în lume sunt așezate pe blocuri individuale de piatră și nisip sau pietriș tasat. Câteva dintre ele sunt "cimentate" cu mortar de noroi, la fel ca ruinele vechi de 800-1.200 de ani ale construcțiilor Navajo din regiunea Fourcorners, din sud-vestul Statelor Unite. Grecii și romanii au construit imperii



întregi cu piatră sfărâmată legată cu liant de var. În nord-estul Statelor Unite, hambarul din cadre de lemn vechi de 200 de ani din Vermont stă pe o fundație uscată de piatră stivuită. Nici satul de piatră Trulli din Italia, vechi de 600 de ani, și nici colibebe de lut vechi de 300 de ani de pe coasta Țării Galilor, nu au vreun strat de oțel sau ciment în ele.

O altă diferență este aceea că noi folosim gravitația ca ancoră pentru fundație/soclu, mai degrabă decât șuruburile sau străpungerea sacilor cu armături metalice (o alegere obișnuită pentru atașarea baloților de paie la un perete de fundație din beton). În loc de asta, noi ne bazăm pe greutatea masivă și proiectarea strategică a pereților pentru a ține construcția stabilă (Vezi Capitolul 5).

## Șanțul nostru de bază

Pentru pereții de grădină și de intimitate, în climatul nostru uscat, săpăm un șanț mai larg cu 10-15 cm decât lățimea propusă a pereților finisați și de circa 30 cm adâncime (în jur de jumătate din adâncimea medie de îngheț de la noi). În climatele umede și reci e posibil să fie necesar să săpați sub linia de îngheț. Șanțul se umple cu piatră brută la fund și, progresiv

spre partea de sus, cu pietriș mai mic. Orice nisip în amestec trebuie să fie curat și cu granule mai mari (evitați solurile argiloase sau foarte argiloase). Oricât de bine se face tasarea, drenajul va lucra oricum. Pulverizați apă în timpul instalării, pentru o tasare mai bună a pietrișului și a nisipului. Acestea sunt bazele fundării pe șanț de piatră spartă (Fig. 4.5a și b).

*4.5a, 4.5b: Vedere a unui șanț simplu (A) cu piatră spartă cu talpă din piatră brută, (B) acoperit cu pietriș curat și bine tasat.*





## Soclu din beton la un perete din saci cu pământ

Ideea noastră de fundație din beton pentru un perete din saci cu pământ este de a umple partea de sus a șanțului cu piatră spartă, cu două sau trei rânduri de saci cu beton. Marty Grupp a construit, în genul "mentalitate de fast food", un soclu din saci cu beton pentru doi pereți în serpentină, în fața unui mic complex de apartamente. El a pus un rând de saci "Quick-crete" (amestec uscat de ciment, nisip și pietriș, ambalat), a perforat fiecare sac

și i-a udat cu apă. El a pus două rânduri de sârmă ghimpată și încă un rând de saci "Quick-crete" perforați și udați, pentru a termina. El s-a gândit că timpul consumat cu comanda tuturor materialelor, a amestecurilor și pentru găsirea ajutoarelor pentru prepararea betonului ar putea fi folosit ca să pună el însuși sacii "Quick-crete" preambalați, pentru cam aceeași sumă de bani; și asta a făcut! (Fig. 4.6).

Marea noastră provocare a fost o fundație și un soclu fără ciment. Dacă ne întoarcem mai mult în timpul arhitectural, „cimentul portland” este o dezvoltare de dată recentă. În 1824, Joseph Aspdin, un zidar englez, a patentat procesul de obținere a ceea ce el a numit „cimentul portland”, cu proprietăți superioare varietăților mai timpurii. Acesta este cimentul folosit în cele mai multe din construcțiile moderne. Folosirea cimentului s-a generalizat foarte mult în viața modernă. Este folosit pentru fundații, pereți, tencuieli, blocuri, acoperișuri, construcții înalte, poduri, autostrăzi, trotuare, piscine, canale, ecluze, diguri, piloni, rampe alunecătoare pentru bărci, piste de decolare, tunele și baraje... pentru a numi doar câteva.

E nevoie de multă putere consumată (energie înglobată) pentru a produce ciment. Conform Poveștii chirpiciului de Paul G. McHenry, în Statele Unite e nevoie de "circa 15 litri de benzină sau motorină pentru a produce un sac de ciment, ceea ce face ca în atmosferă să se degaje circa 8% CO<sub>2</sub> din totalul existent de CO<sub>2</sub>". La nivel mondial, producția de ciment duce la o emanație de CO<sub>2</sub> de 12% sau o tonă de bioxid de carbon pentru fiecare tonă de ciment produsă. Este în interesul nostru ca specie să minimalizăm dependența noastră de ciment. Cu aceste gânduri vesele în minte pe drumul nostru către fundația fără ciment, haideți să vedem câteva opțiuni de stabilizare cu ciment puțin.

## Socluri din pământ stabilizat

O alternativă pentru a beneficia de rezistența betonului este de a umple primele două sau trei rânduri de saci (sacii soclului) cu un amestec de pământ stabilizat. Pământul stabilizat este o metodă de a face un pământ rezistent la efectele umezelii adăugându-i un procent anume de agent de stabilizare. Așa cum stabilește Joe Tibbet în excelenta sa lucrare Enciclopedia constructorilor cu

pământ, "avantajul folosirii pământului stabilizat ... este că putem folosi pământul pe care-l avem deja pentru pereți, în loc de a aduce beton combinat din apă cu nisip și pietriș. La fel este și cazul cimentului, se folosește un procent mai mic decât pentru rezistența totală a betonului, astfel încât se reduce costul materialelor." Agenții obișnuiți de stabilizare sunt cimentul, emulsia de asfalt și varul. În general, cele mai multe soluri care se pretează la stabilizare sunt cele aspre, nisipoase. Sunt și excepții și atunci cei trei agenți de stabilizare lucrează în moduri diferite.

Următoarele informații privind stabilizarea cu ciment și emulsie asfaltică sunt adaptate după Enciclopedia constructorilor cu pământ a lui Joe Tibbet.

Cimentul acționează ca un liant, pur și simplu lipind particulele împreună. Cimentul furnizează lipirea ca și o rezistență suplimentară la compresiune. Adăugând o cantitate predeterminată de ciment (cam între 6% și 15% în funcție de particularitățile pământului), pământul stabilizat complet cu ciment (adică pământul-ciment) poate fi folosit ca o modalitate de a minimaliza folosirea cimentului, în timp ce folosim doar

abilitatea cimentului de a rămâne stabil când vine în contact cu apa. Cimentul este mai eficient cu pământurile cu conținut scăzut de argilă și cu un caracter mai grosier, nisipos. Cimentul amestecat cu solurile cu conținut ridicat de argilă gonflantă este mai puțin eficient atâta timp cât cele două tind să se opună și se compromite tăria aderenței lor. Folosind saci tub umpluți cu pământ stabilizat cu ciment pentru fundație/soclu, se creează un efect interesant deoarece sunt mai puține margini (Fig. 4.7). Odată efectuată tratarea, țesătura poate fi îndepărtată pentru a descoperi un aspect de piatră sculptată. Aceasta arată exotic într-un perete șerpuit. Peretele de pământ-ciment expus poate fi vopsit sau dat cu var în ce culoare doriți.



4.6: Peretele de fundație al lui Marty Grupp, cu saci "Quick-crete".



4.7: Din cauza lipsei rezistenței la întindere (în lipsa armăturii metalice), un tub continuu e posibil să crape în ținuturile cu climă rece și umedă, așa că folosirea acestora se recomandă în zonele uscate sau fără îngheț.

Două avantaje ale folosirii pământului-ciment sunt: reducerea proporției de ciment față de agregat și (dacă pământul se pretează) reducerea cheltuielilor prin faptul că nu e necesar să se achiziționeze mai mult pietriș spălat și nisip, care ar fi necesare pentru a obține betonul standard.

Emulsia asfaltică furnizează o barieră fizică în calea trecerii apei. Un amestec bine preparat de pământ stabilizat cu asfalt nu va absorbi mai mult de 2,5% apă, raportat la propria greutate. Funcționează prin învăluirea mănunchiurilor de particule de argilă și nisip cu un film rezistent la apă. Procentajul de emulsie asfaltică adăugată la pământ pentru stabilizare este de la 3% la 6% din greutatea amestecului. Mai mult decât

atât primejduiește integritatea pământului. Deoarece vine într-o formă lichidă, emulsia asfaltică umezește amestecul, așa că e posibil să fie nevoie de mai mult timp pentru a continua cu sistemul de pereți din saci de pământ. Aceasta este pentru noi cea mai puțin favorită formă de stabilizare. În afară de câteva experimentări timpurii, nu o mai folosim. Emulsia asfaltică este produsă dintr-un combustibil fosil pe bază de carbon și este puternic carcinogenă (crește riscul de cancer prin expunere îndelungată la emanațiile ei).

Stabilizarea cu var. Dintre cei trei stabilizatori obișnuiți, varul este cel mai compatibil cu pământurile bogate în argilă. Când vorbim despre var, ne referim la cel folosit în construcții și nu la varul agricol. Cea mai familiară formă de var pentru construcții în America de Nord este var hidratat – Tip S, care se găsește sub formă de pulbere uscată în saci de 22,2 kg. Este cel mai folosit ca aditiv la stucaturile cu ciment și la mortarurile pe bază de ciment, pentru a le spori capacitatea de a fi prelucrate și a împiedica migrația umezelii.

Varul se obține prin arderea pietrei de var, care produce oxidul de calciu prin arderea carbonului. Acest oxid de calciu (cunoscut ca var nestins) reacționează apoi cu diferite

cantități de apă pentru a rezulta varul de construcții. (Varul agricol este pulbere de calcar în starea ei naturală, nearsă). Complexitatea varului este fascinantă și merită timpul cheltuit cu cercetarea lui și pentru a învăța despre el. (Vedeți Ghidul resurselor pentru informații despre var).

În scopul stabilizării pământului, ne vom concentra asupra folosirii varului hidratat de tip S disponibil în Statele Unite la mai toate depozitele de cherestea, depozitele de materiale de construcții și oriunde sunt vândute produsele de ciment. Un factor critic care merită a fi menționat este nevoia de a-l achiziționa cât mai proaspăt, deoarece proprietățile lui scad prin contactul îndelungat cu umezeala din aer. Ambalat în saci de plastic, proaspăt luat de la depozit, e posibil să mai aibă ceva viață în el. Aprovizionându-l direct de la producător și sigilându-l în saci de plastic până veți avea nevoie de el, va face să i se păstreze potențialul.

Destul de interesant este că varul a fost folosit ca stabilizator în construcția de drumuri, fiind o activitate de pionierat în anii '20. Mii de mile de drumuri au fost construite având partea superioară din pământ stabilizat cu var. Așa cum spun Hugo Houben și Hubert Guillaud în

cartea lor Construcția cu pământ, "aeroportul din Fort Worth, Dallas, a fost construit pe o suprafață de peste 70 km pătrați folosind varul ca bază de stabilizare a pământului".

Varul ne interesează ca stabilizator pentru pământ din câteva motive. La tonă per tonă, e nevoie de doar o treime din energia încorporată pentru a produce var, față de ciment. În procesul de tratare a varului se absoarbe dioxidul de carbon care a fost eliminat la arderea lui. Într-un fel face curățenie după el. Pe de altă parte, se pompează o tonă de dioxid de carbon la producerea unei tone de ciment și acesta rămâne acolo. Varul este alegerea cu impactul cel mai mic pentru stabilizarea pământului.

Iată o explicație simplificată a felului în care lucrează stabilizarea cu var. Varul reacționează cu argila în două moduri importante. Mai întâi, adună particulele de argilă fină în aglomerări aspre și fragile (de mărimea celor de noroi și nisip) printr-un proces numit schimbarea bazei. Apoi reacționează chimic cu silica și aluminiul disponibile în pământul brut, ceea ce produce o acțiune de întărire și literalmente lipește particulele la un loc. Acest proces alchimic este cunoscut ca reacția pozzolanică (ca la producerea tufului vulcanic). Alți aditivi

care produc această reacție cu varul se numesc de asemenea pozzolani. Originea termenului vine de la descoperirea timpurie a cenușii vulcanice de lângă Pozzolano, Italia, care a fost folosită pe post de catalizator cu varul pentru a produce betonul roman. Veneția, în Italia, rezistă încă prin legătura varului care a reacționat cu pozzolan-ul. În plus față de nisipurile și cenușile vulcanice, alte varietăți de pozzolan includ piatră ponce, zgură, praf de cărămidă arsă, cenușă de orez decorticat etc. Oricare din acestea poate fi adăugată ca să întărească un pământ stabilizat cu var.

Varul reacționează cel mai bine cu pământurile argiloase de tip montmorillonit. Pentru stabilizarea zidurilor de sprijin, pământul optim cel mai puternic este cel cu un conținut rezonabil de argilă de 10-30% și cu un bun echilibru în conținutul de nisip și pietriș, pentru a-i furniza tăria de comprimare. Deseori materialul disponibil ca "fundăție de drum" sau nisipul refuzat de la balastiere este potrivit pentru stabilizarea cu var.

Un alt avantaj distinctiv al varului este faptul că pământurile stabilizate cu var formează o barieră care inhibă pătrunderea apei de deasupra (ploaie), cât și a celei de jos, prin capilaritate. Aceasta indică faptul că

un pământ stabilizat cu var are mai puțină nevoie de o barieră împotriva capilarității față de un zid de pământ brut și un soclu de pământ stabilizat (mai mult despre ruperea capilarității mai departe în acest capitol).

Experimentând, se poate determina dacă pământul este compatibil cu varul și care este proporția potrivită de var hidratat pentru pământ pentru a obține rezultatele optime. Fiecare pământ are proporția lui preferată de var. În general, stabilizarea completă apare la adăugarea de 10-20% (volum uscat) var hidratat la pământ uscat, în funcție de tipul de pământ. Adăugarea de 5-25% pozzolan (procent determinat prin testare), poate furniza o rezistență sporită la compresiune și de asemenea rezistență la apă.

Pentru a ușura buna tratare, pământul stabilizat cu var trebuie menținut umed măcar două săptămâni - trei ar fi mai bine. Cu cât e ținut umed mai mult, cu atât se face mai tare. Pentru folosirea la ziduri de sprijin din saci cu pământ, acest lucru este ușor de obținut prin acoperirea rândurilor cu o folie de plastic, stropindu-i cu apă din când în când. Căptușirea dublă a soclului din saci va ajuta la reținerea umezelii timp mai îndelungat. Perioada de întărire cu umezeală

este esențială pentru a crea mediul necesar care stimulează alchimia pozzolanului, ce va rezulta într-un pământ complet stabilizat. Un pământ complet stabilizat este neafectat de apă și rămâne stabil și dacă e scufundat în ea. Este un efort ce merită a fi făcut, mai ales dacă veți construi într-un climat umed.

## Procedura de amestecare pentru pământ stabilizat cu ciment sau cu var

Faceți un amestec preliminar de pământ cu ciment sau var uscat sau într-o stare semi-umedă. Amestecul uscat duce la o mai bună omogenizare a celor două materiale componente. Amestecul se poate face la mână într-o roabă sau într-o betonieră. O dată ce toate ingredientele uscate sunt integrate, se poate adăuga apa. E necesar un amestec mai bine umezit decât pentru cel de pământ compresat tipic. Adăugați destulă apă, astfel încât să obțineți 20% umezeală, sau destulă apă astfel încât umezeala să "plângă" ușor prin țesătura sacilor atunci când aceștia sunt presați. Mențineți umezeala cât mai mult posibil, pentru un tratament corespunzător.

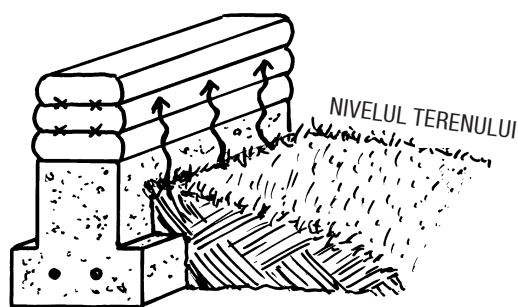
## Bariere de umezeală, bariere de vapori și ruperi de capilaritate

Pentru a evita confuziile, vrem să explicăm diferența între barierele de umezeală (hidroizolație) și barierele de vapori, înainte de a începe să spunem cum se folosesc. O barieră de umezeală (hidroizolație) împiedică pătrunderea umezelii (apă în stare lichidă), dar permite vaporilor (apă în stare gazoasă) să transpire. Barierele de umezeală sunt folosite în general în aplicații externe, cum ar fi izolația Tyver (un material sintetic de fibre de polietilenă de înaltă densitate). O barieră de vapori împiedică migrația apei în ambele stări, lichidă și gazoasă. O barieră de vapori se referă de fapt la o membrană impermeabilă la apă. Un bun exemplu de barieră de vapori este o membrană din folie de plastic.

Deși cimentul rămâne stabil în contact cu apa, are prostul obicei de a ajuta capilaritatea, distribuind umezeala de jos în sus, rezultând migrația apei către peretele de pământ pe care a fost proiectat să-l protejeze. Multe ziduri de pământ au cedat până la prăbușire datorită restaurării bine intenționate, dar

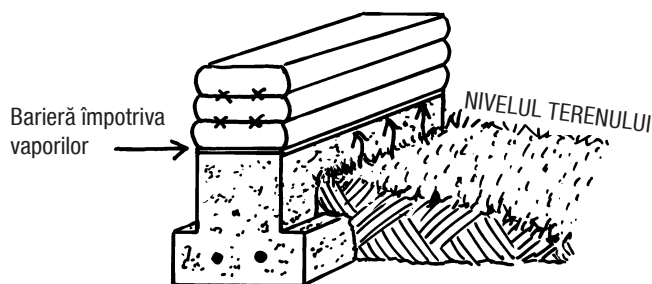
necorespunzătoare, care a folosit ciment pentru a stabili adăposturi ale misiunilor istorice de pe cuprinsul sud-vestului Statelor Unite. Zidurile de pământ își mențin integritatea atâta timp cât sunt uscate sau se pot usca rapid după ce se umezesc.

Cimentul distribuie umezeala pe cât de bine împiedică evaporarea. Apa pătrunde în interior, dar iese apoi încet afară. Apei îi place să călătorească și va căuta un debușeu, chiar dacă asta înseamnă să sfideze gravitația, migrând în zonele poroase de pământ brut de deasupra. Ridicarea apei prin absorbție într-un substrat mai poros de deasupra este descrisă ca acțiune capilară, la fel cum un burete sugă apa în sus.



*4.8: Acțiunea capilarității: Fără o rupere a capilarității, umezeala din pământ este absorbită de beton și distribuită în părțile mai poroase ale peretelui de pământ de deasupra.*





4.9: Membrana impermeabilă la apă previne acțiunea capilarității, împiedicând absorbția apei, prin impunerea unei bariere.

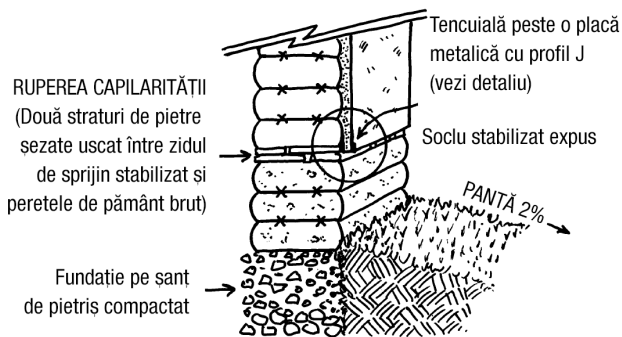
Pentru construcțiile convenționale pe cadre de lemn, o cerință a normativului este instalarea unei bariere de vapori între partea superioară a soclului de beton și placa de lemn pe care se atașează stâlpul cadrului. Poate fi un strat de 3 mm de spumă celulară, folie de plastic groasă, carton asfaltat sau un lichid alternativ de sigilare, netoxic, cum ar fi Dyno Seal produs de AFM, întins pe suprafața superioară a zidului de sprijin din beton (Fig. 4.8 și 4.9).

Totuși, o membrană impermeabilă (barieră de vapori) proiectată să oprească absorbția de jos, poate, de asemenea, să împiedice și drenajul de sus. Dacă din anumite motive apa ajunge pe peretele de deasupra fundației (scurgere de la acoperiș, ferestre sau țevi), s-ar putea scurge în jos până la bariera de vapori, va bălți acolo și va fi dirijată în peretele pe

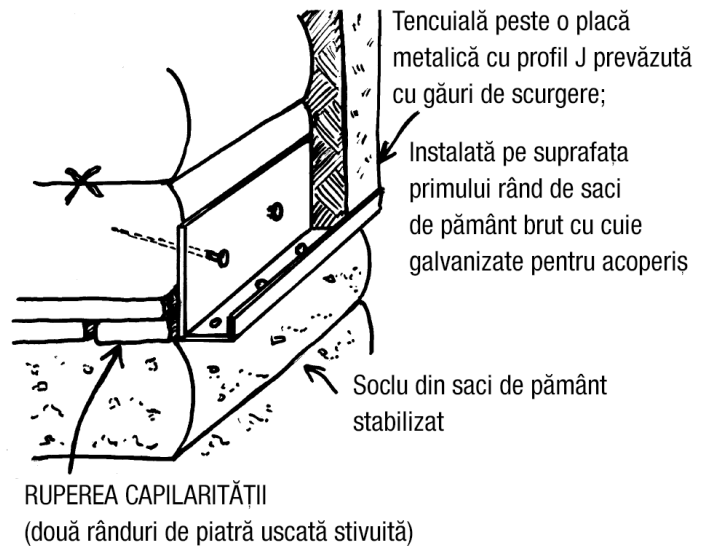
care membrana ar fi trebuit să-l protejeze. Sunt multe discuții referitoare la folosirea barierelor de vapori și a cimentului în general, ambele materiale au arătat în mod evident reținerea și răspândirea igrasiei la materialele de construcție organice, cauzând probleme de umezeală.

O abordare alternativă este proiectarea unei ruperi a capilarității care să prevină ridicarea umezelii de jos, în timp ce asigură drenajul pentru potențiala umezeală de sus. Aceasta se poate realiza prin crearea de spații suficiente de aer, astfel încât apa să nu poată fi absorbită. Prin căptușirea dublă a sacilor țesuți din polietilenă și umplerea căptușelii cu un strat de circa 2 cm de pietriș se poate crea simplu o rupere de capilaritate. Deși simțim că sacii umpluți cu pietriș întrerup efectiv capilaritatea, nu am experimentat încă modul cum se vor comporta în timp. Întrucât pietrișul este ținut bazându-se în întregime pe sac, în plus față de dublarea sacilor asigurați-vă că aceștia sunt protejați de lumina și căldura soarelui imediat după așezarea lor, astfel încât să se poată obține beneficiul maxim din integritatea lor.

O altă opțiune pentru ruperea capilarității este reprezentată de două straturi din pietre plate aranjate pe partea superioară a zidului de sprijin din beton sau pământ stabilizat, într-un mod care să permită aerului să circule printre pietre. Pietrele trebuie să fie de natură impermeabilă (mai bine decât de natură poroasă ca gresia), ceea ce va împiedica migrația umezelii (Fig. 4.10 a și b). Întregul soclu poate fi construit din piatră, stivuită uscat direct deasupra unui șanț cu piatră spartă. Un șanț cu piatră spartă este el însuși un tip de rupere a capilarității.



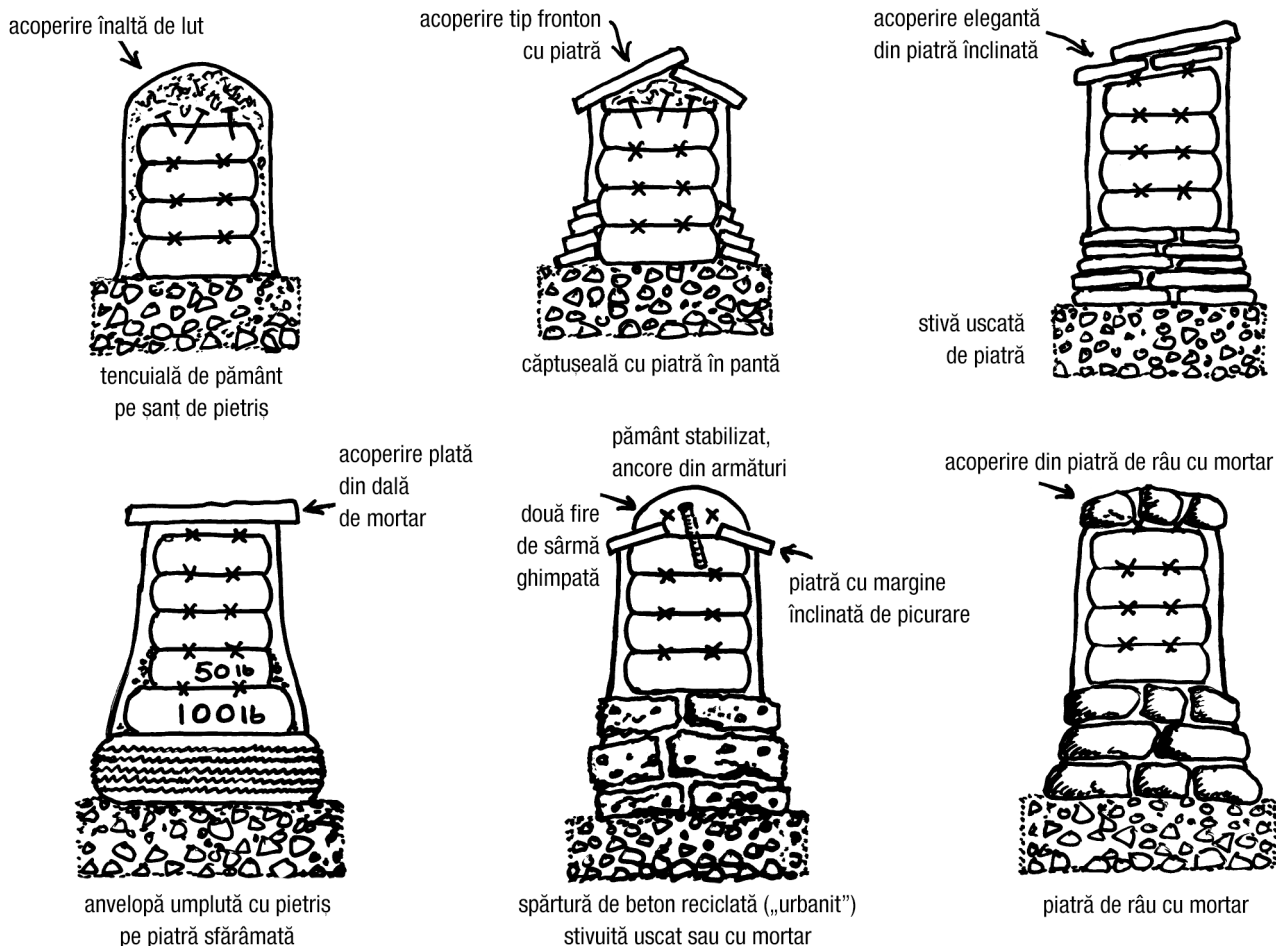
4.10a: Rupere de capilaritate din pietre plate stivuite uscat. Șapă de scurgere între tencuiala de pământ și zidul de sprijin stabilizat.



4.10b: Șapă de scurgere din metal în formă de J, detaliu.



4.11 (sus): Tencuind jos, la nivelul pământului, riscați să atrageți umezeala în pereți, provocând exfoliere și alte pagube datorate umidității.



#### 4.12 (sus): Fundații/soclu tradiționale și alternative.

Șapa de scurgere (deseori numită "profil J" în meseriile legate de construcții) este o platformă de sprijin a tencuielii inferioare a peretelui. Este o mini-întrerupere de capilaritate care protejează tencuiala de infiltrarea umezelii în sus din pământ, sau din beton, sau din fundația stabilizată/soclu (Fig. 4.11).

O alternativă la "profilul J" este furtunul de 1,5 sau 2 cm diametru fixat între sacii soclului și sacii de pământ brut, cu o legătură de sârmă sau cu cuie lungi de finisaj. Noi am folosit atât furtun picurător, cât și din cel negru de

polietilenă (folosit mai ales la irigații), ca o șapă flexibilă de scurgere pentru pereții curbi. Totuși, și profilul metalic J poate fi „aranjat” cu succes pentru a se potrivi la fel de bine la pereții curbi.

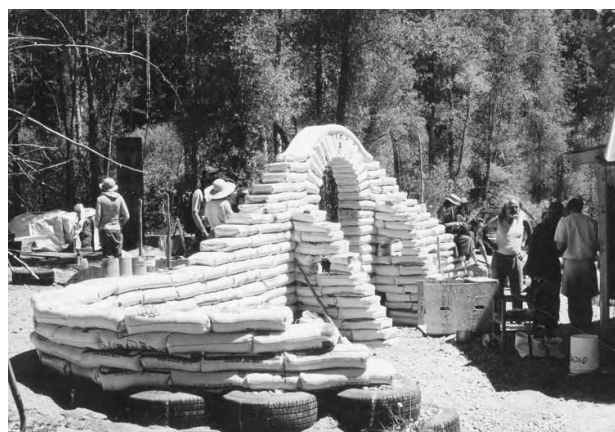
Motivul pentru care menționăm ceva legat de tencuială în acest moment este pentru a puncta faptul că toate lucrurile sunt legate și depind unul de altul. Marele avantaj al planificării anterioare este că vă permite să vă gândiți la o anumită situație mai devreme în procesul de construcție, ușurându-vă sarcina ulterioară. Gândiți în avans!

## Fundație/pereteți de sprijin tradiționali și alternativi

Socul este cea mai vulnerabilă parte a sistemului de fundație deoarece este expus stihilor. Aceasta e zona în care ajung stropii și se îngrămădesc frunzele ude, spre care migrează iarba și unde microorganismele din pământ încearcă să mănânce peretele, făcându-l din nou compost (gunoi organic). Într-un climat cu adevărat uscat (ploaie sub 25 litri/mp/an), putem scăpa cu așezarea sacilor de pământ brut, natural (nestabilizat), direct peste partea superioară a șanțului cu piatră spartă, cu întreținerea anuală a tencuielii de pământ. Adăugarea unei căptușeli protectoare de piatră pe post de apărătoare de stropi în exteriorul sacilor de pământ natural poate duce la creșterea durabilității lor. Alte opțiuni includ stiva de piatră uscată, piatră cu mortar pe bază de pământ sau de var, chirpici stabilizat, cărămidă arsă, bucăți de beton reciclat și anvelope umplute cu pietriș sau pământ bătătorit (Fig. 4.12).

Un soclu din anvelope? Mike Reynolds, inovatorul și proiectantul pentru "Recycled Radial Ranchos", cunoscut și ca Earthships

(case solare făcute din materiale naturale și reciclate), numește anvelopele aruncate "indigene". Anvelopele vechi pot fi găsite aproape peste tot, așa că putem foarte bine să le folosim. La workshop-ul (atelier de lucru) din Rico, Colorado, din 1999, despre clădiri naturale, Keith Lindauer a pregătit pentru noi o impresionantă fundație terasată din anvelope îndesate pe care să construim un gard din saci cu pământ. Pentru cei mai mulți, anvelopele umplute cu pământ sau pietriș îndesat sunt un mod grozav de a transforma un artefact indigest făcut de mâna omului într-un perete de sprijin durabil. Țineți minte că sunt mult mai multe opțiuni de a inova noi întrebuițări pentru materialele vechi (Fig. 4.13).



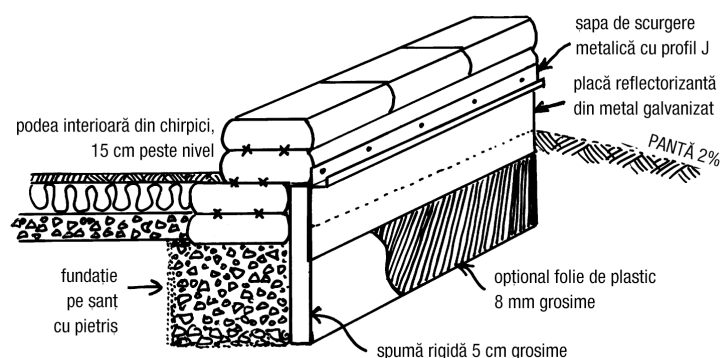
4.13: Fundația/socul menit să susțină un perete din saci cu pământ la workshop-ul din Rico, Colorado, despre clădiri naturale.

## Fundații/socluri din saci cu pământ izolați

Cu cât mai rece și mai umed este climatul, cu atât o fundație va avea beneficii mai mari dintr-o izolație exterioară. Izolația este cea mai eficientă când e plasată pe exteriorul fundației, astfel încât să furnizeze un tampon de aer cald între masa de pământ și temperaturile exterioare. Într-un climat rece, izolația crește eficiența masei de pereți din pământ, permițându-i acestuia să rețină căldura mai mult și să o radieze din nou în interior, în spațiul de locuit.

Tipul de spumă rigidă pe care preferăm să-l folosim este cel utilizat la plăcile cu bobite albe, făcute din polistiren expandat de înaltă densitate (EPS). Așa cum am scris aici, este singura spumă rigidă făcută în totalitate fără clorofluorocarbon (CFC) sau hidroclorofluorocarbon (HCFC). Aceasta există în două variante de densitate, din care cea cu densitatea mai mare e mai bună pentru aplicațiile subpământene. Are dezavantaje pentru mediul înconjurător, deoarece se consumă multă energie pentru producerea ei, dar poate fi reciclată într-o anumită măsură. Placa cu bobite de mare densitate are valoarea

indicelui de izolare R de 4,35 per inch. Noi o folosim doar la izolarea perimetrală, de jur-împrejurul fundației (Fig. 4.14). Vom vorbi mai târziu despre o tehnică mai naturală (dar mai puțin disponibilă) pentru creșterea izolării unui sac cu pământ. Deocamdată să vedem avantajele izolării cu spumă rigidă.



4.14: Fundație de saci cu pământ, izolată.

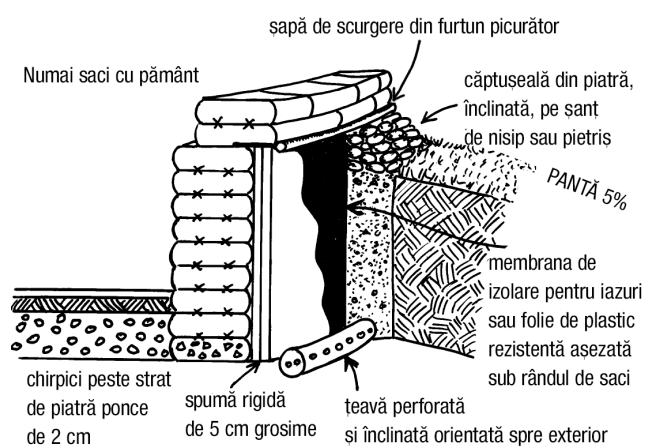
Un avantaj al folosirii spumei rigide pentru izolarea perimetrului este acela că, protejând sacii cu pământ de umezeală, putem folosi un amestec de pământ brut bătătorit și astfel putem evita folosirea cimentului în saci. Pentru aplicațiile subpământene, spuma rigidă cu densitate mare are o putere de compresie destul de bună, care poate rezista la încărcările laterale provenite de la rambleu. Partea izolată cu spumă, dar expusă, a zidului de sprijin, poate fi impermeabilizată cu folie de plastic rezistentă la condiții grele (20–25 microni grosime), urmată de o bandă de tablă profilată, apoi piatră, cărămidă sau

pietriș îndesat, ca să se protejeze spuma de deteriorarea din cauza razelor ultraviolete (UV).

Pentru pereții circulari noi aplicăm două straturi de spumă, de câte 2,5 cm grosime, deoarece spuma rigidă este destul de flexibilă pentru a se încovoia după o curbă. Asigurați-vă că alternați marginile acestora, astfel încât să nu existe nici o cale pentru migrația apei (Fig. 4.15). Dacă nu sunteți siguri de rezistența la apă a spumei rigide sau dacă doriți o protecție la apă mai mare, atunci sunt disponibile câteva tipuri de membrane comerciale rezistente la apă. Folia de polietilenă cu rezistență mare sau cauciucul butil vor ajuta la oprirea transportului umezelii în fundația voastră din apa aflată în pământ provenită de la ploi sau de la dezghețul primăvărat. Aceasta este o protecție foarte isteasă pentru structurile tip bordei sau îngropate, unde umezeala este evidentă. Depozitele de cherestea, fermele tip cooperativă și cataloagele sunt surse foarte bune pentru a găsi folie agricolă de polietilenă de 20-50 microni.

Pentru protecția extremă la umezeală externă, materialul de membrană izolatoare pentru iazuri EPDM (etilen propilen dien monomer), izolația de acoperiș sau țesătura bitumată pot

fi înfășurate peste izolația exterioară și apoi acoperit locul. Membrana de izolare pentru iazuri este un cauciuc butil pentru condiții grele de lucru, care e prevăzut în interior cu o țesătură ce împiedică sfâșierea acestuia. Are o durată de viață medie de 50 de ani. Protejat de soare, probabil că viața lui e mult mai lungă.



4.15: Fundație curbă, izolată, cu podea interioară adâncită.

## Fundații izolate din piatră ponce/saci de pământ

Piatra ponce este o rocă vulcanică ușoară și poroasă, folosită des la curățare, netezire și șlefuire. Este o rocă plină de pori cu aer. Ca urmare, lucrează bine ca un strat izolator. Pre-amestecând piatră ponce cu pământ bătătorit și potrivit calitativ, în proporție de 50:50, noi am făcut blocuri din saci de pământ care cântăresc 1/3 din greutatea lor originală. Nu

am făcut nici un test "oficial" pentru calitățile izolatoare ale acestor amestecuri. Noi doar admitem că prin acele spații de aer obținem un fel de efect de izolare (Fig. 4.16).



4.16: Sac de pământ cu piatră ponce întărit și aplatizat, componentele sunt compresate împreună la fel ca la un amestec tipic de pământ bătătorit.

Combinând piatră ponce cu 50% pământ, putem încă bate amestecul într-un bloc compact, la fel ca pământul compresat. Umplerea sacilor doar cu piatră ponce duce la un amestec zgrunțuros de material vrac, ce refuză să se compacteze, în timp ce îi lipsește greutatea pe care ne-am fi bazat pentru ca gravitația să îl fixeze în lucrare. Noi preferăm să menținem integritatea structurală a sistemului de perete pe primul loc și doar apoi ne gândim la opțiunile de izolație.

Piatra ponce ar trebui să aibă o granulație cuprinsă între 1,9 și 2,5 cm în diametru. Conform lui Tom Watson, proiectantul

„tamponului Watson” (un sistem natural de filtrare a apei uzate), o piatră ponce de mici dimensiuni va dirija umezeala de jos, de la pământ, în sus, la fel ca un burete, în timp ce o altă piatră ponce cu diametrul mai mare va drena umezeala, îndepărtând-o. Scoria, un alt tip de rocă produsă de vulcanism, poate fi un înlocuitor pentru piatră ponce. Experimentați care ar fi proporția dintre pământ și scorie care ar putea lucra cel mai bine pentru proiectul vostru.

Cantități mari de piatră ponce și pământ curat și bun de tasat pot fi amestecate în prealabil cu un buldoexcavator sau tractor cu încărcător frontal și adunate într-un morman pentru a fi umezite, tasate și gata pentru construcția peretelui, la fel ca un pământ obișnuit. Va fi nevoie de mai multă apă, datorită absorbției mai mari a pietrei ponce. Pentru socluri sau orice loc unde umezeala poate fi o problemă, combinația de piatră ponce și pământ poate fi stabilizată cu același procent de ciment sau var care este potrivit pentru pământul pe care-l folosiți.

## Considerații de proiectare asupra structurilor îngropate și bordeielor

Pentru clarificare, când ne referim la "structură îngropată" tindem să ne gândim mai mult în termenii unei podele adâncite la cel mult 1,2 m adâncime. O "structură îngropată" (tip bordei) este de obicei îngropată în pantă (preferabil cu o expunere sudică). O structură îngropată poate fi de asemenea construită la nivelul terenului pe un loc plat, cu partea nordică îngropată prin îngrămădirea de pământ împrejur, făcând un fel de taluz. O structură care este în totalitate sub pământ o numim "subterană".

## Rotund înseamnă solid

În măsura în care se folosesc saci cu pământ ca sistem de fundare, alternativ la cel convențional de beton, avem de făcut o recomandare foarte importantă. Construiți rotund când o faceți sub pământ. Pereții tip bordei și îngropați suferă o presiune extraordinară de la pământul înconjurător, deoarece pereții sunt umpluți și, în timp,

se produc și sedimentări în jurul lor. Când pământul exercită presiune pe pereții unei structuri rotunde, forța de apăsare se distribuie în mod egal de-a lungul perimetrului cercului (Fig. 4.17).

Același principiu se folosește la reținerea apei după un baraj. Cele mai multe baraje sunt curbe, cu spatele curbei spre apă. Apa presează pe baraj și forma barajului distribuie presiunea de-a lungul întregii sale suprafețe. Pe de altă parte, un perete liniar poate fi puternic la colțuri, dar slab de-a lungul zonei drepte. Sub presiune, este foarte posibil "să explodeze" sau mai degrabă să se prăbușească în interior în timp.



4.17: Construcție Anasazi rotundă, casă de tip kiva îngropată, care a rămas intactă după 1.000 de ani, timp în care omul alb construiește o pivniță pătrată ce se clatină după mai puțin de 100 de ani. Asta înseamnă că un cerc este de 10 ori mai puternic decât un pătrat?

Sistemul de pereți din saci cu pământ este proiectat să lucreze ținând cont de forțele de compresie și astfel încât să-și păstreze



integritatea structurală. Adăugarea unei curbe în perete este cel mai simplu mod de a obține acest lucru. Un pătrat este bun, dar o curbă are forță (Fig. 4.18).



4.18: Casa lui Penny Pennel - tip kiva, bordei din saci de pământ cu diametrul de 11 m, Arizona de Sud.

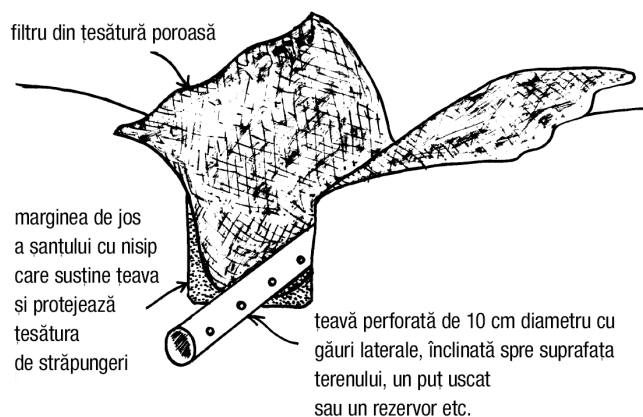
Așa cum am demonstrat în ghidul pas cu pas ilustrat al sistemului de perete, pereții drepecți au nevoie să fie contrafortuiți și toți sacii lor de capăt, expuși, trebuie să fie bătuciți. Un perete curb nu este doar mai puternic; el presupune mai puțin timp și energie pentru a fi construit. Un proiect liniar compromite integritatea structurală, consumă mai mult timp, energie și resurse pentru construire, dar permite canapelei să se așeze bine la perete. Alegeți-vă propria voastră prioritate.

## Evaluarea terenului

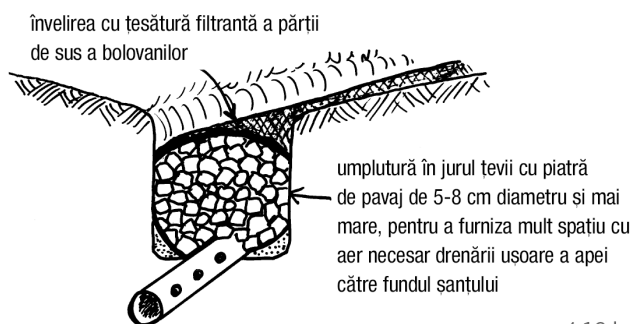
Evaluarea terenului de construcție pentru o structură cu saci de pământ urmărește aceleași criterii ca la orice structură comună.

Dacă sunteți pe un teren plat cu un bun drenaj sau cu o pantă spre sud, aveți o ocazie ideală să faceți o structură parțial îngropată sau tip bordei. Solurile foarte stabile și cele nisipoase sunt ideale pentru structurile îngropate.

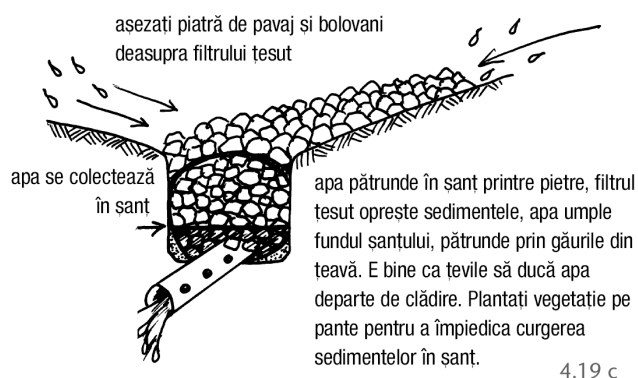
Când vă planificați să "îngropați" o structură din saci cu pământ sub nivelul solului sau tip bordei, evitați terenurile localizate într-o zonă cu flux puternic, câmpie inundabilă, zone de drenaj natural (spălări "uscate" și șuvoaie intermitente), mocirle, mlaștini, solurile argiloase gonflante și pantele abrupte predispuse la alunecări de teren și căderi de pietre. Chiar și cu aceste considerații grijulii, o structură tip bordei va necesita lucrări suplimentare la pământul din jurul perimetrului pentru a asigura un drenaj corespunzător. Instalarea unui dren francez sau un șanț de scurgere va dirija apa în jurul structurii și departe de aceasta. Trebuie acordată o atenție suplimentară pentru a vă asigura că există un drenaj corespunzător de jur împrejurul perimetrului unei construcții cu saci de pământ îngropate (Fig. 4.19 a,b și c). (Pentru mai multe informații despre drenul francez și șanțul de scurgere, consultați Ghidul resurselor de la sfârșitul acestei cărți).



4.19 a



4.19 b



4.19 c

4.19 a, b și c: Detalii despre instalarea drenului franțuzesc.

## Fundații rezistente la cutremur

Istoria ne-a arătat că fundațiile pot fi construite la fel de bine din unități individuale stivuite precum cărămidă sau piatră, cât și din beton turnat. O fundație din beton turnat se bazează pe rigiditate ca un mijloc de a furniza stabilitate în caz de cutremur. Putem încerca să învingem natura prin rezistență, sau putem urma fluxul împreună cu ea. Aceasta din urmă a fost alegerea preferată timp de mii de ani de-a lungul Orientului Mijlociu și Asiei, în cele mai active regiuni seismice din lume.

De când construcția cu saci de pământ a stârnit interes, Nader Khalili, inovatorul metodei, a făcut teste în structurile sale de lucru, pentru a simula mișcările cutremurului. Testele au fost făcute conform standardelor ICBO pentru o structură aflată în Zona 4 de cutremur. Aceasta e recunoscută ca zona cu cele mai mari cutremure în Statele Unite. Rezultatele testelor au depășit cu mult limitele stabilite de ICBO și, de fapt, aparatele de test au început să cedeze înainte ca vreo deplasare să fie observată în clădirile testate. Testele făcute la Universitatea din Kassel, Germania, au arătat concludent, prin studii

comparate între structurile cu pământ bătătorit, pătrate și rotunde, că acestea din urmă au o mai mare stabilitate la testele de impact la cutremur. Raportul a precizat că "este avantajos ca frecvența de rezonanță a casei să nu se potrivească cu frecvența de mișcare a pământului, în timpul cutremurului." Aceasta presupune ca acele case care sunt făcute cu o construcție solidă (ca în cazul caselor cu saci cu pământ), să nu se așeze pe o fundație rigidă. Casele ușoare (ca cele construite pe cadre) se comportă mai bine așezate pe o fundație solidă. În cazul cutremurelor, casele sunt afectate în principal de accelerația orizontală creată de mișcarea pământului. O structură masivă, independentă de fundație, e capabilă să se miște independent de aceasta. De aceea, în timpul cutremurului solicitarea din pământ nu e transmisă și la clădire. O structură cu o greutate mică se bazează pe propria elasticitate pentru a contracara forțele seismice transmise prin fundație.

Dacă intenționați să construiți o clădire din saci cu pământ într-o zonă cu activitate seismică ridicată, ar trebui să faceți o cercetare intensivă și să aveți cunoștințe solide (sau cel puțin „binecuvântarea” unui inginer de structuri), cu privire la ceea ce este necesar să

folosiți. Probabil este o idee bună să utilizați un proiect de construcție rotund. Proiectarea construcțiilor cu rezistență la cutremure depășește scopul acestei cărți, dar, cu cât se face mai multă cercetare în acest domeniu, indicațiile arată că aceste construcții din saci cu pământ s-ar putea dovedi alternative mai ieftine și cu un impact mai mic în comparație cu practicile seismice convenționale în domeniul construcțiilor din prezent.





## CAPITOLUL 5

### Caracteristici structurale de proiectare pentru pereții din saci cu pământ

Fiecare mediu de construcție integrează principii de proiectare specifice, pentru a obține performanțe optime ale materialului folosit. Lemnăria, cadrele, stâlpii și grinzile încorporează întăriri diagonale și traverse pentru a conferi rezistență la forfecare. Dimensiunile lemnului și spațierea dictează capacitatea portantă etc. Niciun material de

construcție nu este imun la mecanismele de control ale naturii. Chiar și pietrele sunt afectate de îngheț.

Construcția din saci cu pământ se află încă în fază incipientă, astfel încât rămâne deschisă explorării.

*5.1: Pereții liniari, de sine stătători, necesită un suport lateral (contrafortuire) centrat, la fiecare 3,6 metri.*

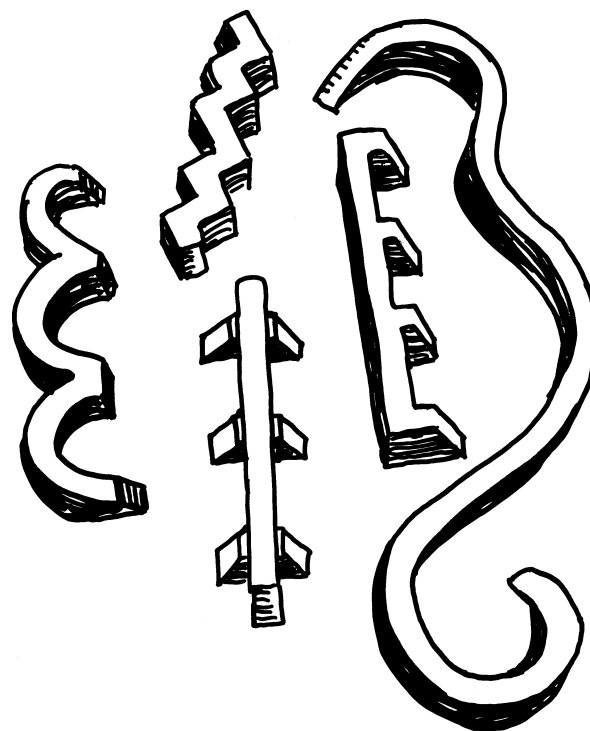


Principiile de proiectare pe care le-am integrat în construcția din saci cu pământ sunt strategii simple, de bun simț, inspirate de principiul DPST (distractiv, prompt, simplu, temeinic), din observarea tehnicilor de construcție autohtone de succes, precum și de unele prevederi actuale ale codurilor de construcție din chirpici, în special cele din statul New Mexico, unde există tradiția veche a construcțiilor cu materiale pe bază de lut. Vă prezentăm în cele ce urmează o listă cuprinzând principiile structurale fundamentale pentru construirea pereților perfect verticali din saci cu pământ (rețineți apartenența cupolelor la o categorie complet separată). (A se vedea Capitolul 11).

## Limitarea înălțimii

Vă sugerăm înălțarea unor construcții din saci cu pământ cu un singur nivel și cu o înălțime care să nu depășească 3 m. Această sugestie se bazează exclusiv pe experiența noastră în ridicarea unor pereți din saci cu pământ cu lățimea de 37,5 cm și înălțimea de 3 m. Dacă doriți să continuați ridicarea unui al doilea nivel din saci cu pământ, vă recomandăm folosirea unei grinzi de legătură din ciment, așezată între cele două nivele. Dublarea

grosimii pereților primului nivel, ori folosirea unor saci cu o lățime mai cuprinzătoare, sau integrarea unui suport lateral (contrafortuire), reprezintă alternative la utilizarea unei grinzi de legătură din ciment.



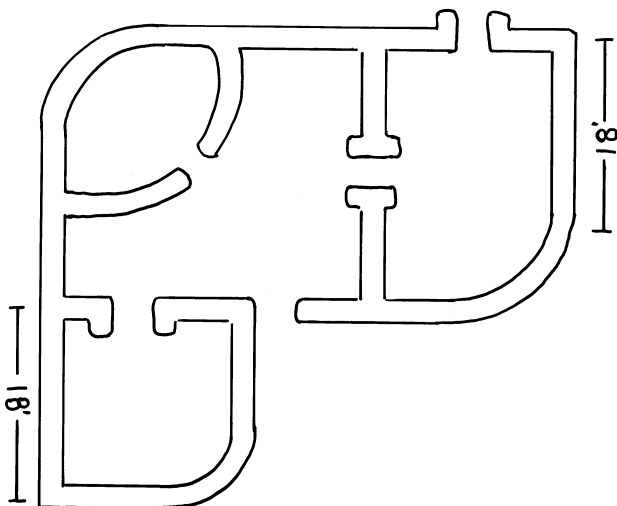
5.2: Câteva forme care conferă stabilitate laterală – contrafortuire pentru pereți liniari ori curburi.

## Suport lateral (Fig. 5.2)

Suportul lateral este o metodă de întărire a unui perete drept, pentru a-i conferi stabilitate suplimentară. Un perete liniar este destul de ușor de răsturnat, întrucât opune o rezistență foarte scăzută la presiunea exercitată dintr-o parte sau din alta. Adăugarea unui perete care se

intersectează cu cel liniar este un tip de suport lateral.

Codul referitor la construcțiile din chirpici impune, în mod caracteristic, contrafortuire (suport lateral) centrată la fiecare 3,6 m pentru pereții de sine stătători și la fiecare 7,2 m, pentru pereții destinați ca structurali. Noi aplicăm criteriile cuprinse în codul referitor la construcțiile din chirpici aferente pereților neanexați. Cu toate acestea, întrucât sunt construiți „ecologic”, pereții din saci cu pământ tind să se curbeze în timpul construcției, până ce pământul se întărește. Prin urmare, suntem mai liniștiți dacă adăugăm un contrafort la structură la fiecare 5,4 m, în funcție de grosimea peretelui și tipul solului (Fig. 5.3).



5.3: Contraforturile, colțurile, intersecțiile pereților din saci cu pământ sau pereții pe schelet din lemn, precum și suficiente curbe, toate reprezintă forme eficiente de suport lateral într-o structură.

Și pereții interiori beneficiază de contraforturi. Acestea pot fi împărțite pe oricare parte a unui perete despărțitor, pentru un aspect minimizat. Contraforturile adaugă un anumit interes estetic sub formă de colțuri încorporate sau elemente de sprijin pentru rafturi. Pereții curbați îndeplinesc mult mai grațios și eficient rolul pe care îl are un contrafort (Fig. 5.4).

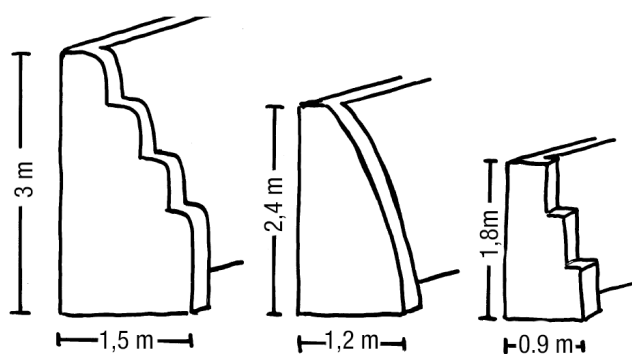
## Raportul între înălțime și lățime

Pel lângă suportul lateral, contraforturile (precum și curbele) respectă criteriile de stabilire a raportului între înălțime și lățime. Pentru fiecare 30 cm de înălțime a peretelui, adunați 15 cm la lățimea sa, fie ca grosime totală ori ca și curbă sau contrafort. Cu alte cuvinte, raportul între înălțime și lățime este de doi la unu, exprimat ca 2:1, înălțime față de lățime (Fig. 5.5).

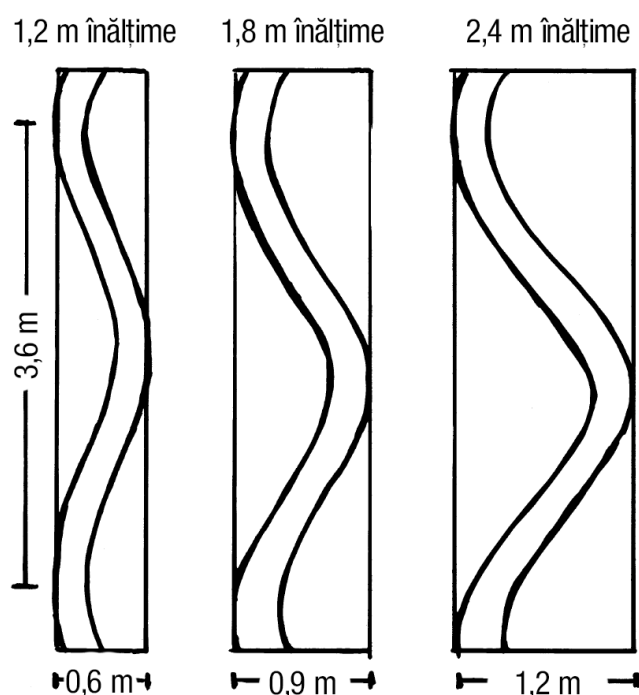


5.4: Pereții suficient de curbați se susțin independent din părțile laterale.

Pereții curbați urmează aceleași criterii, răsucindu-se într-un model arcuit ce respectă raportul între înălțime și lățime la fiecare 3,6 m de lungime (Fig. 5.6). Un alt exemplu constă în faptul că puteți crește și grosimea totală a peretelui, prin construcția unuia cu înălțimea de 1,8 m și grosimea de 0,9 m, sau a unui perete de 1,2 m cu grosimea de 0,6 m etc. Contrafortuirea a fost în mod evident concepută pentru a reduce cantitatea de materiale și de muncă.



5.5: Un perete cu înălțimea de 3 m va avea nevoie de un contrafort cu adâncimea totală de 1,5 m, centrat, la fiecare 3,6 m. Un perete cu înălțimea de 2,4 m va avea nevoie de un contrafort cu adâncimea de 1,2 m, iar un perete cu înălțimea de 1,8 m are nevoie de un contrafort cu adâncimea de 0,9 m.



5.6: Exemple de raporturi între înălțime și lățime pentru pereți curbați, neanexați. (Privire de ansamblu).

## Pereți circulari

Circular înseamnă solid. O structură circulară este cea mai stabilă formă de perete și deosebit de potrivită pentru aplicarea la nivel subteran, precum și în mediile predispuse la cutremure și uragane. La nivel subteran, construiți structuri circulare, sau cel puțin adăugați o curbă unui perete posterior subteran (Fig. 5.7).

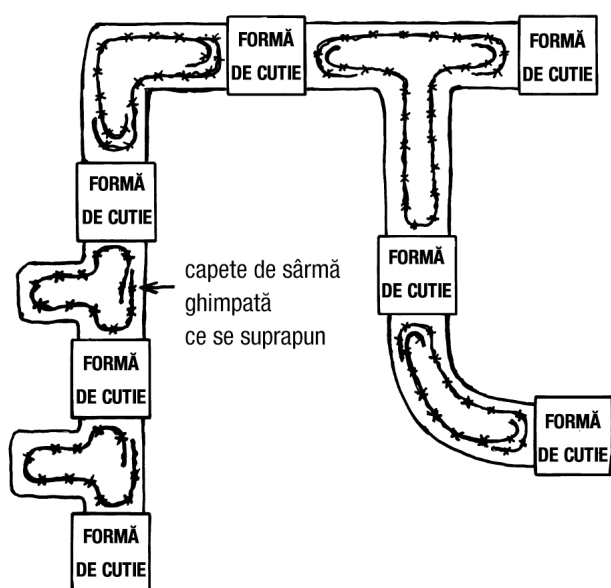


5.7: Forma supremă de contrafortuire este un cerc complet. MARLENE WULF

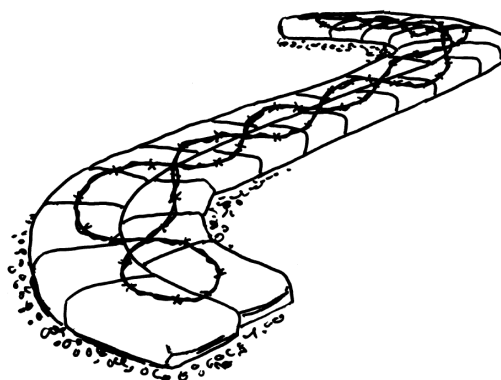


## Amplasarea corectă a sârmei ghimpată

Asigurați-vă că ați încorporat sârma ghimpată în toate contraforturile și înfășurați-o în jurul oricărui colț, întrerupând-o la formele pentru deschideri (mai degrabă decât la colțuri). Dacă ridicați pereții din saci cu pământ cu lățimea de doi saci, așezați sârma ghimpată într-un model repetat sub formă de opt, pentru a realiza legătura dintre sacii alăturați. Nu uitați să așezați decalat zonele de îmbinare dintre saci (Fig. 5.8 și 5.9).



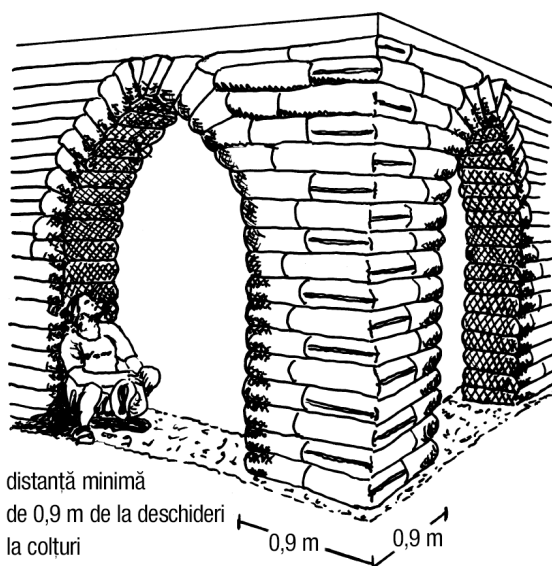
5.8: Pentru a menține o rezistență la întindere cât mai mare, așezați sârma ghimpată în jurul colțurilor și integrați-o în contraforturi și în pereții care se intersectează.



5.9: Un perete cu lățimea de doi saci va fi angrenat mai bine dacă sârma ghimpată este așezată într-un model sub formă de opt.

## Întreșeserea colțurilor

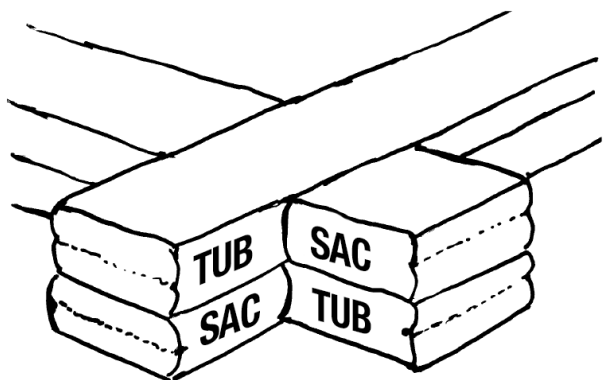
Atunci când construiți structuri rectilinii din saci cu pământ, alternați așezarea sacilor pe verticală sub formă de zidărie la colțuri cu întreșeserea lor acolo unde se întâlnesc pereții. Mențineți o distanță minimă de 0,9 m de la deschideri la colțuri (Fig. 5.10).



5.10: Alternați saci suprapuși sub formă de zidărie la colțuri pentru un plus de rezistență. Pentru a crește masa în zona amplasării celor două arce în stil egiptean, am construit întregul colț din saci cu lățimea de 50,8 cm și greutatea de 45 kg.

## Colțuri din tuburi

Răsuciți strâns colțurile cu tuburi, așa cum este descris în secțiunea „Sfaturi pentru Tuburi” din Capitolul 3. Și tuburile pot fi întrețesute sub formă de zidărie, așa cum ați proceda cu sacii, ori le puteți extinde pentru a crea colțuri exterioare susținute prin contraforturi (Fig. 5.11).



5.11: Alternați tuburile și sacii pentru a vă extinde dincolo de perete și a crea colțuri contrafortuite.

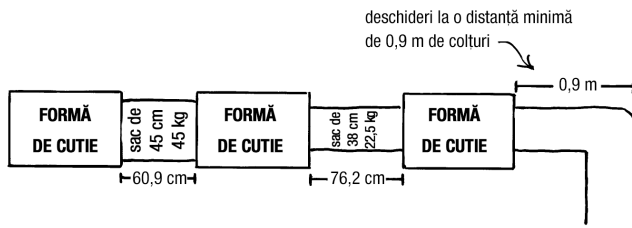
## Deschideri de ferestre și uși

Asigurați-vă că peretele dintre deschideri este suficient de solid. Codul din New Mexico referitor la pământul compresat în cofraj impune un minimum de aproximativ 0,3 metri pătrați de perete solid între deschideri. Întrucât pereții din pământ compresat în cofraj au, în mod normal, grosimea de 60 cm, este nevoie de numai 45 cm între deschideri pentru a respecta cerința minimă de 0,3 metri pătrați (0,5

m x 0,6 m = 0,3 mp). Deoarece sacii cu pământ sunt disponibili într-o varietate de lățimi, fie utilizați saci mai mari, fie creșteți distanța dintre deschideri pentru a obține porțiuni de perete de 0,3 mp. O altă opțiune este aceea de a integra contraforturi între deschideri. Acest lucru permite construirea mai apropiată a ferestrelor, respectând în același timp minimumul de 0,3 metri pătrați. Este, probabil, o idee bună să lăsați între deschideri un spațiu de cel puțin 45 cm – lățimea unui sac obișnuit de 45 kg. Priviți această figură pentru a vă face o idee și a înțelege mai bine la ce ne referim (Fig. 5.12).

Pentru pereții curbi, calculați distanța minimă dintre deschideri măsurând pe partea interioară a peretelui. Veți obține astfel tot 0,3 metri pătrați între deschideri. Rețineți, totuși, că acest calcul se aplică pereților circulari, verticali, nu și pereților bolțiți ai cupolelor (Fig. 5.13).

În general, deschiderile mici, cum ar fi ferestrele pătrate cu dimensiunile de 60 cm pe 60 cm, sunt suficient de compacte pentru a putea fi integrate într-un perete fără a pune în pericol structura (a se vedea Capitolul 8).



5.12: Două modalități de a construi un perete cu 0,3 mp între deschideri folosind saci de diferite mărimi.

De cele mai multe ori, deschiderile mari, de 1,2 m și mai largi, sunt cele care impun o masă mai solidă între ele. Ferestrele care au un perete amplu între ele nu permit un aport direct considerabil de căldură prin insolație. (Pentru modalități alternative de a capta căldura solară într-o structură din saci cu pământ, a se vedea Capitolul 17). Dacă este o prioritate pentru voi realizarea unui număr mare de ferestre, luați în calcul proiectarea unui sistem solid cu stâlpi și grinzi ori a unui schelet cu rame, integrate în peretele realizat din saci cu pământ (a se vedea secțiunea Stâlpi și grindă din acest capitol).

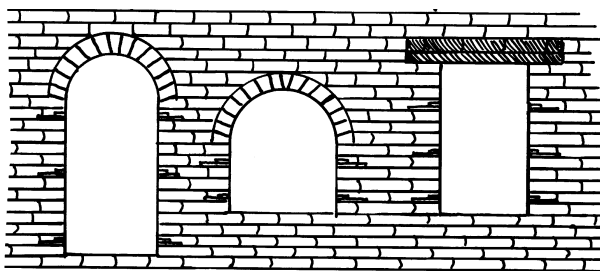
Atunci când avem dubii, noi alegem să construim mai degrabă în exces decât să riscăm să compromitem structura din cauza unor evenimente neprevăzute.

## Fixarea rândului

După ce am instalat sacii evantai, pentru a finaliza un arc, ne place să așezăm două rânduri, fie de saci, fie de tuburi, ca rânduri de fixare peste partea de sus a deschiderii, ca modalitate de unificare a întregii structuri, așa cum ați așezat o grindă de legătură ori placă superioară convențională. Cele două rânduri de fixare ajută, de asemenea, la distribuirea greutateii acoperișului în mod egal asupra ferestrelor și ușilor. Acest procedeu este deosebit de relevant atunci când intenționăm să construim o structură fără o grindă de legătură convențională, din beton turnat (Fig. 5.14). (Pentru mai multe informații privind grinzile de legătură, vă rugăm să consultați Capitolul 9. Pentru pereții neanexați, un singur rând de fixare s-a dovedit a fi de ajuns).



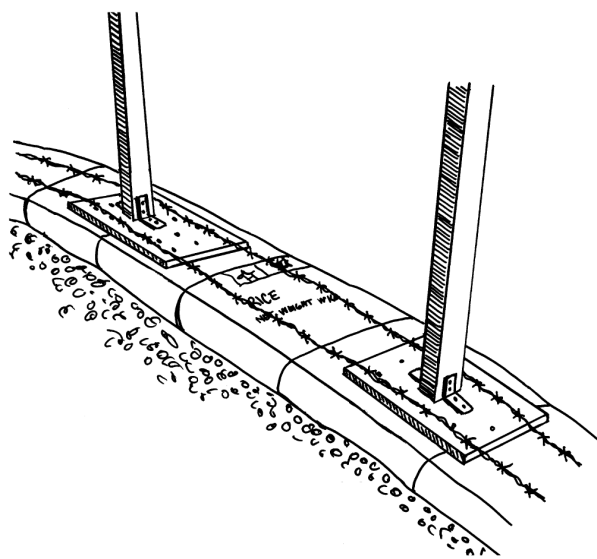
5.13: Pentru un perete curb, calculați 0,3 mp între deschideri măsurând pe partea interioară a peretelui.



5.14: Două rânduri continue de fixare, realizate din saci sau din tuburi, peste deschiderile finalizate de fereastră ori de ușă.

## Proiectarea stâlpilor și grinzilor

Una dintre cele mai comune strategii de obținere a unei autorizații de construire în zonele în care arhitectura din pământ este neobișnuită sau în care persoanele oficiale au prejudecăți în ceea ce o privește (de obicei din cauza ignoranței mediului), este aceea de a integra un cadru cu stâlpi și grinzi ca structură portantă, delegând sacilor sarcina umplerii sale. Aceasta vine, desigur, să contrazică eforturile îndreptate în sensul minimizării utilizării lemnului de construcție și a materialelor energointensive, cum sunt cimentul și oțelul. Cel puțin, strategia v-ar putea ajuta să vă construiți casa, introducând în același timp o metodă de construcție alternativă cum este cea din saci cu pământ.



5.15: Stâlpi fixați de flanșe de prindere peste primul rând de saci.



5.16: Cel de-al doilea rând de saci blochează flanșele și înconjoară stâlpii.

O modalitate de limitare a utilizării lemnului de construcție este folosirea stâlpilor de mici dimensiuni, cum sunt cei de 10 cm pe 10 cm, fixați la cea mai mare distanță posibilă, de aproximativ 2,4 m. Iată un exemplu de sistem prin care un stâlp se instalează direct pe un zid de sprijin din saci cu pământ, din motive cum ar fi construcția unui perete de sticlă

sau umplerea cu baloturi de paie (Fig. 5.15 și 5.16). Cele mai multe structuri pe bază de stâlpi și grinzi necesită ștampila unui inginer și, în mod firesc, acesta va dori să consolideze placa superioară (grinda de legătură) pentru a-și asigura spatele. Construcția cu saci înghite ușor stâlpii prin faptul că îi înconjoară. Stâlpii, fixați la 2,4 m distanță unul de altul, lasă un spațiu suficient pentru construirea deschiderilor pentru ferestre și uși în jurul formelor, sau puteți adăuga mai mulți stâlpi pentru a-i folosi ca forme încorporate pentru ferestre și uși.

Un avantaj al utilizării stâlpilor ca structură de rezistență este acela că susținerea lor pe piloni de beton (în loc de o fundație continuă din beton) vă permite să realizați construcția din saci pe o fundație șanț cu piatră spartă stabilizat, sau zid de sprijin din piatră. Dacă proiectul vostru nu face obiectul validării prin reglementări cuprinse în codul de construcție, considerați-vă mai norocos decât dacă ați fi câștigat la loterie. Toți acei stâlpi nesuferiți pot întrerupe în mod serios continuitatea sistemului de pereți prin spargerea colțurilor cu piloni etc. Aceștia cresc și costul pe metru pătrat și încetinesc procesul de construcție.

Poate că una dintre cele mai simple și mai puternice configurații de stâlpi și grinzi este aceea a unui cerc format din stâlpi de 10 cm pe 10 cm, fixați pe piloni la intervale de 2,4 m. Umpleți spațiul dintre stâlpi cu saci de pământ așezați pe o fundație șanț cu moloz. Folosiți forme pentru construirea deschiderilor arcuite. Atunci când ați ajuns cu stratul de saci la nivelul înălțimii stâlpilor, construiți o grindă de lemn fațetată ori o placă superioară, sau turnați o grindă de legătură din beton. Realizați acoperișul structurii după gust. Această metodă vă va fi cel puțin de ajutor în reducerea utilizării lemnului, a cimentului și oțelului, respectând în același timp cele mai multe cerințe impuse de codul de construcție. Totul depinde de cât de mult sunteți dispuși să faceți compromisuri, în funcție de punctul vostru de vedere. Iată câteva exemple de situații la care ne referim când vorbim de compromisuri.

Alison Kennedy a vrut să își construiască o casă din saci cu pământ aici, în Moab, Utah. Deși codurile de construcție din Utah permiteau la acea vreme realizarea zidurilor din chirpici ca structuri portante, chirpicul trebuia stabilizat. Decât să opteze pentru un volum de muncă suplimentar necesar amestecării cimentului în întreaga cantitate de pământ, precum și

desființării caracterului natural al solului viu, Alison a ales să instaleze stâlpi și grinzi sub formă de blocuri prefabricate din beton (Fig. 5.17).



5.17: Casa din saci cu pământ a lui Alison Kennedy, aprobată de codul de construcție, cu stâlpi și grinzi din blocuri de beton.

Pentru anexa lui Sarah Martin la partea posterioară a Punctului Comercial Comb Ridge din Bluff, Utah, s-a folosit o fundație existentă, fixată cu ajutorul stâlpilor, care fusese instalată de către proprietarul anterior. Sarah, împreună cu un grup de prieteni, au umplut fundația cu saci în două reuniuni de week-end, bucurându-se în acest răstimp de mâncare, băuturi, râsete și veselie din plin. Ei au instalat sârma ghimpată într-un model sub formă de opt, șerpuind-o printre interiorul și exteriorul fiecărui stâlp, de-a lungul întregului sistem de pereți (Fig. 5.18).



5.18: Întrucât stâlpii erau destul de înguști, sacii i-au înghițit pe măsură ce au fost așezați în jurul lor.

Rețineți faptul că multe dintre aceste considerente de proiectare vin ca răspuns direct la limitările impuse de codurile de construcție existente. Nu considerați aceste restricții piedici în calea dorințelor voastre de a construi folosind materiale care să nu consume multe resurse. Mai degrabă considerați-le oportunități de rezolvare a problemelor într-un mod creativ. Dacă optați să lucrați în cadrul acestui sistem, va trebui, probabil, să faceți compromisuri, dar și departamentul de construcții va face concesii. Și le veți oferi oportunitatea de a învăța noi tehnici și, eventual, de a fi receptivi la ceea ce acționează în afara status quo-ului. Potențialul creativ este contagios.



## CAPITOLUL 6

### Tehnica pământului compresat în forme flexibile, pas cu pas, sau cum să transformați un sac cu noroi într-un sistem precis de construire a pereților

Acest capitol este conceput într-un format care descrie utilizarea sacilor cu pământ ca un atelier de lucru, demonstrând Tehnica Pământului Compresat în Forme Flexibile și consimțit de principiul DPST (distractiv, prompt, simplu, temeinic). Tehnica Pământului Compresat în Forme Flexibile este ușor de învățat și de aplicat. Aceasta este o metodă de construire sintetică, care nu consumă multe resurse, durabilă, minunată și larg accesibilă.

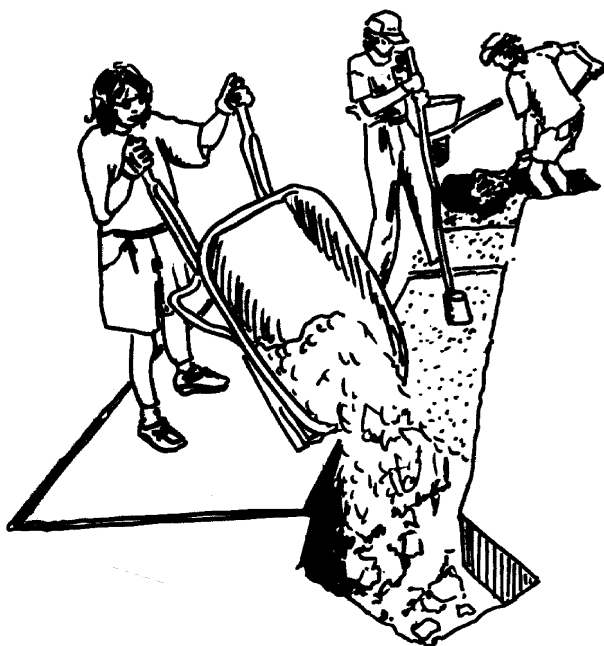
Ceea ce vă vom prezenta în cele ce urmează este un ghid pas cu pas, care vă va conduce prin toate etapele ridicării unui perete din saci cu pământ. Aceeași metodă de lucru poate fi aplicată unui perete de grădină, de izolare, sau unui zid de sprijin, precum și pereților cu structură rectilinie sau curbă,

dar nu și pereților cu boltă. (Structura având curbura dublă (cupola) este discutată pe larg în Capitolele 11 și 12). Învățarea tehnicilor prezentate în acest capitol vă va ajuta la o mai bună înțelegere a metodei de construire a unei cupole, atunci când va sosi clipa. Acest capitol este locul potrivit pentru a începe această călătorie.

### Fundații

O fundație simplă poate fi realizată printr-un șanț cu cel puțin 15,2 cm mai lat decât un sac de lucru. Această lățime permite o distanță de cel puțin 7,5 cm de fiecare parte a peretelui din saci cu pământ, pentru aplicarea tencuiei și descurajarea creșterii plantelor.

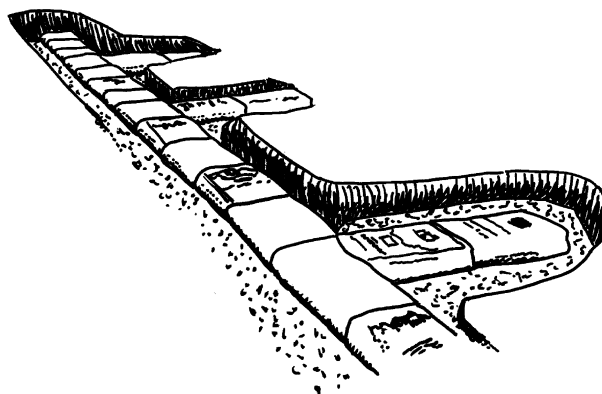
Adâncimea șanțului depinde de nivelul de îngheț și de condițiile de sol din zona voastră. Săpați șanțul și apoi umpleți-l cu piatră concasată. Așezați materialul mai grosier la fund. Umeziți-l și bătătoriți-l pe măsură ce îl umpleți. Nivelati materialul din șanț (Fig. 6.1).



6.1: Fundație din pietriș bătătorit.

Fundațiile construite pe pante pot fi și ele nivelate, o parte a lucrării din saci fiind îngropată, apoi ridicându-se treptat din șanțul cu pietriș. Dispunerea dreaptă a unui perete neanexat cu înălțimea de 0,9 m sau mai mult impune contrafortuire la fiecare 3,6 m, centrată pentru stabilitate laterală. Pereții curbi nu necesită contrafortuire,

de vreme ce curbura zidului furnizează un amplu suport lateral. Asigurați-vă că includeți orice proiect de contrafortuire în planurile fundației (Fig. 6.2).



6.2: Secțiune la nivelul terasamentului fundației din pietriș.

În funcție de tipul de sistem de fundație pe care l-ați ales, începeți realizarea lucrării din saci fie direct în șanțul cu pietriș, fie peste un soclu.

## PRIMUL RÂND

### Stativul pentru sac

Începeți de la un capăt al fundației/soclului. Așezați un sac în stativ, astfel încât fundul acestuia să atingă ușor fundația. Aruncați înăuntru două cutii de umplutură umezită în prealabil (Fig. 6.3).





6.3

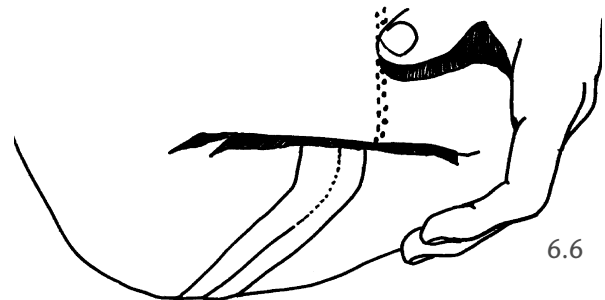


6.5

În urma plierii colțurilor veți obține o margine clară, solidă, care elimină părțile moi, păstrând suprafața peretelui fermă și netedă pentru tencuiei (Fig. 6.6).

## Ascunderea colțurilor

Aplecați-vă și împingeți colțul sacului de afară înăuntru, pe măsură ce îl fixați în loc cu pământul din sac (Fig. 6.4 și 6.5).



6.6



6.4

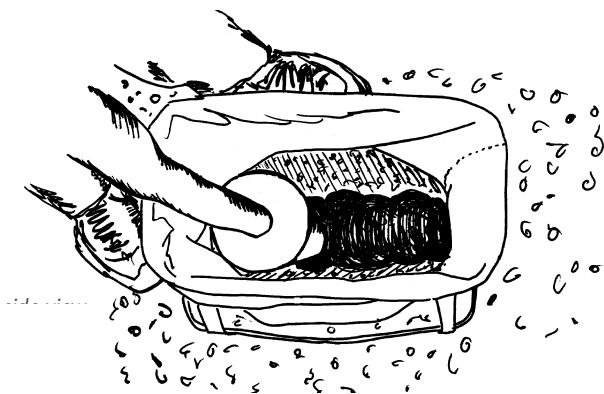
## Bătucirea

Primul sac din orice perete frontal expus, colțuri sau contrafort trebuie bătucit. Rezultatul acestei proceduri de bătătorire prealabilă a fundului respectivului sac se va vedea în blocurile de capăt solide ale pereților, care rezistă acțiunii de tasare la compresarea ulterioară de deasupra (Fig. 6.7).



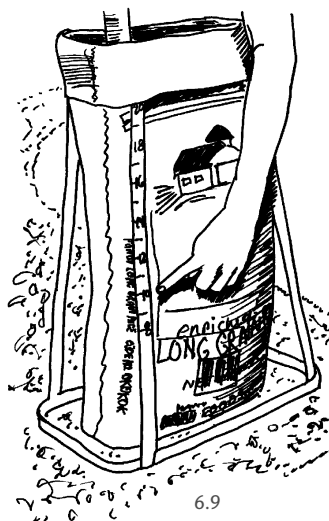
6.7: Compactare cu ajutorul unui sfert de mai.

Bătătoriți pământul direct pe mijlocul sacului, folosind un sfert de mai. Nu este nevoie să bătătoriți pământul pe întreaga lățime a sacului. Ajunge să faceți aceasta numai pe mijloc (Fig. 6.8).



6.8: Vedere din interior.

Adăugați două cutii de pământ deodată și alternați etapele de bătătorire cu cele de umplere până când veți fi bătătorit solul până la o înălțime de 25-30 cm (Fig. 6.9).



Renunțați la mai și continuați umplerea sacului până ce au mai rămas 15 cm de la vârful acestuia.

Îndepărtați stativul pentru sac (Fig. 6.10).

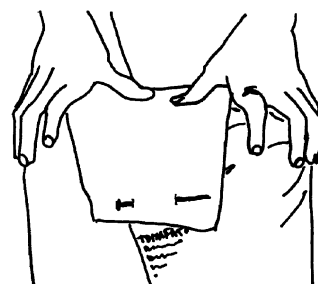


**NOTĂ PRIVIND SACII CU CLINI**

*Deși nu este necesar să ascundeți colțurile unui sac cu clini, nouă tot ne place să umplem manual colțurile cu ajutorul pumnilor, după turnarea primelor câteva cutii de pământ, pentru a ne asigura ca acestea sunt pline. Pentru fixarea oricărui capăt, colț, ori sac pentru contrafortuire expus, întoarceți sacul pe dos pentru a obține o suprafață curată, fără cusături, în formă pătrată. Toate celelalte proceduri sunt identice pentru sacul cu clini ca pentru orice alt tip de sac.*



6.11



6.12

Apăsând cu mâinile, compactați pământul în partea superioară a sacului. Apoi îndoiți capătul sacului strâns, ca pe un plic (Fig. 6.11) și fixați-l cu un cui (Fig. 6.12).

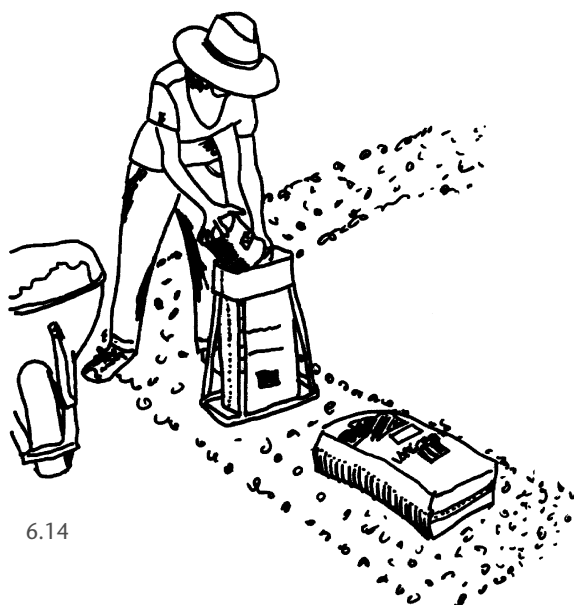
Așezați sacul în fundație la 5 cm de locul în care doriți să finalizați peretele, întrucât sacul se va întinde când îl veți bătători mai târziu de deasupra (Fig. 6.13).



6.13

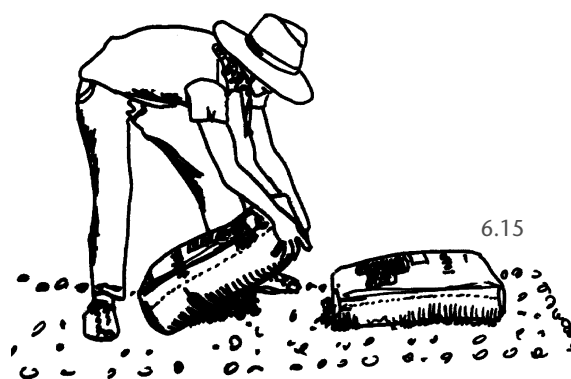
## Cel de-al doilea sac

Începeți așezarea celui de-al doilea sac la un sac distanță de poziția celui dintâi. Aruncați înăuntru două cutii de pământ și pliați colțurile. Folosindu-vă de pumni, împingeți pământul din următoarele câteva cutii turnate în colțuri. Continuați să umpleți sacul până ce au mai rămas 15 cm de la partea de sus a acestuia (Fig. 6.14).



6.14

Îndepărtați suportul pentru saci și tasați ferm pământul. Îndoțiți capătul și coborâți-l, îngrămădindu-l în capătul superior al primul sac. Astfel va rămâne închis fără fixarea cu ajutorul cuiului. Așezați sacul strâns lipit de fundul primului sac! (Fig. 6.15).



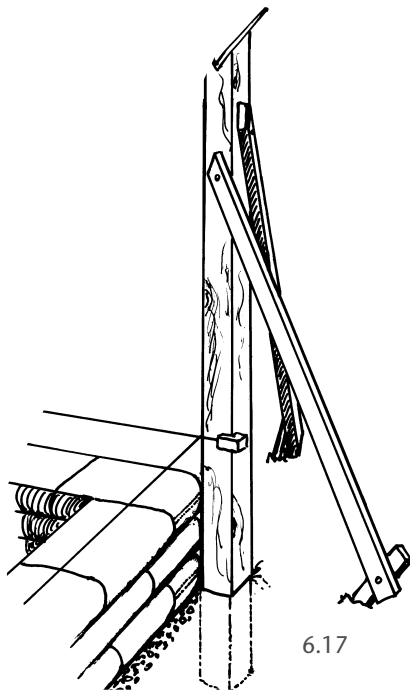
6.15

De acum azvârliți pământul în saci și continuați lucrul! Doar umpleți, ascundeți colțurile, îndoțiți și azvârliți. Folosiți o sfoară întinsă pentru a ghida drept dispunerile, sau trageți linii pe fundație pentru marcarea pereților curbi (Fig. 6.16).



6.16

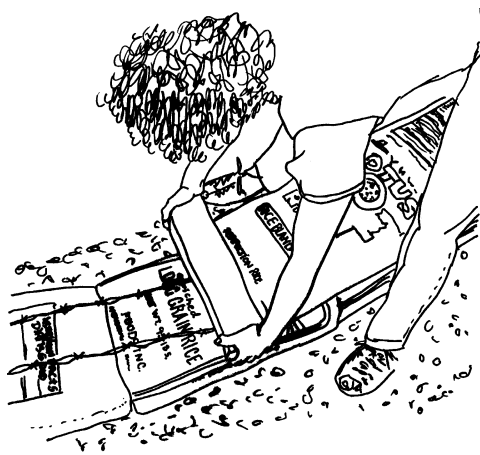
Folosiți dreptare pentru a realiza colțuri pătrate și a contribui la menținerea nivelării suprafeței sacilor, pe măsură ce înălțimea zidului crește (Fig. 6.17).



6.17

## Pentru curbe moderate

Folosiți o cărămidă lată sau o bucată de lemn cu secțiunea de 5x10 cm pentru a poziționa, printr-o lovitură puternică, ultimul sac în locul dorit (Fig. 6.18).



6.18

## Pentru curbe ascuțite

Pentru a contura sacii destinați pereților curbați brusc, înclinați pământul din partea de sus a sacului sub un unghi. Apăsați ferm cu palmele, apoi îndoiți sacul și așezați-l jos. Uneori, prinderea cu un cui contribuie la ușoara prelungire a sacului (Fig. 6.19).



6.19: Sac conturat.

## Fixarea colțurilor ascunse

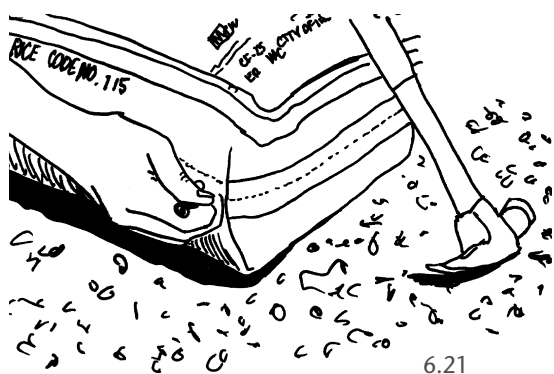
După ce ați așternut un rând întreg, este timpul să îl bătătoriți. Dar așteptați! Mai întâi fixați colțurile ascunse ale oricăror saci compactați expuși. Înfigeți un cui în partea laterală a marginii inferioare a sacului, până

când acesta iese afară de-a lungul cusăturii inferioare a sacului (Fig. 6.20).



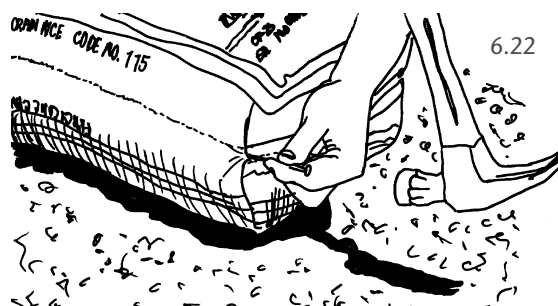
6.20

Prindeți o bucată din cusătura sacului și răsuciți ușor cuiul în jurul său, până când vârful va fi orientat în direcția opusă. Acest tip de prindere vi se va părea tensionată și poate solicita țesătura. Ajustați tensiunea pentru a evita ruperea sacului (Fig. 6.21).



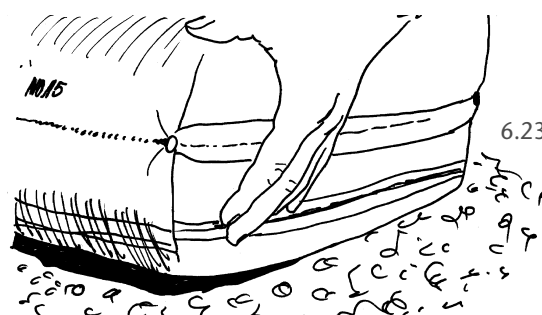
6.21

Bateți cuiul în această direcție opusă. Materialul poate opune rezistență, astfel că veți avea nevoie de un ciocan pentru a-l înfige (Fig. 6.22). Executați pasul în ambele colțuri inferioare. Asta este tot!



6.22

Fixarea colțurilor ascunse ale sacilor compactați expuși asigură extremități bine compactate, asemenea cărămizilor, care rămân în loc (Fig. 6.23).



6.23

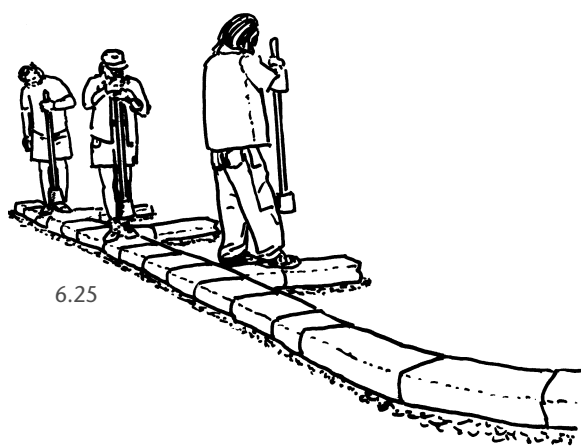
## Bătătorirea

Bine, bine, bine, acum putem trece la bătătorire! Folosind un mai întreg, începeți cu bătătorirea pe centrul întregului rând. Această procedură forțează capetele sacilor să se îmbine, pentru a preveni deplasarea (Fig. 6.24).



6.24

După ce ați bătătorit pe centru întregul rând, tasați-l de la mijlocul sacilor către exterior. Continuați să bătătoriți întregul rând, până ce sacii compactați încep să „sune”. Sunetul va trece de la o bufnitură la un pleznet. Grosimea medie finală a unui sac de 22,6 kg este de 12,5 cm (Fig. 6.25).

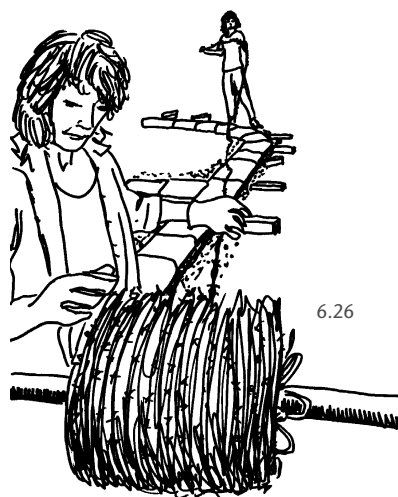


6.25

Verificați suprafața rândului pentru a asigura nivelarea sa. Tasați ridicăturile. Nouă ne place să păstrăm o diferență de nivel de maximum 1,25 cm. Acest lucru este destul de ușor de realizat atunci când porniți de la o fundație netedă.

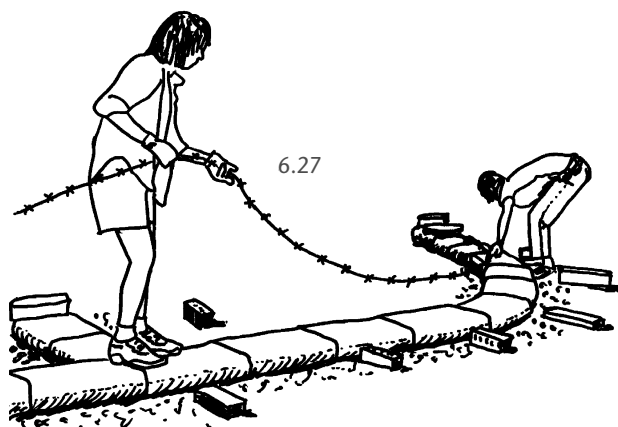
## Sârmă ghimpată cu patru ghimpi

Aceasta este adesea denumită mortar scai, mortar pentru prindere și fixare, sau „acea #&@^&~%! de sârmă care înțeapă!” Înfășurați sârma ghimpată pe o bobină și așezați-o, în mod convenabil, la unul dintre capetele peretelui (Fig. 6.26).



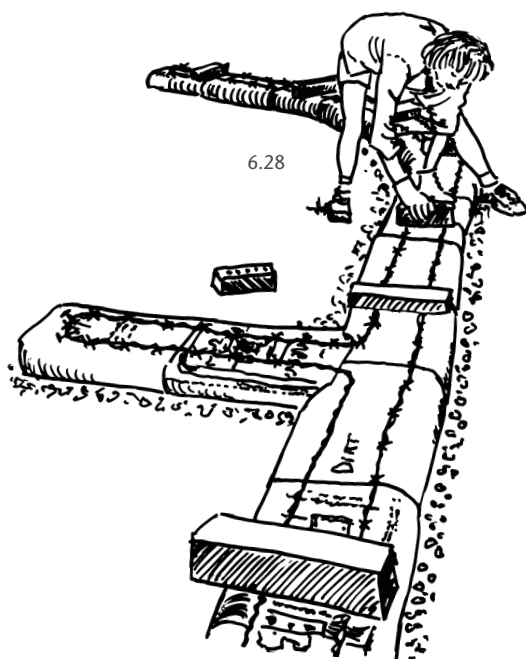
6.26

Rând pe rând, așterneți două șiruri paralele de sârmă ghimpată, pe întreaga lungime a peretelui (Fig. 6.27).

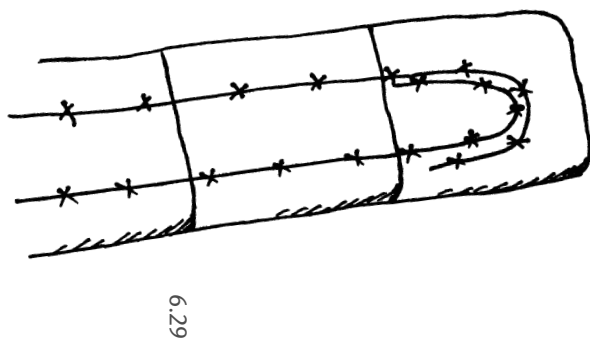


6.27

Pregătiți-vă câteva cărămizi sau pietre lungi la îndemână, pentru a fixa sârma pe măsură ce o așterneți, ori legați-o de greutatea de cărămidă suspendate (așa cum este descris în Capitolul 3). Încorporați orice contraforturi cu sârma ghimpată (Fig. 6.28).

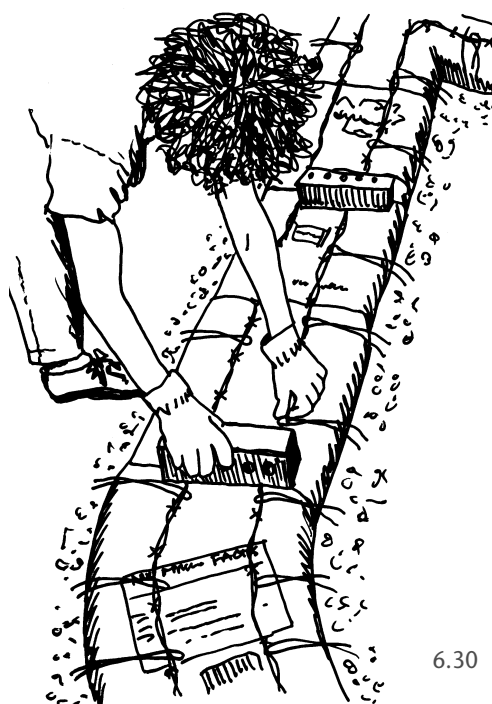


Tăiați capetele de sârmă suficient de lungi pentru a se suprapune (Fig. 6.29).



## Sârmă pentru legat

Dacă intenționați să prindeți pe pereții finalizați o plasă rabiț sau o plasă pentru tencuială, pentru fixarea tencuielii, adăugați sârmă pentru legat în această etapă. Treceți o lungime de sârmă pentru legat împrejurul șuviței de sârmă ghimpată pentru a o fixa în loc. Asigurați-vă că aceasta este suficient de lungă pentru a trece cu câțiva centimetri dincolo de marginile laterale ale sacilor. Treceți bucățile de sârmă pentru legat de fiecare parte, la aproximativ 40-45 cm una de cealaltă. O tencuială de lut bună, argiloasă, naturală se va lipi, de obicei, direct de saci, fără ajutorul plasei rabiț (Fig. 6.30).

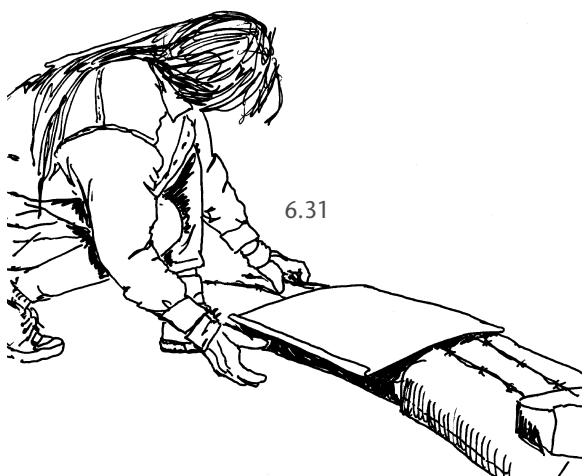




## AL DOILEA RÂND

### Săanii

După ce ați așezat sârma ghimpată, fixați o sanie sub suportul pentru sac (Fig. 6.31).



6.31

Ascundeți colțurile și compactați primul sac din orice perete frontal sau colț expus (Fig. 6.32). Sania vă ajută la manevrarea cu ușurință a sacului deasupra sârmei (Fig. 6.33).



6.32



6.33

### Crearea întrețeserii rândurilor

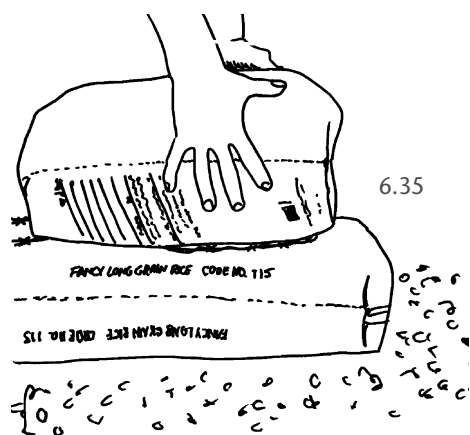
Umpleți și împăturiți primul sac mai scurt decât pe cel de dedesubt, pentru a crea o acoperire sau întrețesere. Aceasta va stabili modelul dispunerii în zigzag pe verticală a cusăturilor pentru întregul rând (Fig. 6.34).



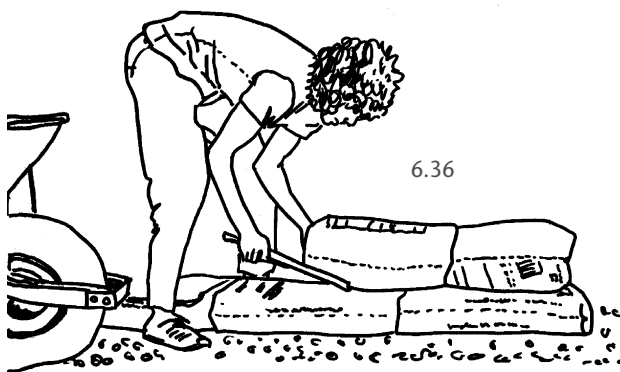
6.34

Poziționați capătul inferior al primului sac cu aproximativ 5 cm mai în interior față de cel al sacului de dedesubt. Atunci când îl veți bătători mai târziu de deasupra, acest sac

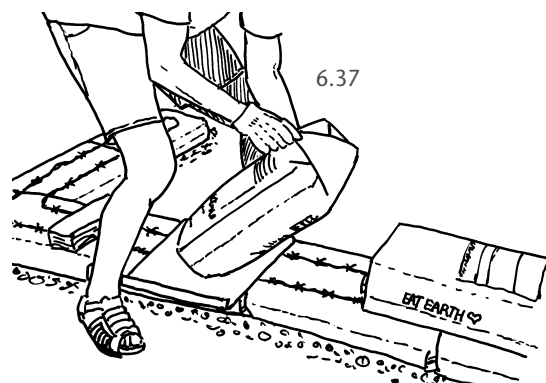
se va îmbina perfect cu cel de dedesubt, în funcție de tipul umpluturii și de cât de bine este tasat. Adaptați în funcție de condițiile voastre specifice (Fig. 6.35).



Îndepărtați sania. Reluați aceeași procedură ca la primul rând, așezând sania sub fiecare sac pe care îl umpleți (Fig. 6.36).

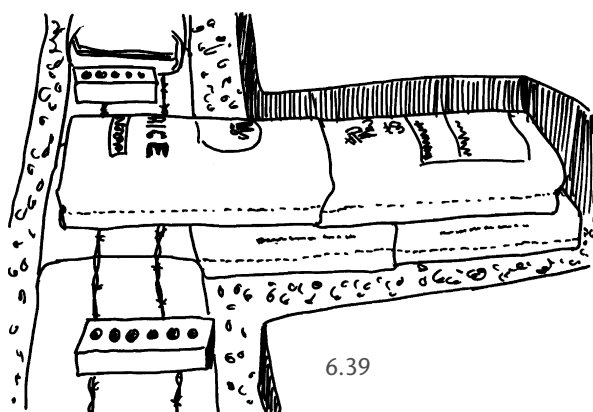


Fixați întotdeauna fiecare sac lipit strâns de sacul anterior pentru a realiza o cusătură strânsă pe verticală (Fig. 6.37 și 6.38).



## Integrați sacii la intersecțiile dintre pereți sau contraforți

(Fig. 6.39)



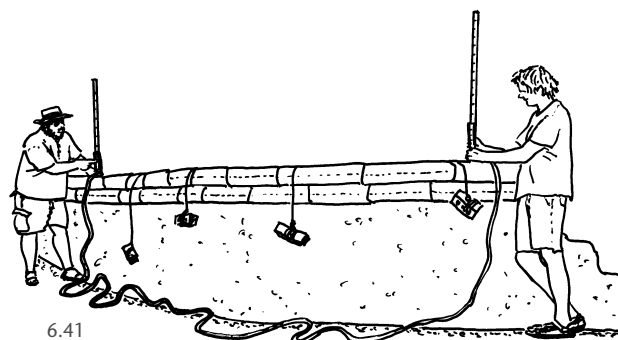
Rețineți că ambele margini exterioare ale acestor saci delimitativi expuși au fost

bătucite, li s-au ascuns colțurile și au fost dispuse cu 5 cm mai în interior față de fațada peretelui finalizat.

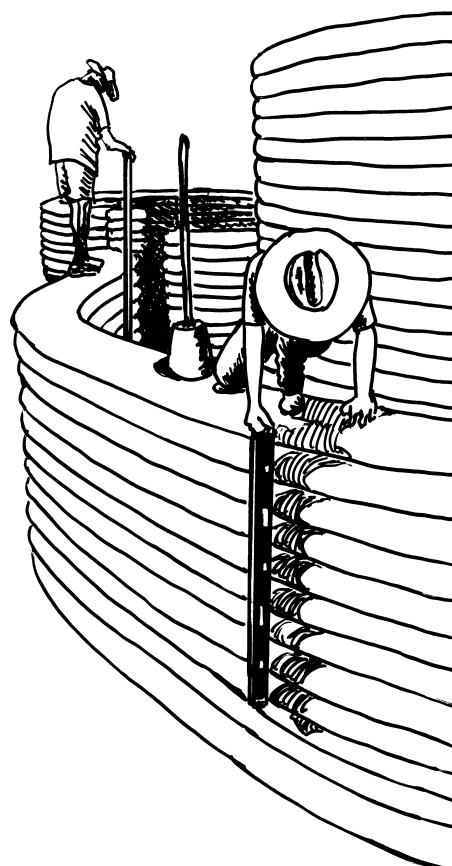
Atunci când le veți bătați mai târziu de deasupra, aceste margini se vor întinde îmbinându-se perfect cu rândul de dedesubt (Fig. 6.40).



După bătașoria celui de-al doilea rând (precum și a fiecărui rând care urmează), verificați din nou ca suprafața să fie nivelată, observând orice ridicături și adâncituri. Pe termen lung, vă poate fi mai ușor să verificați nivelul cu ajutorul unui furtun de nivel cu apă. (Pentru indicații privind modul de concepere și de utilizare a unui furtun de nivel cu apă, a se vedea Anexa A) (Fig. 6.41).



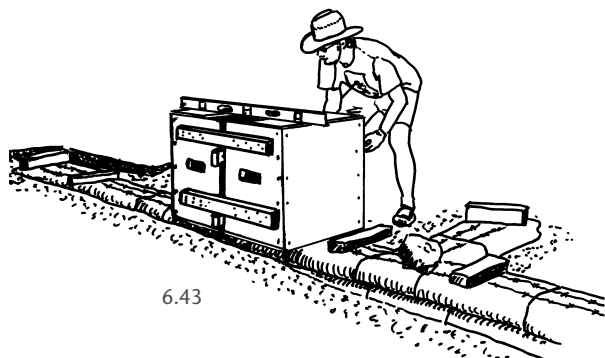
Acum este și momentul să începeți verificarea verticalității peretelui. Pentru a menține în poziție un perete care nu se apleacă nici înăuntru și nici în afară (nici în ambele părți!), verificați suprafața verticală cu o nivelă după instalarea fiecărui rând în parte (Fig. 6.42).



6.42: Verificarea verticalității.

## Forme pentru uși și ferestre

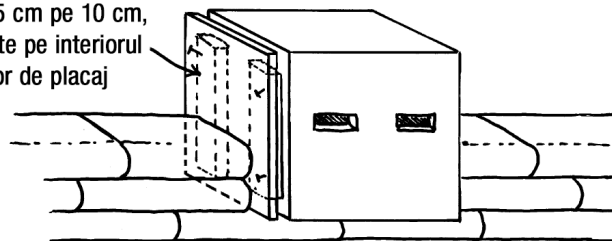
(Fig. 6.43)



6.43

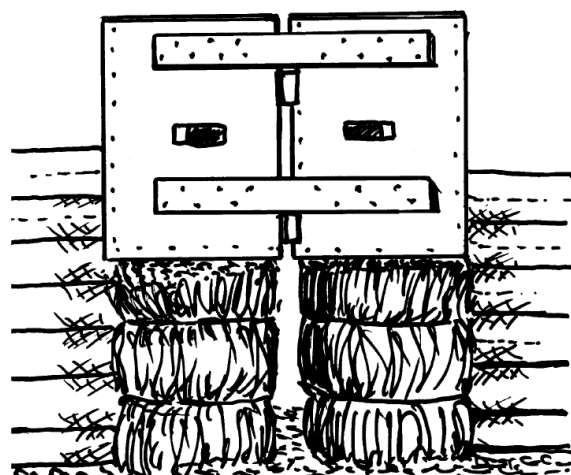
Pentru a realiza un cadru al ușii, așezați o cutie ori formă de bloc solidă la înălțimea și în locul dorite. Nivelati, potriviți și fixați-o în poziție verticală. Construiți formele pentru uși și ferestre cu câțiva centimetri mai late decât lățimea după bătătorire a peretelui din saci. Această măsură va preveni îndoirea sacilor pe marginile formelor, care ar împiedica îndepărtarea ulterioară a celor din urmă. O formă cu care puteți lucra ușor (și pe care o puteți îndepărta cu ușurință mai târziu) este forma de cutie modulară sau forma de cutie cu pană laterală (Fig. 6.44). (A se vedea Capitolul 2 pentru detalii privind multitudinea de forme pentru ferestre și uși).

plăcuțe de blocare  
de 5 cm pe 10 cm,  
fixate pe interiorul  
foilor de placaj



6.44: Doni sugerează îndepărtarea șuruburilor (sau a cuielor) din placaj după așezarea câtorva rânduri de saci. Compresiunea singură este de ajuns pentru a susține pana laterală în loc.

Decât să suprapuneți mai multe cutii pentru a crea înălțimea unei uși, luați în considerare opțiunea de a folosi baloturi de paie pentru a ridica un singur set de forme de cutii modulare, după compactarea temeinică a pereților (Fig. 6.45).

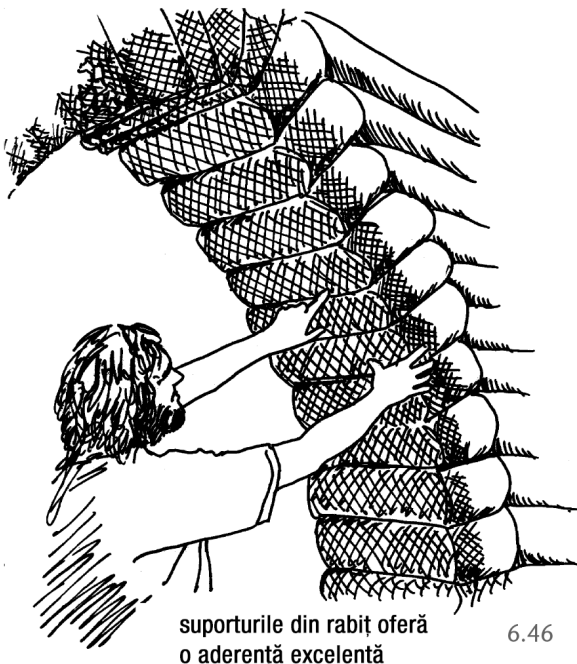


folosiți baloturi de paie pentru a ridica formele de cutii după compactarea pereților

6.45: Notă: Această tehnică este folosită numai în cazul pereților verticali – nu și în cel al cupolelor. Pereții cu o curbare dublă impun o forță de comprimare constantă, până la finalizarea cupolei (a se vedea „Dinamica unei cupole” și „Cum am construit Honey House.”)

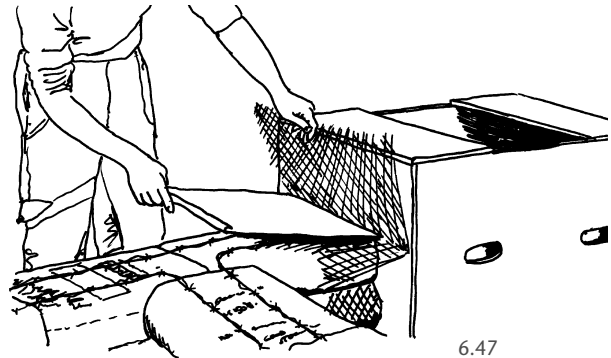
## Suporturi din rabiț

Va fi utilă îmbrăcarea fundului sacilor care vin în contact cu formele pentru uși și ferestre cu rabiț. Astfel, veți obține un corp etanș, cu priză pentru aderarea stucului sau a tencuielii de lut. Extinzând lățimea plasei dincolo de marginea sacilor bătuți, obțineți o prindere optimă a muchiilor și a modelelor sculptate în relief din lut (Fig. 6.46).



Decupați rabițul astfel încât acesta să fie cu aproximativ 15 cm mai lat decât sacul băătorit și cu lungimea de aproximativ 45 cm. Îndoțiți un capăt al foii de rabiț la aproximativ o treime din întreaga lungime. Așezați partea mai scurtă deasupra sârmei ghimpate și sania peste ea,

apoi suportul pentru sac deasupra saniei. Acum sunteți gata să umpleți sacul (Fig. 6.47).

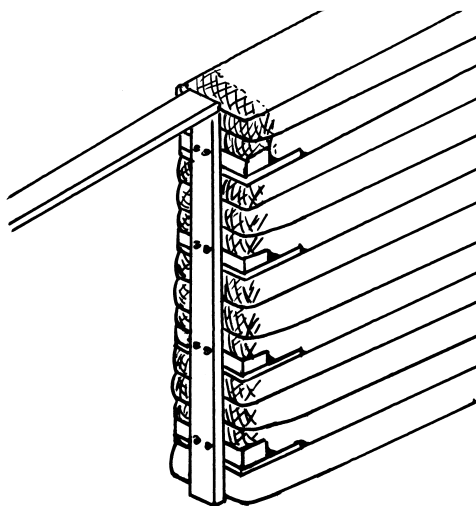


Compactarea sacilor situați la marginea formelor pentru uși și ferestre le conferă o rezistență suplimentară. Nu uitați să le ascundeți colțurile pliate, cu toate că nu este, de obicei, necesară și fixarea pliurilor (Fig. 6.48).



## Șipci de fixare

Instalând o serie de șipci de fixare în timpul clădirii pereților, veți dispune de un suport solid de lemn pentru fixarea șuruburilor pentru tocurile ușilor, a anumitor tipuri de ferestre, a tâmplăriei și a pereților, precum și pentru intersectarea cu pereții din cadre de lemn (Fig. 6.49).



6.49: Toc de ușă fixat cu șipci de fixare.

Adăugați șipci de fixare la fiecare trei sau patru rânduri, sau după cum e nevoie. Patru șipci de fixare repartizate uniform pe fiecare parte a ușii sunt suficiente pentru fixarea celor mai multe tipuri de tocuri de uși.

Împingeți plăcuțele de lemn de 5 cm pe 10 cm ale structurii ancoră de încastrare către formă. Prindeți foaia de placaj care face parte din structura ancoră de sacul tasat de dedesubt, bătând în ea cuie lungi de 7,5 cm. Asigurați-vă

că ați ajustat în prealabil șipcile de fixare pentru a se potrivi cu forma peretelui curbat (Fig. 6.50).



Puteți întinde acum sârma ghimpată peste șipca de fixare, continuând ca și până în acest moment cu lucrul la așternerea sacilor. Atunci când așezați un sac, lipit de forme, direct pe o șipcă de fixare, de obicei nu este nevoie să îl bătuciți, pentru că șipca de ancorare va ocupa un spațiu destul de mare.

## Munca în echipă

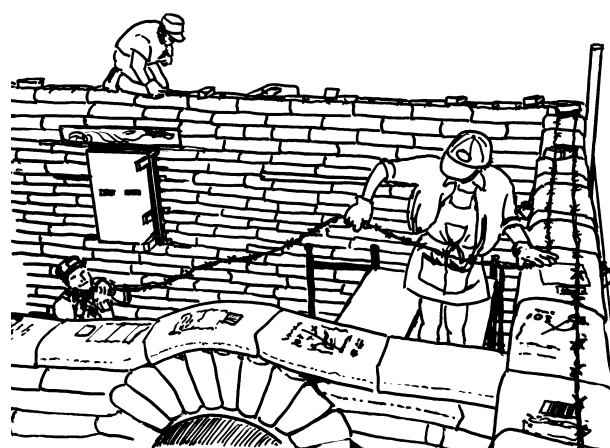
Parcurgeți toate etapele descrise anterior. Pe măsură ce pereții cresc în înălțime, puteți dispune de ajutorul prietenilor care doresc

să contribuie (sau de ajutor plătit), pentru a accelera progresul construcției prin împărțirea volumului de muncă. Ca să nu vă întrerupeți de prea multe ori, încărcăți mai multe roabe laolaltă, în spațiul de lucru, sau rugați o a treia persoană să le reumple (Fig. 6.51).



6.51

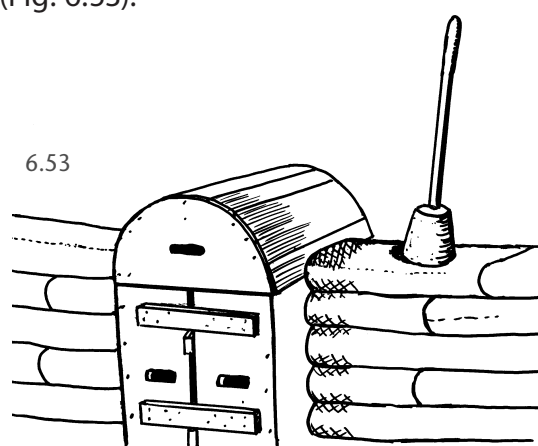
Asigurați-vă că sunteți ajutat de un număr suficient de persoane atunci când așterneți sârma ghimpată la înălțime. Cineva care să ghideze bobina de sârmă la sol va evita ca aceasta să se înfășoare în jurul persoanei urcate pe perete. Dați întotdeauna dovadă de prudență atunci când lucrați cu sârmă ghimpată și fiți cu ochii în patru de două ori mai mult atunci când sunteți urcat pe perete (Fig. 6.52).



6.52

## Forme arcuite

Ne aflăm acum destul de sus pentru a instala formele arcuite! Așezați forma arcuită direct deasupra formei de cutie, fără pene. Continuați cu așezarea următorului rând de saci pentru fixarea formelor arcuite în loc. Îndesați sacii ușor, până la jumătate, cu forță echilibrată de ambele părți ale formei arcuite (Fig. 6.53).



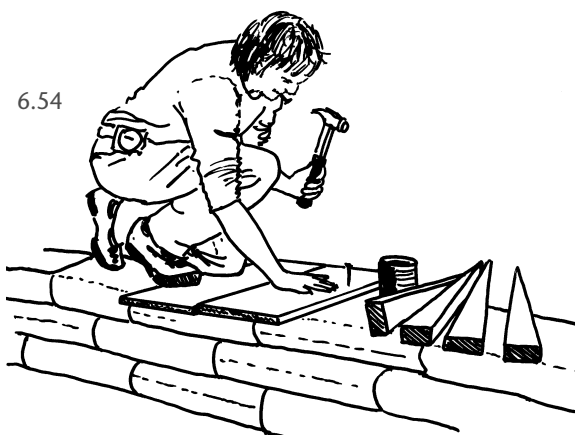
6.53

După ce ați asigurat forma arcuită, introduceți penele sub partea frontală și dorsală și ciocăniți-le până când formele devin nivelate

și drepte. Bateți penele suficient de adânc pentru a crea un spațiu lat de 2,5 cm între cutie și formele arcuite, care va crea loc pentru ca acestea să poată fi îndepărtate ulterior.

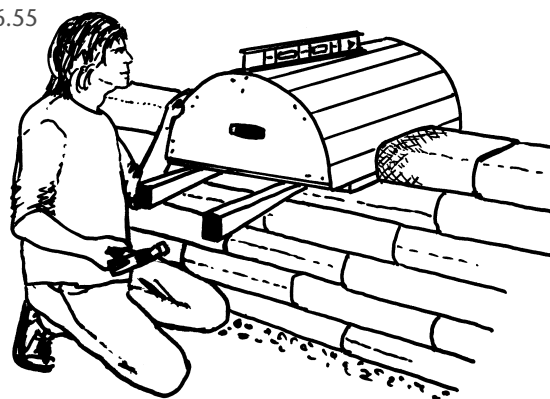
Când folosiți numai o arcuire, fără forma de cutie rectangulară, fixați forma arcuită pe o placă cu grosimea de 2,5 cm sau pe o bucată de placaj de aceeași lățime ca forma arcuită și aceeași adâncime ca cea a peretelui din saci. Bateți câteva cuie în placă pentru a o prinde de perete, fixând-o în loc (Fig. 6.54).

6.54



Introduceți penele între placă și forma arcuită. Placa va împiedica penele să se afunde în saci. Acum puteți finaliza structura prin bătătorirea sacilor de pe ambele părți ale formei, în rând cu restul peretelui. Acest procedeu va asigura poziția arcadei (Fig. 6.55).

6.55



## Saci evantai

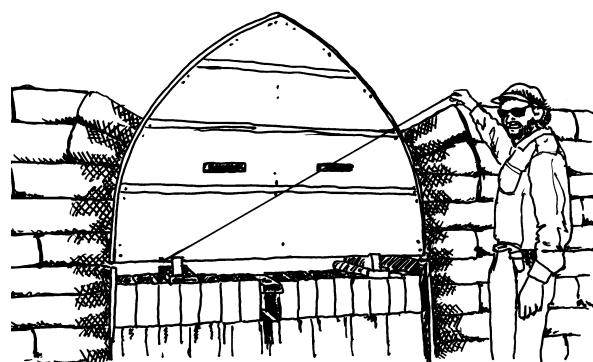
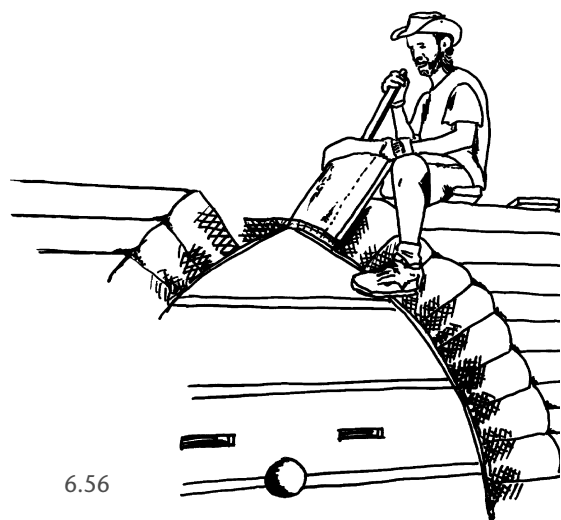
Aceștia sunt sacii care pornesc linia nașterii arcului, aceea care creează curbura unui arc. Bateți sacii evantai mai întâi din interior, așa cum procedați cu sacii bătuciți. Principala diferență constă în aceea că un sac evantai este bătătorit sub formă de pană și este umplut numai 30 cm. Această înălțime a sacului evantai conferă rezistență și atractivitate cadrului în jurul deschiderii arcului și se combină de minune cu sârma ghimpată, mortarul și lucrarea din saci dimprejur.

## Modelarea manuală a unui sac evantai

Pregătiți un sac cu colțurile ascuse și suport din rabiț. Pe măsură ce clădiți sacii evantai și



sacii compactați, așezați o sanie peste suportul din rabiț, pentru a îndepărta obstacolele care vă împiedică înaintarea. Începeți să tasați pământul din sac (bătucire). Ceea ce vrem să obținem este o tasare fermă a conținutului acestui sac, lărgită spre vârf, pentru a obține forma de pană inițială (Fig. 6.56). După ce ați umplut 30 cm din sac, îndoiiți capătul suficient și închideți-l cu un cui.



6.57: Linia nașterilor arcului egiptean în opt segmente.

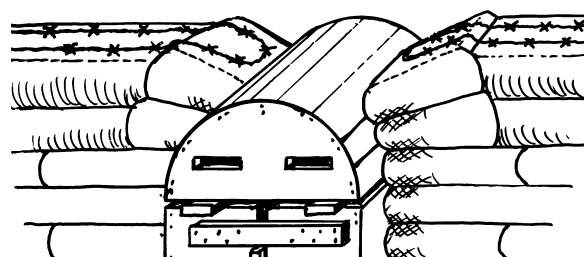
Prindeți o coardă în locul respectiv, de-a lungul bazei forme arcuite (Fig. 6.57). Linia nașterilor arcului este acolo unde începe să se formeze curba arcului. Folosiți-vă de această

linie pentru a vă ghida în alinierea unghiului sacilor evantai care înconjoară forma arcuită. Atunci când ați pregătit întregul rând de saci pentru îndesare, bătătoriți sacii evantai pentru a-i alinia la unghiul corzii întinse (Fig. 6.58).



6.58: Modelarea sacilor evantai.

Încorporați sârma ghimpată de pe pereți în suprafața sacilor evantai, pentru a-i prinde în sistemul zidului. Sacii evantai vor continua să se orienteze pe verticală pe măsură ce arcul crește în înălțime (Fig. 6.59).



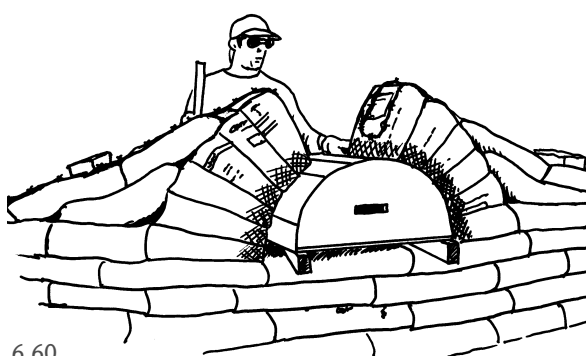
6.59

Asigurați-vă că mențineți simetria sacilor evantai în timpul construcției, pentru echilibru, frumusețe și integritate structurală. (Dacă folosiți o cutie tip pană pentru a realiza

saci evantai, consultați Capitolul 3 pentru indicații simple despre cum să folosiți acest instrument la îndemână).

## Chei de boltă pentru arcul roman

Continuați să ridicați pereții și sacii evantai laolaltă. Atunci când spațiul dintre bazele sacilor evantai se îngustează până la aproximativ 20 cm, este timpul să adăugați sacii pentru cheia de boltă (Fig. 6.60).

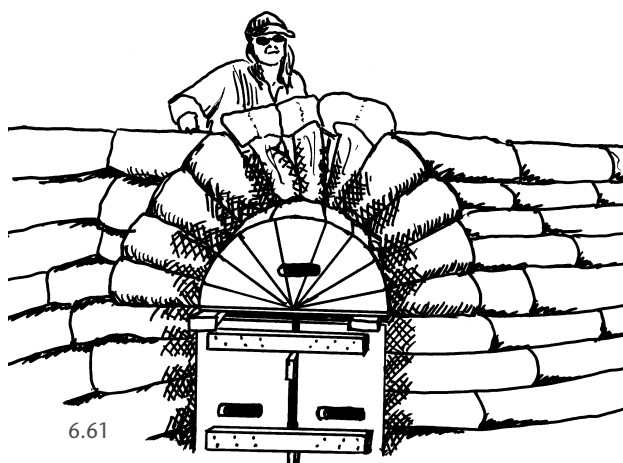


Ca metodă empirică în lucrul cu sacii cu pământ, o deschidere mai îngustă oferă o rezistență structurală mai mare decât o deschidere mai largă. Atunci când aveți dubii, mai adăugați un rând de saci, pentru a reduce spațiul de deasupra arcului. Cheile de boltă creează o presiune puternică descendentă și spre exterior, contrabalansată de rezistența

pereților de fiecare parte a arcului. Această rezistență este o formă de contrafortuire (un arc este la fel de puternic ca și contrafortul său) și direcționează forțele de compresiune de deasupra către laturile deschiderii și în jos, spre pământ.

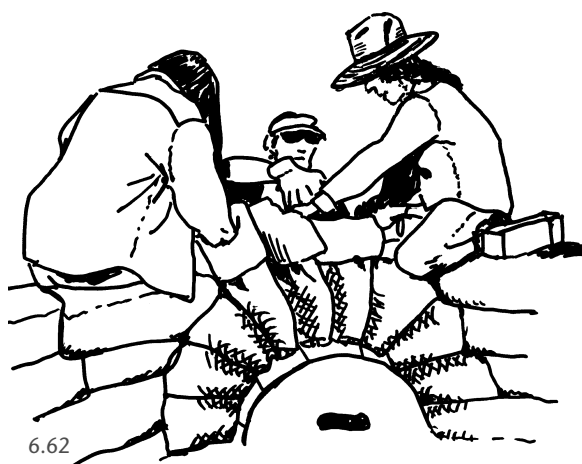
## Instalarea cheilor de boltă

Să trecem la instalarea sacilor pentru cheia de boltă. Nu așezați următorul rând de sârmă ghimpată. În timp ce sunteți încă la sol, pregătiți trei saci pentru cheia de boltă; adăugați două cutii de pământ în fiecare sac, ascundeți-le colțurile și tasați-le la interior cu un sfert de mai. Îmbrăcați fiecare sac în rabiț. Așezați cu grijă toți cei trei saci unul lângă altul în pana deschisă de deasupra formei arcuite (Fig. 6.61). După ce i-ați aranjat pe cât de simetric posibil, folosiți un bătător tocit ori mânerul sfertului de mai pentru a tasa pământul din fiecare sac pentru cheia de boltă.



6.61

Mai adăugați două cutii de pământ și tasați întregul interior pe lățimea fiecărui sac. Aplicați o presiune fermă, constantă în toți cei trei saci. Considerați-i o singură unitate. Vă poate fi util ajutorul a două persoane care să bătătoască pământul, în timp ce o a treia să poată controla umplerea și calitatea modelării sacilor, printr-o privire de ansamblu optimă asupra lor (Fig. 6.62).



6.62

Continuați procesul de îndesare și umplere, adăugând întotdeauna aceeași cantitate de

pământ în fiecare sac. Sacii se vor lăți până când vor fi umplut spațiul deschis al penei (Fig. 6.63).



6.63

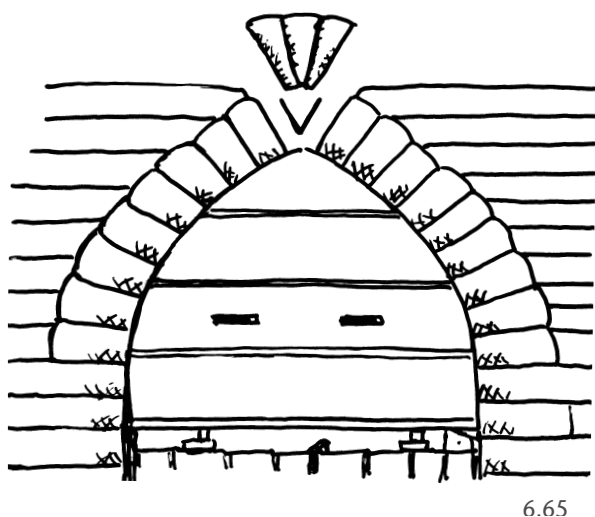
Închideți sacii pentru cheia de boltă la aceeași distanță obișnuită, de 30 cm de vârf, ca și sacii evantai. Asta este tot! Îndoți capetele sacilor, tăind orice material în exces, apoi închideți-le strâns cu ajutorul cuielor (Fig. 6.64).



6.64

## Chei de boltă pentru arcul gotic

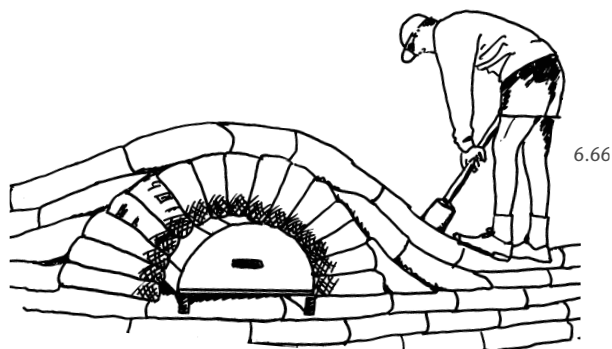
Arcurile în stil egiptean sau gotic necesită umplerea unui spațiu cu formă accentuată de pană. Acesta poate fi foarte îngust la bază și impune, în mod firesc, bătătorirea lățimii complete a celor trei saci pentru cheia de boltă din vârful. Continuați să așezați saci până vă rămâne un spațiu de maximum 5-7,5 cm până la instalarea sacilor pentru cheia de boltă. Pregătiți și umpleți acești saci pentru cheia de boltă, conform procedurii descris pentru cheile de boltă aferente arcelor romane (Fig. 6.65).



## Rând de fixare

Înainte de a vă lăsa duși de valul entuziasmului de a îndepărta formele, adăugați încă un rând

de saci, pe post de rând de fixare, pentru a menține presiunea ce cade pe cheile de boltă. Astfel veți asigura integritatea arcului după îndepărtarea formei (Fig. 6.66).

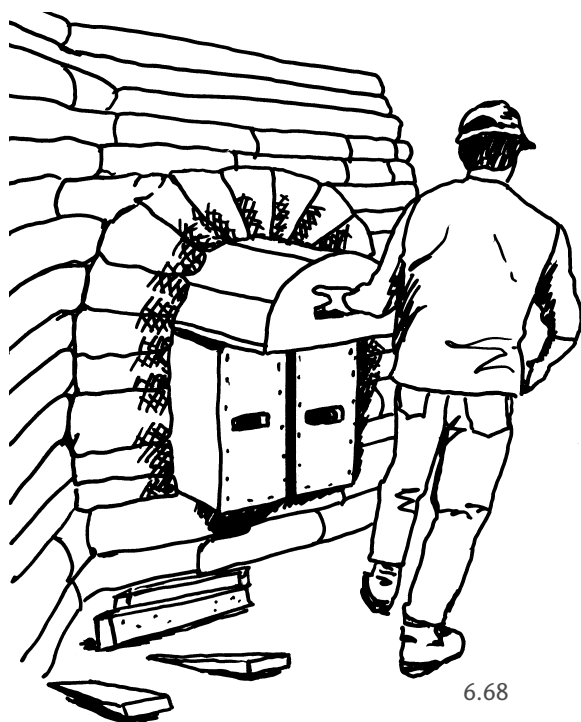


Întindeți sârmă ghimpată pe suprafața întregului rând final, inclusiv peste cheile de boltă. Așezați un rând final de saci. Instalarea unui tub (sau a unui sac continuu) este o modalitate excelentă de a bloca cheile de boltă, integrând în același timp arcul în restul peretelui. Sacii continui sau tuburile vor avea același rol. Peretele va deveni din ce în ce mai stabil, pe măsură ce materialul de umplere se va întări în saci (Fig. 6.67).



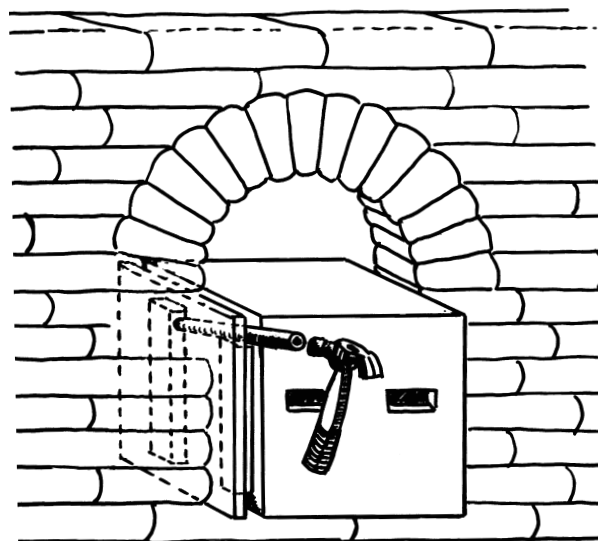
## Îndepărtarea formelor

Puteți îndepărta formele în acest stadiu, sau le puteți lăsa în perete oricât de mult este nevoie. Cu cât le lăsați mai mult, cu atât îi veți lăsa peretelui mai mult timp de întărire, pentru a deveni mai solid. (Trebuie să vă gândiți la aceasta în funcție de design și de calitatea umpluturii cu pământ.) Scoateți afară penele cu ajutorul unui ciocan. Acum puteți slăbi și scoate forma (Fig. 6.68).



6.68

Pentru a îndepărta penele de lângă o formă de cutie cu pană laterală, introduceți o țeavă prin spațiul format de oricare dintre plăcuțele de blocare și scoateți-o printr-o lovitură (Fig. 6.69).



6.69: Pentru a îndepărta cutia de tip pană, introduceți o țeavă prin spațiul format cu oricare dintre plăcuțele de blocare și scoateți-o printr-o lovitură.

Puteți scoate, apoi, liber forma de cutie (Fig. 6.70).



6.70

Bucurați-vă de ducerea la bun sfârșit a lucrului.

**CÂTEVA DINTRE CAUZELE  
POSIBILE ALE BLOCĂRII UNEI**

**FORME ÎN PERETE:**

1. *Prinderea în rabiț a capului unui șurub sau al unui cui provenit din stratul de acoperire al formei.*

2. *Forma a fost prea mică în lungime, iar sacii se înfășoară în jurul marginii frontale a formei.*

3. *Forma nu a avut suficientă rezistență interioară pentru a evita deformarea în timpul construcției.*

*Din fericire pentru voi, ați urmat instrucțiunile și ați înșurubat fața formei ieșită în afară, astfel încât, în caz de probleme, să o puteți demonta, nu-i așa?*





## CAPITOLUL 7

### Instalații electrice, instalații sanitare, rafturi și pereți intersectați: realizarea legăturilor

#### Introducere

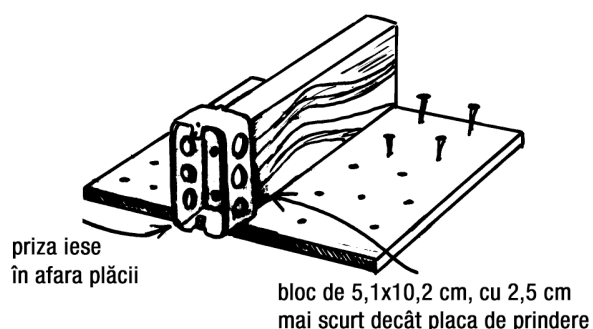
Este bine să ne reamintim că urmează să construim o casă întreagă și nu doar pereții, ci tot ceea ce intră în pereți. Sistemul electric, racordurile instalațiilor, fixarea rafturilor și

pereții interiori sunt toate instalate în timpul construirii. Veștile bune sunt că o mare parte din această muncă este terminată când construirea peretelui este gata!

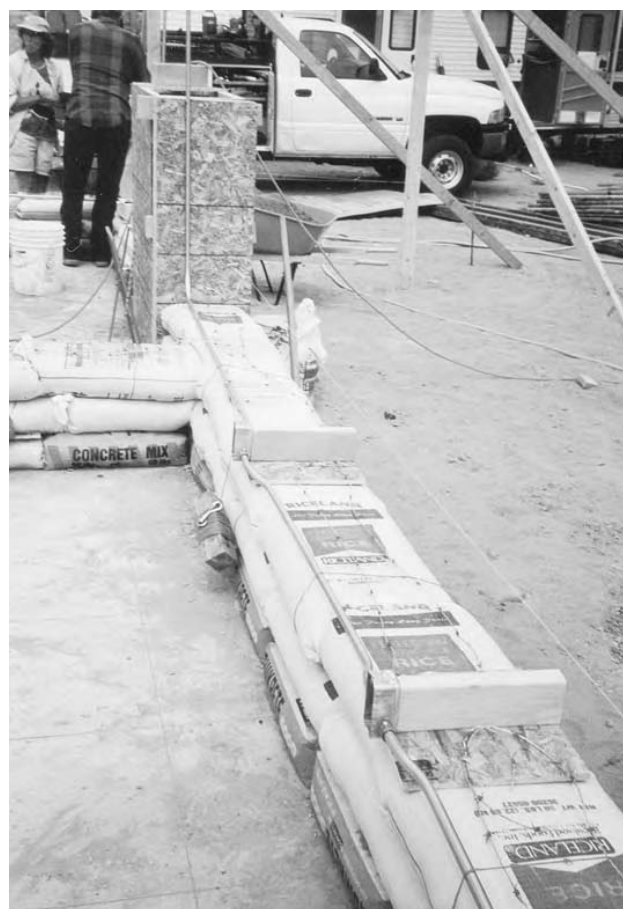


## Instalațiile electrice

Faceți un desen pentru un plan electric, localizând unde vor fi plasate toate prizele, întrerupătoarele și firele. Construiți dinainte toate plăcile ce vor fi necesare pentru priză și întrerupător (Fig. 7.2). Faceți un semn pe rândul de saci lângă locul unde urmează să fie instalate prizele și întrerupătoarele. Poziționați și atașați plăcile când ați ajuns la acele puncte.



7.2: Înșurubați cutia electrică pe un bloc de 5,1x10,2 cm. Poziționați placa pe perete astfel încât priza să ajungă suficient pentru a putea fi încastată mai târziu în tencuială.



7.3: Prize electrice și conducte pentru firele electrice instalate, sârmă ghimpată fixată pe plăci de prindere; gata pentru a continua lucrul cu sacii.

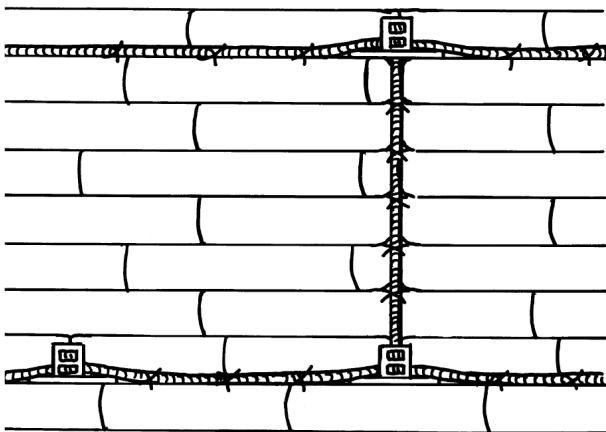
## Tubulatura pentru firele electrice

Unele coduri electrice ar putea cere tuburi metalice rigide sau flexibile aprobate UL, conducte armate prin care să treacă firele. Dacă utilizați conducte, instalați-le acum. Întindeți sârma ghimpată și continuați construirea peretelui (Fig. 7.3). Dezavantajul conductelor rigide este că sunt dificil de folosit pentru



traseele verticale și pentru curburile din jurul ferestrelor și ușilor. Conducele pot avea trasee verticale pe fața pereților din saci, dar necesită tencuială în plus pentru a le camufla ulterior. Conducele flexibile, precum cele din metal flexibil, etanșe sau conductele Smerf din plastic sunt mai ușor de îndoit și șerpuit în jurul sacilor. Pentru căile orizontale, poate fi fixată ori țevă ori conductă, ferm între două rânduri pe suprafața peretelui, cu sârmă de legat sau învârtind în jurul lor greutatea suspendată a cărămizii. Tipurile de conducte electrice aprobate UL sunt chiar scumpe. Costă în medie cu 50-60 procente mai mult decât conductele rigide de metal (Fig. 7.4).

conducta rigidă sau flexibilă aprobată UL asigurată  
la suprafața exterioară a peretelui cu sârme pentru legat



7.4: Când timp pământul este neîntărit, puteți face o adâncitură cu un ciocan, pentru a adânci conducta la același nivel cu peretele.

## Cablul UF

Cablul UF este proiectat pentru a fi îngropat în pământ, pentru aplicații în exterior. Este atât etanș, cât și rezistent la șocuri mecanice, spre deosebire de cablul standard Romex, care nu este nici una, nici cealaltă. Codul de construire cu chirpici din New Mexico aprobă folosirea cablului UF îngropat în mijlocul peretelui. Cablul UF este cea mai puțin costisitoare metodă. Cablul este conectat din priză în priză. Orice fir destinat căilor verticale poate fi șerpuit printre saci.

Deoarece noi punem, de asemenea, sârmă ghimpată între rândurile noastre, este de dorit să asigurăm un fel de protecție pentru cablu sau să fixăm prin cuie atât cablul, cât și sârma ghimpată, la un unghi care să le asigure până când sunt puși sacii.

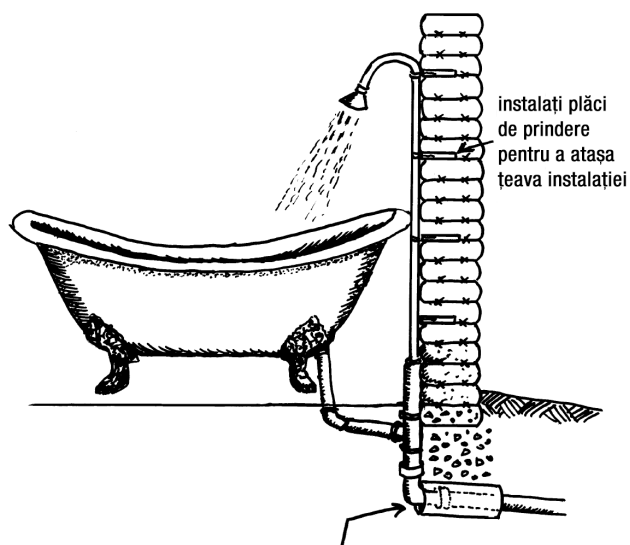
## Intrarea instalației electrice

Amintiți-vă să instalați plăci de prindere (benzi de ancorare) acolo unde va fi amplasat panoul electric. Planificați să instalați o conductă de 3,125 cm sau țevă folosită la instalațiile sanitare prin fundație, pentru a permite intrarea firului electric îngropat. Dacă

tensiunea este furnizată pe deasupra, puneți suficiente benzi de ancorare îndreptate spre suprafața exterioară a peretelui, ca să asigurați conectarea pentru intrarea consolei bransamentului electric.

## Instalațiile sanitare

Ca și la sistemul electric, să aveți desenat un plan pentru instalațiile sanitare înainte de a începe pereții. Cel mai probabil, apa care intră sau iese va pătrunde pe sub fundație sau prin soclu, depinzând de nivelul de îngheț și de tipul sistemului de management al deșeurilor. Amenajările instalației sanitare pentru un perete din saci cu pământ sunt foarte asemănătoare cu cele folosite pentru orice alt tip de metodă de construcție. Țevile orizontale pot fi sprijinite între suprafețele rândurilor de saci și fixate strâns cu sârmă, folosind aceeași strategie discutată la conductele pentru fire electrice. Țeava orizontală a instalației sanitare poate fi de asemenea îngropată sub o pardoseală de chirpici. În același fel, conductele verticale pot fi bătute în saci cu ajutorul unui ciocan, pentru a le adânci cât mai mult în perete. Accesul la țevi este salutar când apare o defecțiune (fig. 7.6).



7.6: Instalați o țeavă cu diametru mai mare sub fundație, ca un manșon pentru țeava de intrare și ieșire.

Majoritatea țevelor sunt ascunse cu apărători sau sunt conduse de-a lungul părții din spate a scaunelor modelate din chirpici. Tencuiala din cob și lut poate ascunde aproape orice și, dacă apare vreo scurgere, se observă ușor și este ușor accesibilă. Uneori constructorii din chirpici și pământ compresat introduc sistemele sanitare mari, precum sistemul pentru cabina de duș, printr-un perete din cadre atașat sau cu care se intersectează.

Oamenii dezvoltă multe sisteme alternative eficiente, ecologice, pentru apele reziduale. Merită să fie explorate alte opțiuni față de obișnuitul canal colector și gropile septice. Prezentarea tuturor depășește scopul acestei cărți. Căutați pe internet site-urile de permacultură și sistemele de management

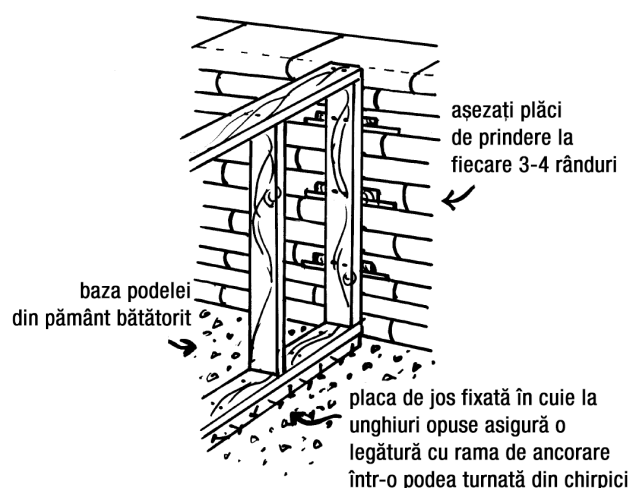
natural pentru ape negre și gri, precum și ghidul bibliografic din această carte.

## Intersectarea cu pereții cu schelet din rame

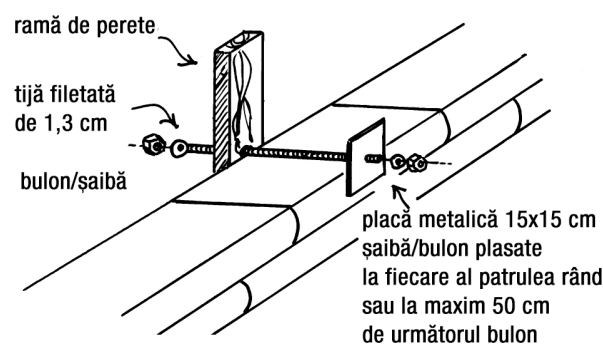
Cu ajutorul sacilor de pământ se fac pereți de intersectare și pereți despărțitori de încăperi, buni izolatori fonici. Dacă, însă, spațiul este prețios, încăperile mici precum dulapurile și băile vor ocupa mai puțin spațiu pe sol, dacă pereții sunt construiți din materiale mai înguste, precum lemnul. Urmează câteva tehnici pentru a intersecta pereți cu schelet din lemn, la pereții din saci cu pământ:

- Benzi de ancorare plasate în peretele din saci cu pământ, cu un perete din cadre de lemn fixat de acestea cu șuruburi (fig. 7.7).
- O placă pătrată cu bulon și șaibă atașate de acesta. Asigurați-vă că placa pătrată este suficient de lată pentru a cuprinde cel puțin jumătate din lățimea sacilor de dedesubtul și de deasupra bulonului (fig. 7.8).
- Noi preferăm să folosim saci mai înguști sau tuburi pentru pereți interiori, sau pereți sculptați cu mâna din cob sau nuiele împletite acoperite cu lut. Posibilitățile pentru alternativele de construire cu lemn sunt fără

limită, dar există limite la disponibilitatea lemnului. Dacă un perete întreg va trebui să conțină mai multe ferestre mari apropiate între ele pentru a profita din plin de soare, este mai bine să construiți acest perete din lemn.



7.7: Perete din schelet de lemn înșurubat în benzile de ancorare.

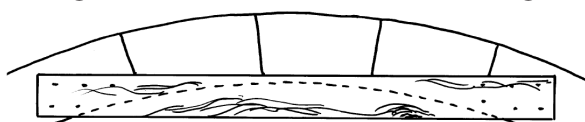


7.8: Perete din schelet de lemn atașat cu tijă filetată și buloane de un perete din saci cu pământ.

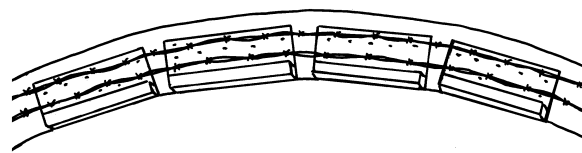
## Prinderea rafturilor, dulapurilor și scărilor

Planificați unde vor fi blaturile, dulapurile, scările și rafturile. Odată cu ridicarea pereților vor fi fixate și plăcile de prindere și benzile de ancorare pentru prinderea acestui mobilier. Un amestec de plăci de prindere și blocaje din lemn de 5x10 cm, atașate acestora în configurații variate, sunt necesare pentru prinderea de perete a dulapurilor încastrate.

Puneți plăcile de prindere ori benzile de ancorare înainte de instalarea următorului rând de sârmă ghimpată. Fixați în cuie sârma ghimpată de placa de prindere și continuați drumul de-a lungul restului de perete. "Cuietele în U" folosite pentru fixarea sârmei de parii gardului de lemn funcționează de minune pentru atașarea sârmei ghimpate de plăcile de prindere. Pentru a pune un raft drept pe un perete curb, prindeți o scândură brută mare (de la 5 la 30 cm) sau mai lată, pusă direct în perete (Fig. 7.9). O altă opțiune este de a pune una după alta benzi de ancorare de lungimi scurte, care urmăresc curba (Fig. 7.10).



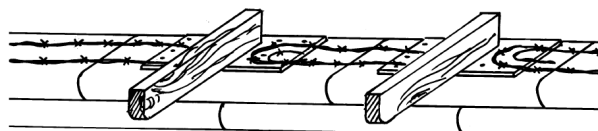
scândură de 5x25 cm sau 5x30 cm prinsă direct în peretele curbat, pentru a crea un raft. Fiți atenți ca în timpul instalării să asigurați menținerea nivelului orizontal



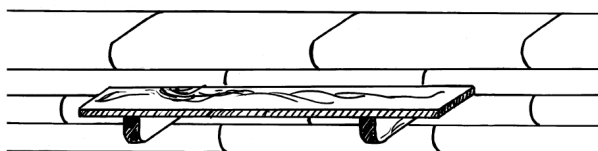
7.10: Benzile de ancorare urmăresc conturul unui perete curbat pentru atașarea ulterioară a dulapurilor.

## Atașarea rafturilor tip consolă

Atașarea rafturilor tip consolă pe un perete curb este de asemenea posibilă. În locul utilizării plăcilor de raft, încercați să înveliți rafturile cu crengi de salcie sau bambus verde cât timp acestea sunt flexibile. Lăsați-le expuse sau turnați o tencuială subțire de lut, pentru a face un blat neted (Fig 7.11 și 7.12).



Nivelați peretele cât de mult posibil prin bătătorire, poziționați și prindeți rafturile poliței. Întindeți sârmă ghimpată și următorul rând de saci, bătătoriți, verificați nivelul orizontal din nou, reglați dacă este necesar



Rafturile încastrate sunt, de asemenea, minunate pe pereții exteriori protejați de verande! Și sunt o excelentă schelărie în timpul construcției

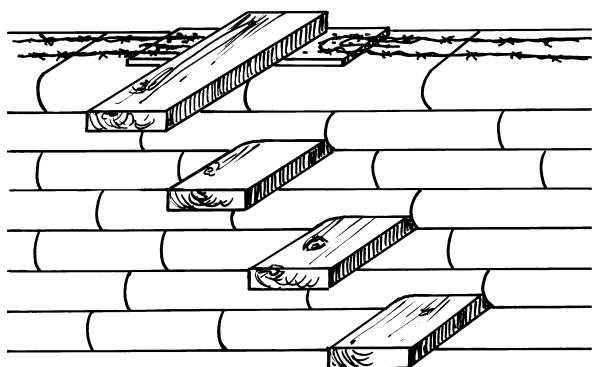
7.11: Rafturi poliță Velcro: înainte și după instalarea raftului.



7.12: Rafturi poliță pe un perete curbat învelit cu bambus și/sau crengi.

## Scări

Aceași tehnică poate fi folosită pentru scările încastrate, prin repartizarea de bușteni robuști sau scânduri late de 10 cm pe 25 cm. Atașați de plăci de prindere, distanțând pe înălțime și lungime, în așa fel încât să creați scări încastrate (Fig. 7.13).

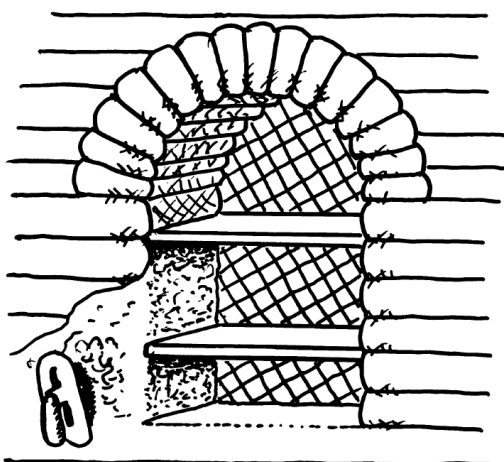


7.13: Amplasați în trepte scânduri pentru scări în timpul construcției, așezate pe plăci de prindere.

## Nișe

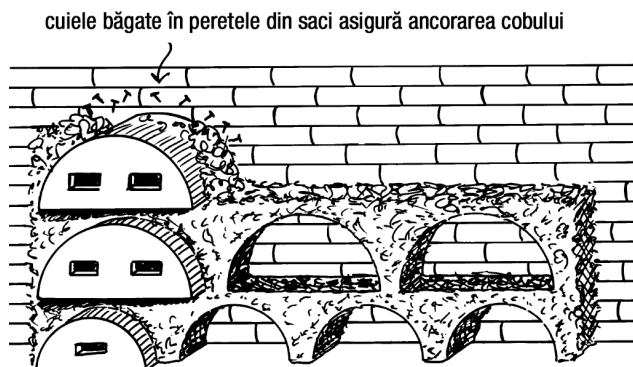
Nișele sunt scobituri îngropate într-un perete. Nișele sunt proiectate pentru a oferi rafturi, fără a ieși în relief în spațiul de locuit. Construim nișe adânci într-un perete din saci cu pământ în același fel în care executăm ferestre arcuite. Rafturile sunt instalate și protejate cu un strat gros de tencuială, după ce lucrul cu sacii de pământ s-a terminat (Fig. 7.14). Nișele fără adâncime pot fi săpate în zid cu ajutorul unui topor.

Rafturile care nu sunt din lemn pot fi sculptate din chirpici îmbogățit cu paie, peste forme temporare de arc, sau din bambus, stuf, oase lungi, plăci de piatră, țeavă veche, bucăți de oțel beton sau orice ar putea servi ca extensie din perete pentru a modela lut în jurul său. Folosiți cuie, bețe sau oase pentru împănarea cobului. Începeți modelarea în jurul formelor la nivelul pardoselii sau ridicați câteva rânduri de saci cu pământ. Puneți aceste forme deasupra acestor deschideri de arc. Modelați dintr-un amestec de chirpici-cob pe aceste forme. Umpleți golurile dintre forme pentru a nivela suprafața (raftului). Când lutul este pus, îndepărtați formele și puneți-le deasupra, pentru a sculpta următorul set de rafturi (Fig. 7.15).



- \* asigurați rafturile cu tencuială
- \* construiți rafturi adânci utilizând forme – exact ca ferestrele
  - acoperiți exteriorul fundului peretelui cu plasă rabiț ochiuri mari
  - întăriți cu cob sau paie/lut etc.
- \* etanșați cu tencuială

7.14: Nișe cu rafturi încastate în tencuială pentru perete interior sau exterior.



7.15: Pentru că tot suntem la asta, putem la fel de bine să folosim formele noastre de arc pentru a sculpta mobilierul din cob.

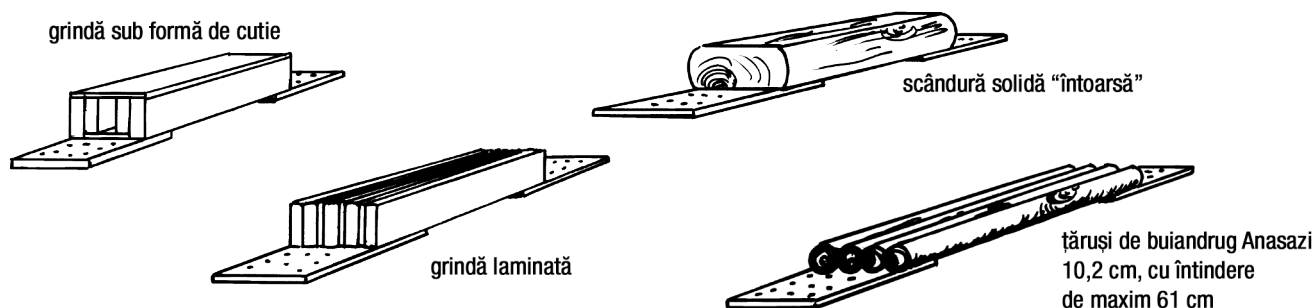
## Prinderea de un perete din saci cu pământ după ce construcția este terminată

După câteva săptămâni sau luni de întărire, un pământ bătătorit de calitate va ține cuiile chiar bine. Pentru o fixare mai serioasă, dați găurile cu un burghiu pentru zidărie și introduceți un diblu de plastic sau metal (șurub de ancorare) proiectat pentru pereți din ciment sau zidărie de cărămidă. Dacă solul este de calitate slabă, introduceți în gaură un pic de adeziv pentru ciment înainte de a băga diblul, lăsați adezivul să se întărească, apoi introduceți șurubul sau înșurubați. Pentru fixarea lucrurilor grele, rămâneți la strategia plăcii de prindere.



## CAPITOLUL 8

### Instalarea buiandrugului, ferestrei și ușii



8.1: Tipuri diferite de buiandrug.

### Buiandrugii

Buiandrugii sunt pentru arhitectura din pământ ceea ce reprezintă rama de sus pentru pereții cu ramă cadru. Un buiandrug este o grindă rezistentă care ocupă spațiul de deasupra deschiderii ușii sau ferestrei, care preia greutatea unui acoperiș sau a unui etaj superior. Tradițional, aceștia sunt executați din scânduri de dimensiuni mari. În zilele noastre buiandrugii sunt adesea construiți din scânduri laminate de mici dimensiuni

sau sub formă de cutie. Paleții sunt o sursă excelentă pentru plăci de prindere și pentru confecționarea de buiandrugii laminați. Indiferent de proiect, noi ne concentrăm asupra modului în care ancorăm un buiandrug de un perete din saci cu pământ (Fig. 8.1).

În medie, buiandrugii trebuie să fie de cel puțin treisfert din lățimea unui perete și să depășească deschiderea, astfel încât să rămână pe zid minimum 30 cm de fiecare parte. Modul nostru de abordare este să atașăm plăci de prindere sub fiecare parte a buiandrugului, pentru a prelungi cu încă 20 cm dincolo de buiandrug (Fig. 8.2).

Placa de prindere asigură un suport care protejează peretele de punctul de contact cu buiandrugul, în timp ce distribuie greutatea pe o suprafață lărgită. Placa de prindere fixează de asemenea buiandrugul pe timpul construcției.



8.2: Un exemplu de buiandrug pre-atașat de plăci de prindere, care se prelungesc cu încă 20 cm dincolo de capetele buiandrugului.

Dimensiunile structurale pentru rezistență la compresiune și la forfecare se schimbă în funcție de lungimea deschiderii care urmează a fi cuprinsă. Cu cât este mai mare deschiderea, cu atât buiandrugul trebuie să fie mai solid. Verificați cerințele structurale potrivite

proiectului vostru. Când se proiectează dimensiunea unui buiandrug, luați în calcul rotunjirea grosimii (sau înălțimii), astfel încât, adăugând grosimea plăcii de prindere, să fie egal cu grosimea sacilor care sunt utilizați. Acest lucru va face mai ușoară menținerea uniformității peretelui din saci (Fig. 8.3).

Pentru o deschidere îngustă, de 60-90 cm maxim, este necesar un buiandrug de minim 12,5 cm grosime. Pentru deschideri mari, de 90-120 cm, se recomandă un buiandrug gros de 25 cm. Conform Codurilor de construcție cu chirpici din New Mexico, buiandrugii de 30 cm înălțime sunt recomandați pentru deschideri de peste 1,5 m. Ocazional, buiandrugul și peretele din saci cu pământ vor avea nivele orizontale diferite. Puteți să umpleți mai mult sacii ori să-i goliți sau, dacă buiandrugul este mai jos decât sacii, adăugați lemn sau aruncați un strat de cob deasupra pentru a-i aduce la același nivel. Așteptați până când cobul se întărește un pic, înainte de a continua lucrul cu sacii. Pentru a asigura suplimentar un buiandrug, nouă ne place să punem minim două rânduri de saci deasupra lui. Ancorajul suplimentar este recomandabil mai ales atunci când se pregătesc pereții pentru un acoperiș cu sistem convențional,



fără o grindă obișnuită de legătură (vezi Capitolul 9).



8.3 (deasupra): În proiecte cu ferestre multiple, se pot împărți plăcile Velcro, sau buiandrugul se poate întinde deasupra tuturor ferestrelor.

## Montarea ferestrelor

Ferestrele pot fi montate într-o ramă de lemn care este atașată de benzi de ancorare, direct pe benzile de ancorare, sau cu pene de lemn și fixată în tencuială. Este doar o chestiune de alegere personală și de cât de îngrijit vor arăta deschiderile brute.

Pereții din saci cu pământ sunt mediul ideal pentru pervazuri sculptate. Nouă ne place să așezăm fereastra aproape de partea inferioară a deschiderii, lăsându-ne mai mult spațiu dedesubt pentru a înclina un pervaz stabilizat cu pământ, pietre cu mortar, lemn sau ciment turnat. Luați în calcul ce modele sunt planificate pentru ferestre, astfel încât

formele cutie să poată fi construite pentru a încăpea un pervaz gros, înclinat (Fig. 8.4).

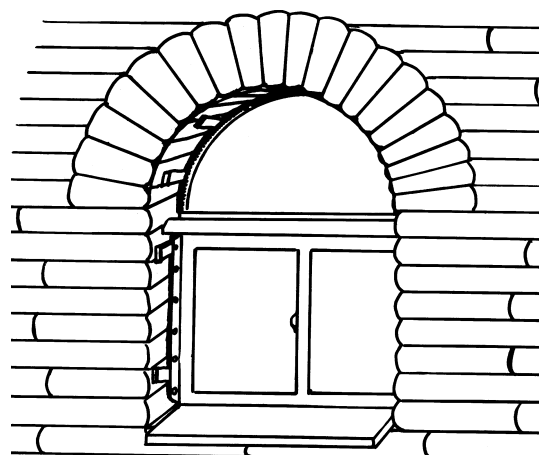


8.4: Frumusețea unei ferestre arcuite este dată de faptul că forma este atât atractivă, cât și structurală. Alegem arcul roman (semicerc) pentru majoritatea caselor, deoarece este cea mai simplă formă în care se pot crea ferestre funcționale.

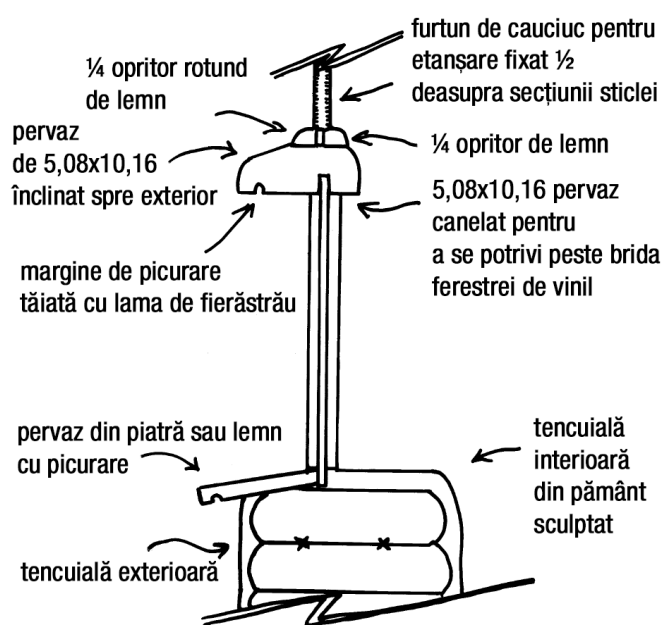
Ținem cont de impactul asupra mediului utilizând atât ferestre de lemn, cât și de vinil. Din ce în ce mai multe ferestre din lemn procesat în fabrică utilizează produse din lemn compozit, procesat cu o mulțime de chimicale sintetice. Producția de vinil prezintă numeroase pericole de sănătate pentru mediu. Cu toate acestea, cum lemnul

devine din ce în ce mai greu de procurat și mai scump, chiar producătorii de ferestre din lemn includ componente de vinil. Perfecționistul va trebui să-și construiască singur sau să reconstruiască ferestrele de lemn recuperate pentru a-și asigura un produs natural.

Multe soluții bizare, dar practice, sunt create și implementate pentru a contracara obiceiurile noastre toxice. Cartea lui Teruo Higa, "An earth Saving Revolution II", descrie beneficiile folosirii "micro-organismelor eficiente" (ME) pentru a crea un nou tip de vinil biodegradabil care se va descompune imediat ce este îngropat. Suntem într-o stare accelerată de tranziție pe care o găsim atât înfricoșătoare, cât și captivantă. Magia este în plină activitate! Făcând ceea ce ne place face lumea un loc mai bun, mai degrabă decât să trebuiască să facem lumea un loc mai bun pentru a ne simți bine. Concluzii: folosiți ce este la îndemână. Cereți soluții universului. Urmați calea inimii. Respirați.



8.5: Fereastră de vinil cu pervaz din lemn fabricat manual și sticlă semicirculară protejată cu garnitură de etanșare din furtun. Ambele ferestre sunt asigurate cu pene până sunt întărite cu tencuiala.



8.6 (sus): Vedere laterală în secțiune a montării ferestrei de vinil.



8.7 (dreapta): Tăiați o lungime de 1,56 cm de furtun de cauciuc ca garnitură de etanșare deasupra unei plăci groase de 0,65 cm de geam sau de geam termopan, care a fost tăiat dinainte în formă de semicerc.

## Montarea unei ferestre de plastic într-o deschidere sub formă de arc a peretelui din saci de pământ

Vinilului este atractiv datorită prețului mic, compatibilității cu lutul, etanșării eficiente, geamului termopan și ecranului potrivit! Asigurați fereastra, la deschiderile mari, cu pene, având grijă să verificați poziționarea pe orizontală și pe verticală. Tăiați partea exterioară a ferestrei prefabricate dacă este prea largă (foarfeca de grădinarit funcționează minunat aici). Montați un pervaz înclinat de 5x10 cm deasupra ferestrei. Adăugați un

opritor de-a lungul acestui pervaz, pentru ca sticla semicirculară să se sprijine pe acesta (Fig. 8.6 și 8.7).



8.8 (stânga): Montați panoul semirotund de sticlă deasupra opritorului, care a fost montat anterior deasupra ferestrei de vinil. Verificați verticalitatea și asigurați cu pene.

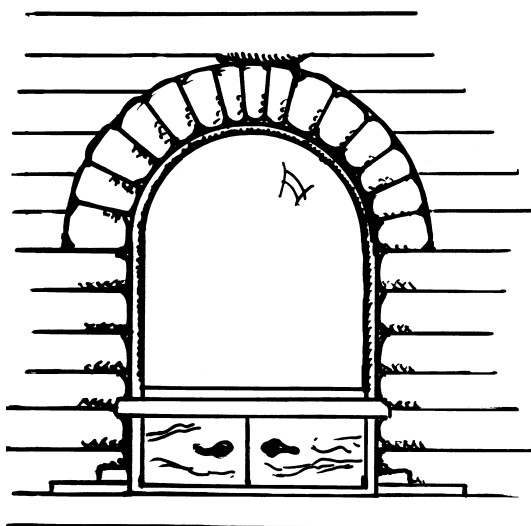
Fixați-l cu lut, lăsând penele încastrate în lut până când acesta se usucă. Odată uscat, îndepărtați penele și umpleți golurile cu mai mult lut.

Felicitări! Aveți acum o fereastră frumos montată, funcțională și finalizată (Fig.8.8).

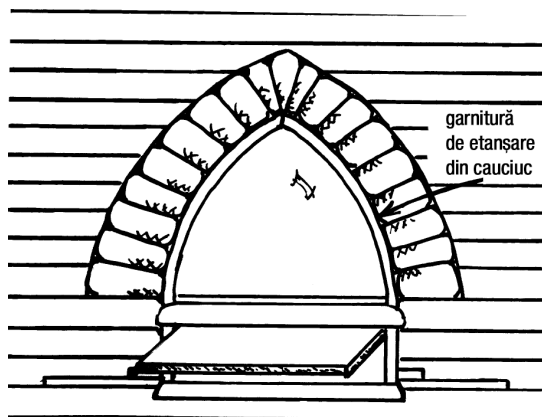
Ferestre simple, confecționate acasă, funcționale, pot fi făcute cu minimum de materiale. Luați în calcul încastrarea cu tencuială a unei bucăți fixe de sticlă (cu o garnitură de cauciuc din furtun) deasupra unei uși mici de lemn funcționale, sau o marchiză pentru ventilare (Fig. 8.10a și b). Recipientele

din sticlă, tencuite cu lut într-o deschidere, sunt alte modalități de a lăsa lumina să pătrundă într-o construcție (Fig. 8.11). O altă idee inovativă este de a monta în perete un parbriz de mașină (sub un buiandrug). Parbrizele sunt rezistente și au avantajul că sunt curbate dinainte pentru a se potrivi într-un perete curbat. Ca și în celelalte exemple, etanșați-l cu o garnitură de cauciuc și fixați-l cu cob (Fig.8.12).

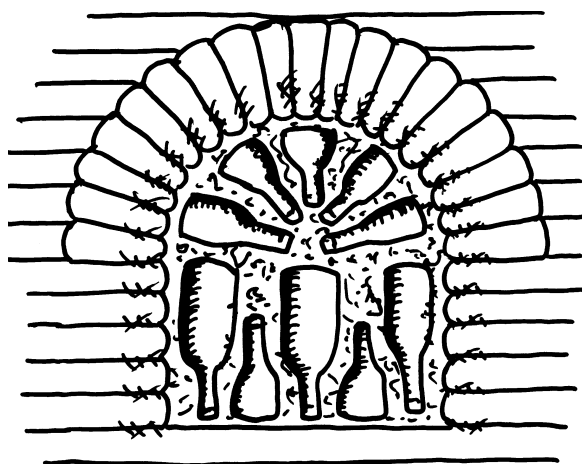
8.10 a și b: Două exemple de ferestre arcuite cu geam fix cu uși din lemn sau marchiză construită dedesubt pentru aerisire.



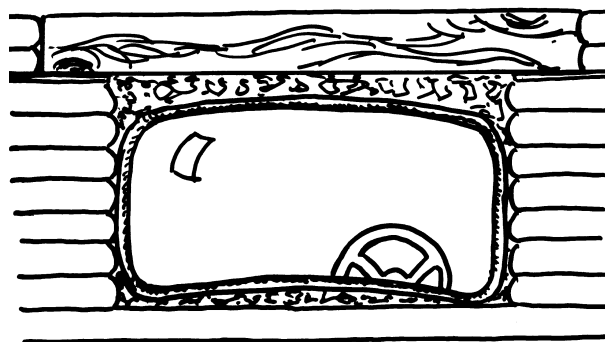
8.10a (sus): Uși în stilul ușilor de dulap.



8.10b: Deschidere din sticlă fixată pentru aerisire tip marchiză din lemn.



8.11: Recipiente de sticlă fixate în chirpici, care asigură izolare în timp ce luminează ambientul.



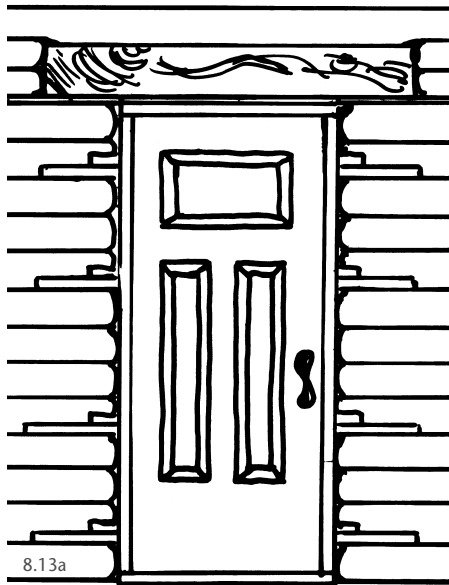
8.12: Parbriz de mașină etanșat cu garnitură de cauciuc, fixat cu chirpici/cob sub un buiandrug de lemn. Ce poate fi mai bine decât să privești viața dintr-un Chevrolet?

## Montarea ușii

Ușile sunt simple! Împănăți, controlați verticalitatea și nivelați tocurile pentru ușă. Înșurubați ușorul în benzi de ancorare montate dinainte, exact așa cum ați face pentru rama de fixare a peretelui și tencuiți tocul. Sau construiți o ramă brută pentru deschidere și atașați tocul la aceasta (Fig. 8.13 a și b).

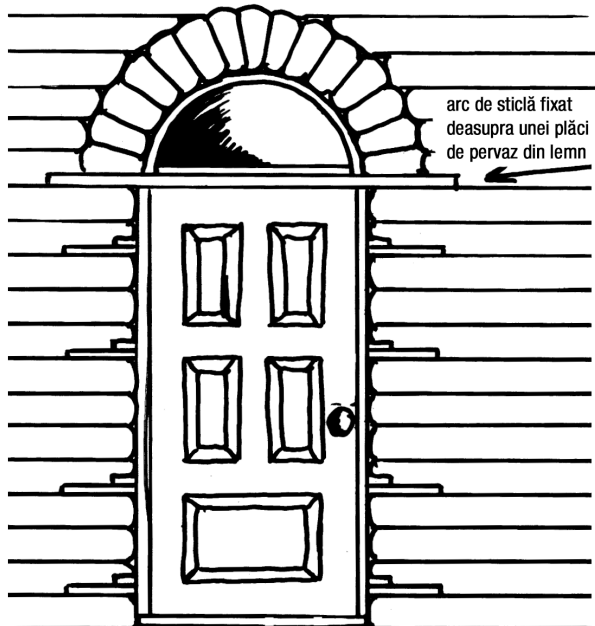
Remarcați în Figura 8.14 (de pe pagina următoare) detaliul sculptat al tocului de

deasupra ușii. În loc să folosim lemn pentru a se crea un toc curbat, noi am fixat nuiele strânse bine în peretele curbat cu legături de sârmă, prin suportul de rabiț, și am sculptat deasupra cu tencuială de lut (Fig. 8.14).



8.13a

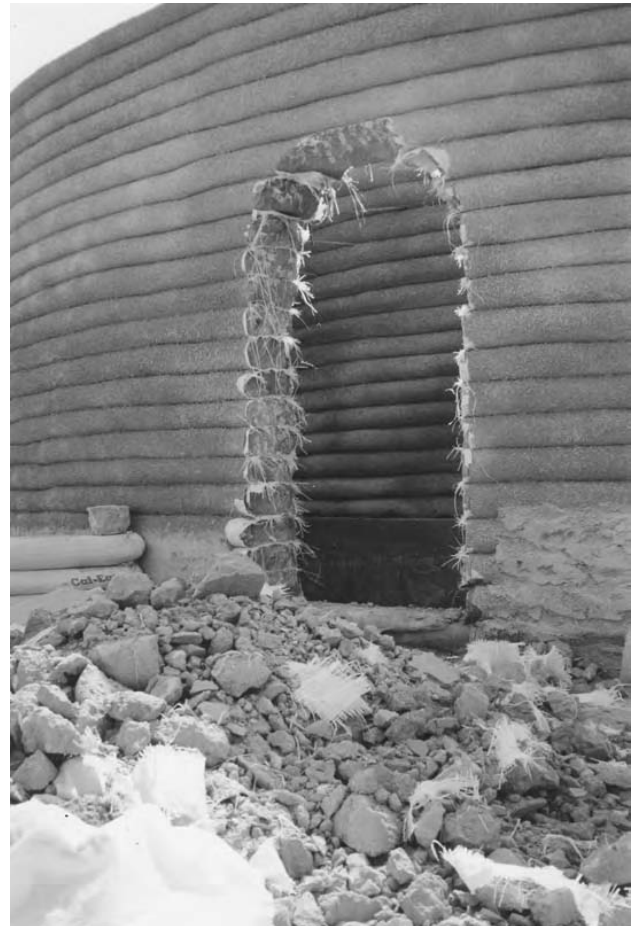
8.13 a și b: Două tipuri de uși: una cu buiandrug, una cu arc din sticlă fixat deasupra.



8.13 b

## Proiectarea pentru adăugiri ulterioare

Se poate tăia un perete din saci cu pământ utilizând burghie și, cu un baros, se pot desprinde bucăți de perete. Sârma ghimpata va trebui, desigur, să fie tăiată. Deschiderea, în orice caz, va fi brută și nu vor exista nici un fel de benzi de ancorare de care să se prindă cu șurub un toc de ușă (Fig. 8.15).

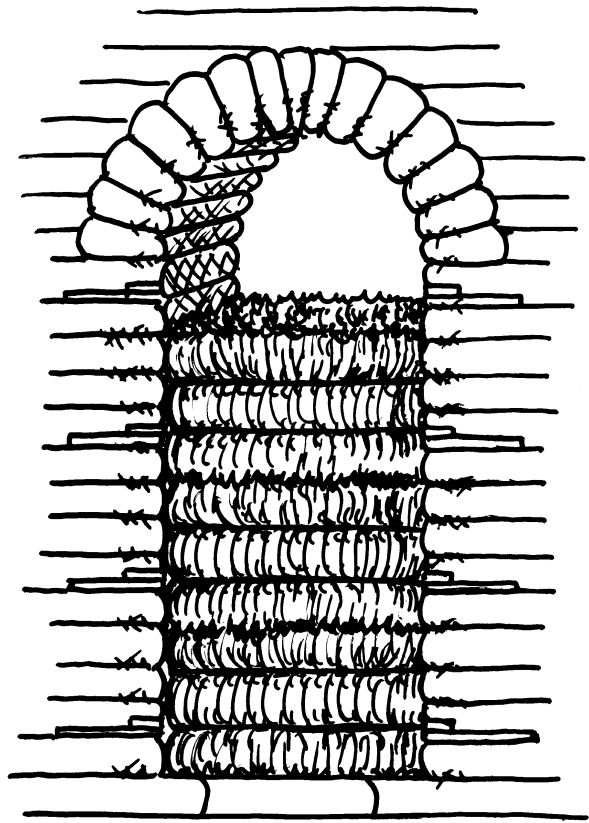


Cel mai simplu este să se realizeze un gol pentru ușă în timpul construcției și să se umple temporar cu baloți de paie

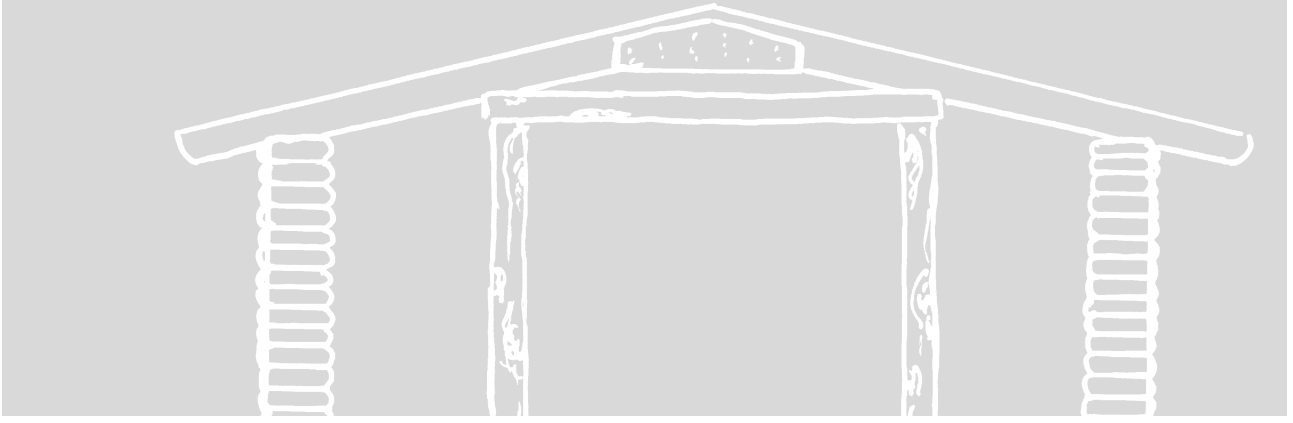
comprimați și lut/paie ușoare sau cob, ori saci umpluți cu un material afânat sau nisip uscat. Astfel, protejat cu o tencuială de pământ, veți avea golul pentru o adăugire ulterioară, dar și un perete pentru locuința curentă. Trăiți în prezent, dar priviți spre viitor! (Fig. 8.16).



8.14: Ușile arcuite trebuie prinse în balamale în apropierea deschiderii, în așa fel încât să se poată deschide fără a se izbi de arcuirea de deasupra.



8.16: Baloți de paie stocați într-un gol pentru ușă arcuit.



## CAPITOLUL 9

### Sisteme de acoperiș

Există peste un catralion de stiluri și metode de construcție a acoperișurilor, din care mare parte se pot adapta la o casă cu pereți din saci cu pământ. Misiunea noastră este de a evidenția câteva tehnici de ancorare a acoperișului la pereți și să vă împărtășim

câteva modele complementare sistemului de construcție cu saci de pământ. Suntem mari fani ai arhitecturii nativilor americani, cât și ai arhitecturii băștinașe din întreaga lume.

*9.1: O varietate plină de culoare a țiglelor bituminoase transformă acest acoperiș într-o lucrare de artă.*



Tot ce avem nevoie este să ne uităm la cum își construiau casele indigenii în concordanță cu mediul înconjurător, pentru a vedea caracteristici pe care noi le putem găsi utile. Stilurile nativilor americani variază dramatic, de la căbănuțe din pământ și corturi înalte în Marile Câmpii, până la maiestuoasele case din bușteni și scânduri groase de pe coasta nord-vestică a Pacificului.

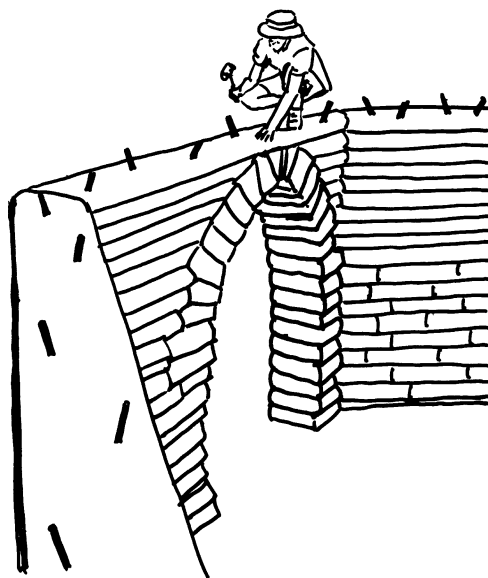


9.2: Grinda de legătură trebuie să fie continuă, acoperind întregul perimetru al peretelui.

Cea mai evidentă considerație este proiectarea acoperișului, care va proteja pereții, în funcție de climat. Streșinile lungi sunt utilizate în climatele umede. Zonele aride pot avea avantajul utilizării parapetilor și grinzilor din bușteni, cum se întâlnesc în sud-vest. Climatele umede sunt sisteme naturale de irigație pentru acoperișurile vii, în timp ce în climate uscate acoperișul se poate utiliza la colectarea apei de ploaie.

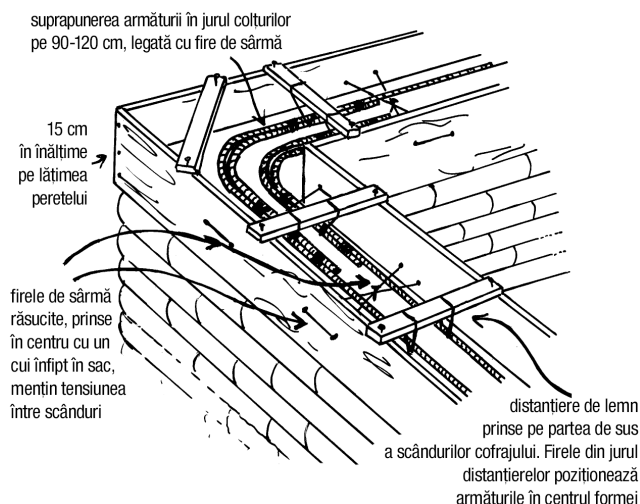
## Grinzile de legătură (Fig. 9.2)

Datorită utilizării istorice, codurile de construcție în zona de sud-vest a Statelor Unite includ standarde structurale pentru construcții, care sunt specifice arhitecturii cu lut, din care multe le-am adoptat și noi pentru construcția cu saci de pământ. Multe clădiri din chirpici și pământ bătătorit necesită o centură continuă din grinzi, construită din lemn sau ciment și instalată deasupra pereților finisați. Grinzile se comportă ca un inel de tensiune care ajută la compactarea pereților într-o structură cadru monolitică.



9.3: Pentru ancorarea grinzilor de sacii cu pământ, se introduc bare de ranforsare (armături)  $\varnothing 14$  cu lungimea de 40 cm în sacii cu pământ pe adâncimea de 30 cm, în pământul umed la o înclinare de maximum 20 grade, la distanța de minim 10 cm față de margini și la 60 cm între ele.



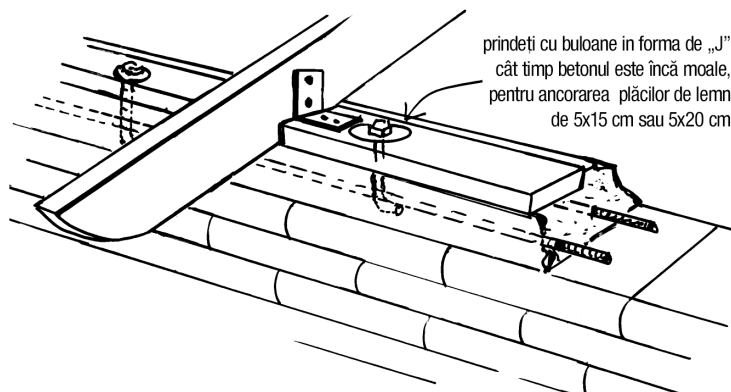


**9.4: Pentru centura din beton trebuie să folosiți cel puțin 2 bare de armătură Ø 14 pentru a asigura rezistența la tracțiune.**

Grinda din beton acționează exact ca o fundație, însă deasupra pereților voștri. Codurile de construcție variază de la stat la stat, însă o înălțime de 15 cm deasupra peretelui este dimensiunea uzuală. Cele mai multe grinzi din beton sunt turnate în cofraje poziționate deasupra pereților în acest scop și apoi îndepărtate după ce betonul s-a întărit. Grinda de legătură este fixată de perete prin unghiurile opuse ale armăturii, astfel încât să se prevină ridicarea acoperișului de către vânturile puternice (Fig. 9.3 și 9.4).

Grinzile pot fi construite și din lemn, cu aceleași dimensiuni ca și cele din beton, utilizând lemn masiv sau laminat. O versiune a codurilor de construcție pentru lut sau pământ compresat poate fi obținută din jurnalul de arhitectură Adobe Builder, care

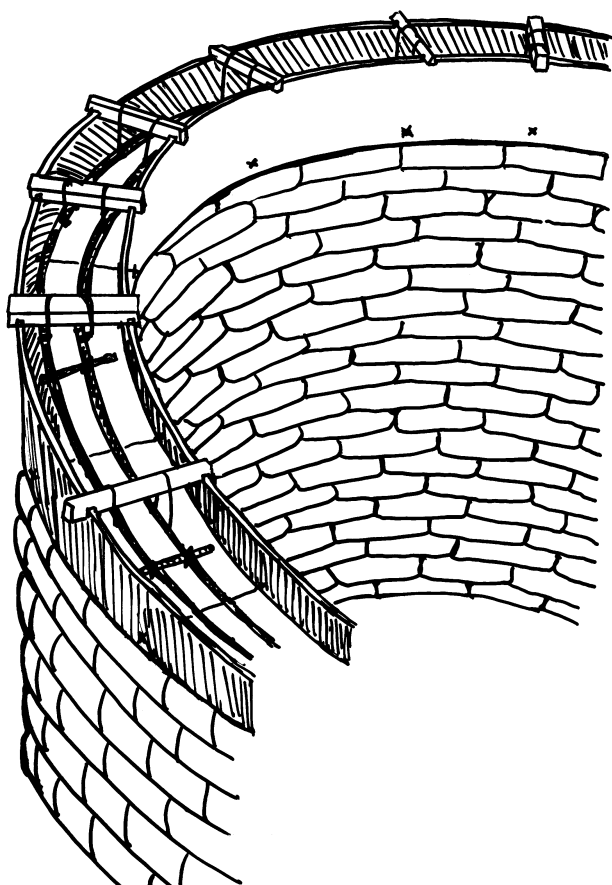
publică o carte pentru chirpici și o alta pentru pământ compresat, ambele în concordanță cu codurile de construcție (Fig. 9.5, 9.6 și 9.7).



**9.5: Grinzile de legătură, de asemenea, oferă o ancorare pentru atașarea și distribuirea greutății individuale a elementelor de acoperiș, indiferent dacă acestea sunt câpriori, grinzi sau bârne. În unele cazuri, pot dubla ca buiandrugii pentru deschiderile ușilor și ferestrelor.**



**9.6: O ramă de lemn de 5x15 cm, folosită ca un cofraj pentru grinda de legătură, se poate lăsa în locație și joacă un dublu rol în fixarea grinzilor acoperișului.**



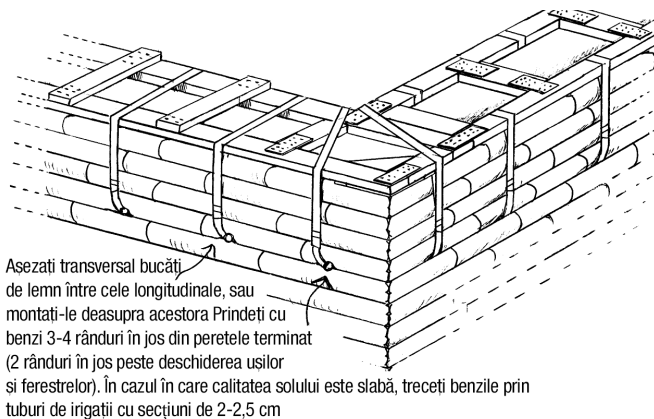
9.7: Pentru pereții curbi puteți folosi carton presat flexibil pentru cofrare.

Ca alternativă la grinzile grele prescrise de codurile de construcții, există și centura dintr-o scară din lemn ușor, culcată deasupra peretelui, ancorată cu bandă de polietilenă și fixată cu un dispozitiv de tensionare (Fig. 9.8). (A se vedea „Plăci (flanșe) de prindere” în acest capitol pentru mai multe informații despre învelirea cu polietilenă și dispozitivele de tensionare).

## Considerații despre costuri

Costul unui acoperiș poate egala sau depăși costul pe metru pătrat al tuturor zidurile exterioare luate împreună. Aceasta este situația în care se folosesc pentru acoperiș materiale convenționale de construcție. Cel mai simplu mod de a reduce costurile pentru acoperiș este de a construi structuri modeste ca dimensiune, cu deschideri relativ mici, și utilizarea de materiale cât mai puțin prelucrate posibil. De vreme ce rezistența la întindere este asigurată în fiecare strat de saci cu pământ și sârmă ghimpată în 4 puncte, integritatea structurii rezistă la eforturi, fiind mai puțin dependentă de grinda de legătură. Când construiți cu tuburi continue (în loc de saci), rezistența la întindere este crescută. Grinzile de legătură au locul lor în zonele cu seismicitate ridicată. Grinzile ar trebui luate în serios când doriți să construiți structuri mari și cu acoperișuri grele. Luați în considerare, de asemenea, faptul că multe tehnici de construcție din întreaga lume au supraviețuit cu succes celor mai dure condiții de mediu de-a lungul secolelor, înainte de introducerea grinzilor de beton. În construcția cu saci de pământ ne bazăm pe atenta proiectare,

precizie și concentrare în a ține totul împreună. Așa că haideți să explorăm soluțiile noastre distractive, rapide și simple.



Așezați transversal bucăți de lemn între cele longitudinale, sau montați-le deasupra acestora. Prindeți cu benzi 3-4 rânduri în jos din peretele terminat (2 rânduri în jos peste deschiderea ușilor și ferestrelor). În cazul în care calitatea solului este slabă, treceti benzile prin tuburi de irigații cu secțiuni de 2-2,5 cm

**9.8: Centura dintr-o scară din lemn ușor fixată deasupra peretelui cu bandă de polietilenă țesută.**

Steve Kemble spune: „construiți mai înainte scara, pe secțiuni, direct pe pământ, folosind fundația ca tipar”. Conectați secțiunile deasupra pereților cu ajutorul unui schelet metalic sau fixați placajul montat în diagonală pe colțuri.



**9.9: Pe această structură Anasazi din Chaco Canyon, New Mexico, se observă șipci și traverse originale, pe piatră și pereți din pământ, încă intacte după 1.000 de ani. Oare o casă modernă va rezista la fel?**

## Introducere la sistemul alternativ de acoperișuri fără grinzi (Fig. 9.9)

Arhitectura tradițională bazată pe lut a fost construită fără beton, oțel sau combustibili fosili. Suntem de părere că, în cele mai multe cazuri, legăturile de beton și grinzele grele din lemn sunt o utilizare inutilă de bani și resurse. (În cazul în care aveți în vedere construirea unui sistem de acoperiș pe o structură din saci cu pământ fără o grindă de legătură continuă, vă rugăm să consultați Capitolul 5). Ca o recapitulare și pregătire pentru construirea unui acoperiș fără grinzi de legătură, aceste caracteristici structurale ar trebui luate în considerare.

Noi nu recomandăm punerea unui acoperiș greu pe o structură cu pereți din saci cu pământ fără o grindă continuă din beton sau lemn. (Domurile sunt o categorie aparte, prezentate în Capitolul 11).

Toate aceste tipuri de acoperiș își direcționează greutatea drept în jos pe pereți. Când am întrunit toate caracteristicile de siguranță, suntem gata pentru a ridica acoperișul (vedeți Fig. 9.10).

## Flanșe (plăci de prindere)

Noi folosim flanșele pentru prinderea a aproape orice. Pentru acoperiș, ele lucrează bine și ca platforme de fixare a căpriorilor, traverselor sau a grinzilor. Funcția lor principală este de a distribui greutatea părților componente și de a se evita, astfel, adâncirea acestora în zidul din saci. Flanșa de prindere se atașează la elementul de acoperiș înainte de a-l ridica deasupra zidului. Când elementul este poziționat corect, flanșa este atașată cu cuie galvanizate de 7,5 cm.

Flanșa de prindere singură nu este suficientă pentru asigurarea căpriorilor. Grinda trebuie să fie ancorată ferm la perete pentru a preveni ridicarea de către vânt pe dedesubtul streșinii. Căpriorii pot fi asigurați prin legarea lor cu benzi sau pot fi legați de sistemul instalat cu trei sau patru rânduri de saci mai jos. Sistemul de legare este instalat în timpul construcției (Fig. 9.11a și b).

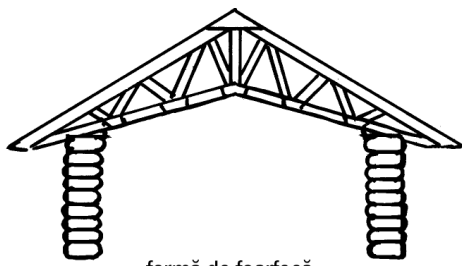
În plus față de metoda de ancorare, un alt rând de saci poate fi plasat deasupra flanșelor de prindere, între căpriori. Pe lângă faptul că adaugă o ancorare suplimentară la sistemul cu plăci, sacii umplu spațiul dintre căpriori până la acoperiș. Sacii oferă, de asemenea,

suport lateral fiecărui căprior. Puteți folosi oricare dintre aceste sisteme de prindere la fel de bine pentru grinzi și traverse (Fig. 9.12).

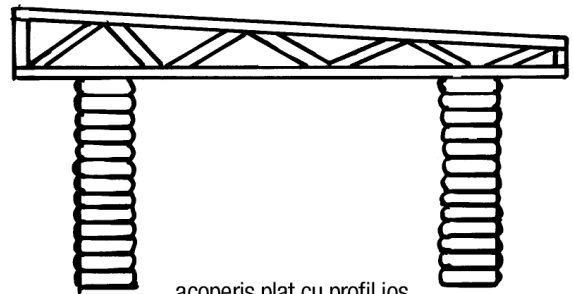
### Lista pentru succes

*Combinați toate aceste caracteristici:*

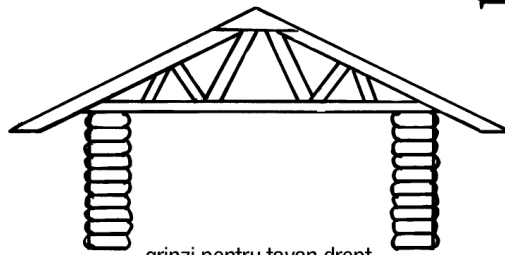
- *Asigurați un perete suficient de solid între deschideri.*
- *Păstrați deschiderile relativ mici.*
- *Integrați pereți interiori și/sau consolidați.*
- *Adăugați două rânduri de închidere.*
- *Păstrați deschiderile acoperișului mici sau construiți ziduri interne de sprijin, sau structuri cu stâlpi și grinzi.*
- *Alegeți un proiect de acoperiș care exercită presiune pe pereți și nu în afara lor.*



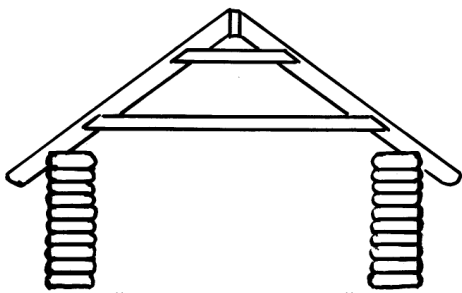
formă de foarfecă



acoperiș plat cu profil jos



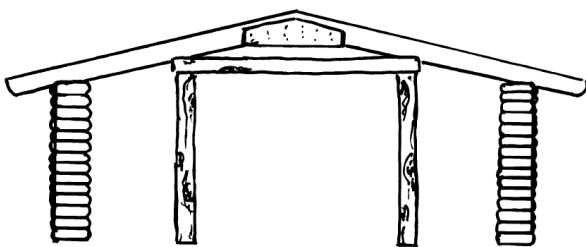
grinzi pentru tavan drept



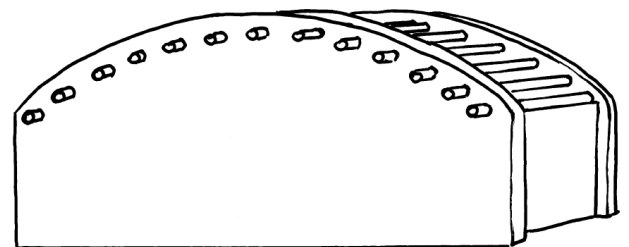
căpriori cu grinzi de coamă și traverse



acoperiș drept din bușteni tip viga cu parapeti

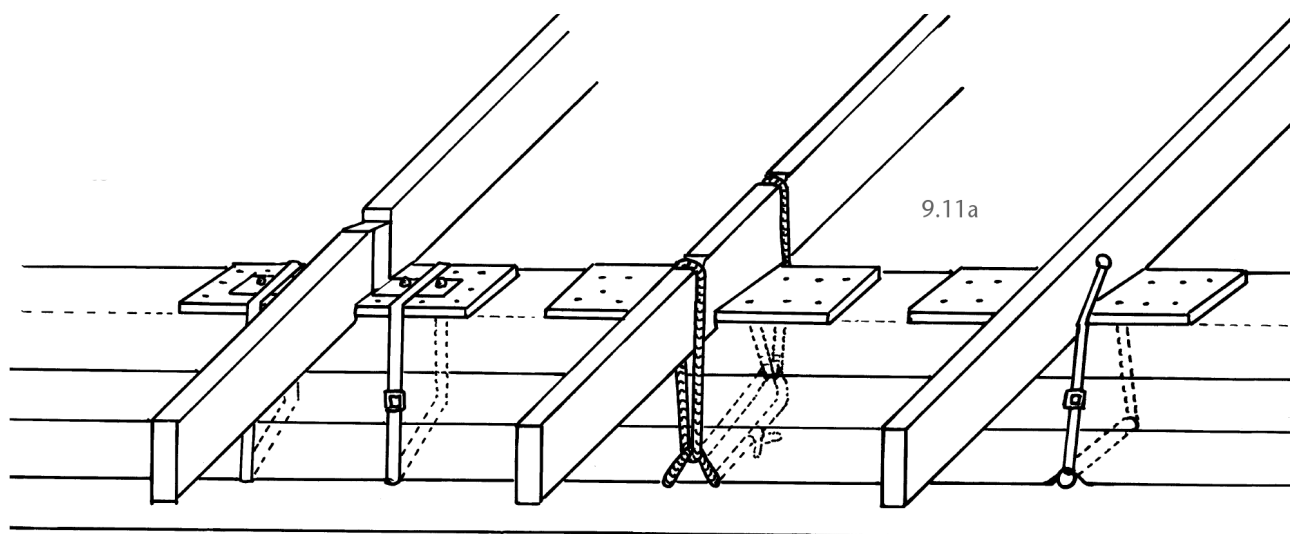


căpriori susținuți cu cadru de stâlpi și grinzi în interior



acoperiș boltit cu grinzi tip viga

9.10: Exemple de stiluri de acoperiș potrivite pentru clădiri din saci cu pământ.



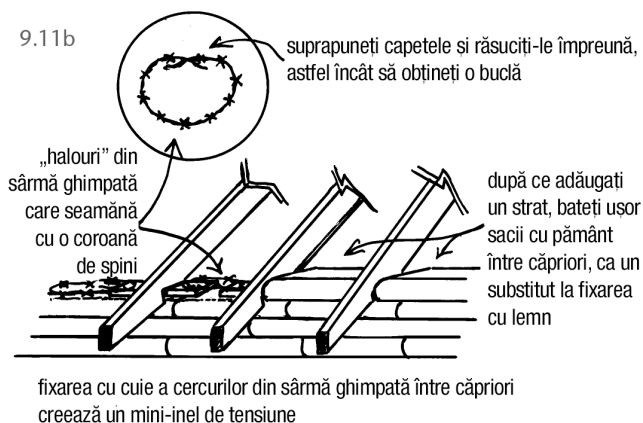
căprior prins în șuruburi de flanșă cu bride de oțel și strâns legat cu bandă de polietilenă

frânghie peste un căprior crestă, înnodată strâns prin capetele expuse ale unei bucle de frânghii înnodate

prindere cu bandă de polietilenă printr-un orificiu în căprior și o țeava de 2 cm diametru încastrată în perete

9.11a și b: Prinderea căpriorilor sau a grinzilor la pereții din saci cu pământ.

## Grinzi stil viga



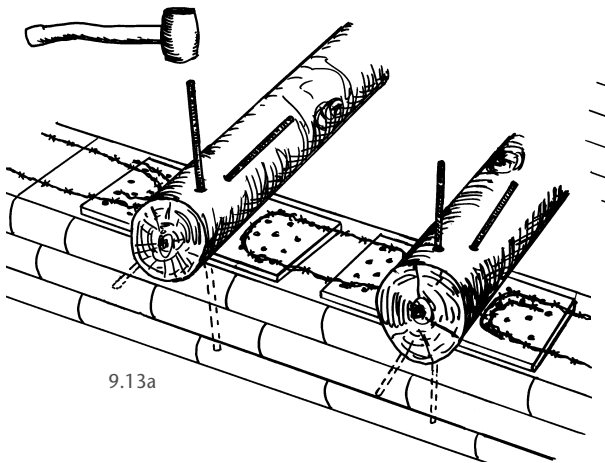
fixarea cu cuie a cercurilor din sârmă ghimpată între căpriori creează un mini-inel de tensiune

O alternativă la fixarea grinzilor stil viga este aceea de a le ancora cu armături metalice, prin orificii pre-găurite în unghiuri opuse (Fig. 9.13a și b).

Căpriorii și grinziile stil viga, concepute pentru acoperișuri plate sau puțin înclinate, pot fi fixate prin ridicarea unui parapet. La clădirile vechi din chirpici s-a folosit aceasta metodă ca sistem de prindere a grinzilor și s-a prevenit ridicarea lor prin punerea unei greutate deasupra. Această metodă este încă folosită în multe țări, fără adaos de grinzi de legătură din beton (Fig. 9.14).

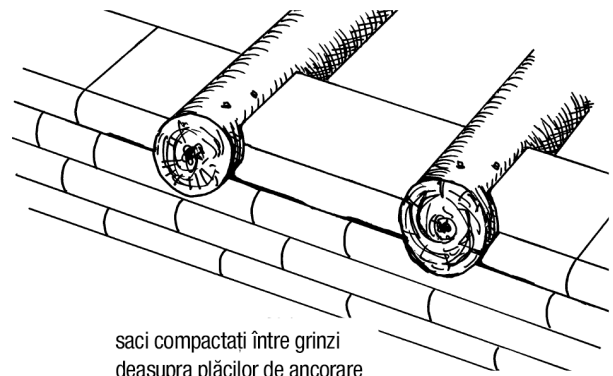


9.12: Ansamblul instrumentelor de legat. Clește pentru tensionat, 390 m sul de bandă (cu rezistență la 272 kg forță), cleme și clește pentru sertizare, costă aproximativ 130 dolari. Comparați totul cu prețul unei grinzi din beton.



9.13a

9.13a: Atașați grinda stil vigla la placa de prindere. Placa de ancorare fixată pe perete, cu cuie galvanizate de 10 cm. Orificiile pre-găurite la un unghi de aproximativ 20 grade prin grindă și flanșa de prindere. Introduceți barele de armătură (30 cm lungime) adânc în sacii cu pământ. Dacă pământul este uscat, dați găuri în sacii, cu un diametru ceva mai mic decât dimensiunea barelor. Turnați în gaură adeziv pentru beton și bateți barele (acesta nu va permite pământului să se crape). Fixați cu cuie cercurile din sârma ghimpată pe plăcile de prindere, între grinzi.



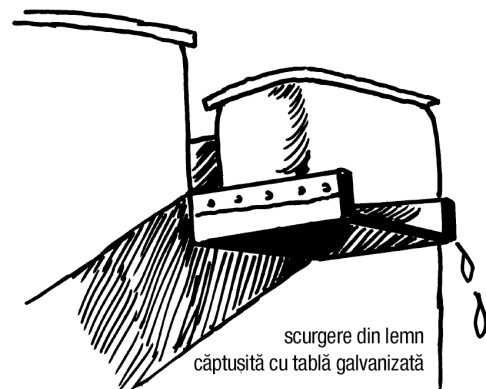
saci compactați între grinzi deasupra plăcilor de ancorare

9.13b

9.13b: Adăugați următorul rând de sacii cu pământ.



9.14: Acoperiș plat cu parapeti și scurgeri.



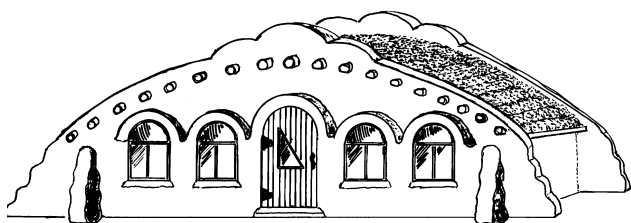
scurgere din lemn căptușită cu tablă galvanizată

9.15: Stil de scurgere din sud-vest.

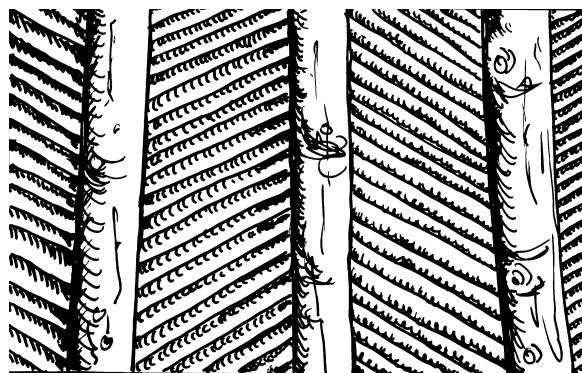
Acoperișurile închise complet cu parapetei au nevoie de scurgeri construite în ele. Scurgerile sunt burlane cu jgheaburi scurte, situate la limita inferioară a unui acoperiș puțin înclinat, care direcționează apa departe de pereții clădirii printre parapetei (Fig. 9.14 și 9.15).

## Acoperiș boltit stil viga

Un proiect cu care ne-am jucat a fost un acoperiș boltit stil viga ce utilizează parapetei pe două părți și streșini la capete. Este varianta noastră ca substitut organic și netehnologizat pentru o casă tip vagon. Forma ei lungă și îngustă prevede spații mici, în timp ce pereții interiori se intersectează, iar contraforturile externe adaugă stabilitate și farmec (Fig. 9.16 și 9.29).



9.16: Boltă stilizată din grinzi stil viga cu acoperiș viu.



9.17: Grinzile viga sunt așezate paralel, cu șipci poziționate într-un tipar alternativ diagonal.



9.18: Un excelent exemplu de clădire tip kiva din saci cu pământ este casa lui Penny Pennel (de 10,8 m diametru), care utilizează sistemul hexagonal de grinzi și stâlpi interiori care sprijină grinzile, lungi de 6 m. (Sursa: Penny Pennell)

Într-un climat moderat uscat, acoperișul poate fi izolat pe exterior cu un strat de acoperire cu paie, iar într-un climat umed poate fi însământat și transformat într-un acoperiș viu (vezi Figura 9.30 pentru detalii despre izolarea cu baloți de paie a unei construcții circulare cu acoperiș boltit viga). Căptușiți capetele grinzilor cu plăci flexibile, șipci (bețe) rezultate din dezmembrarea paleților (Fig. 9.17).



## Considerații speciale pentru case rotunde

Acoperișurile pentru clădiri rotunde tind să fie un pic mai complicate din cauza unghiurilor, dar compensează prin frumusețe și aerodinamică. Dacă doriți să construiți un acoperiș greu din lemn cu compresiune mare, centura continuă de grinzi este cea mai potrivită. Dacă, în schimb, doriți să folosiți flanșe de prindere pentru o clădire cu diametrul mare, elementele de acoperiș vor avea nevoie de suport adițional pe pereți interni sau pe stâlpi, care vor direcționa greutatea în jos și nu în exterior - mimând acoperișul unui hambar (Fig. 9.18 și 9.19).



9.19: Penny a utilizat un cadru din cherestea instalat deasupra grinzilor, acoperit cu placaj deasupra și izolat dedesubt.



9.20: Studio cu acoperiș de siloz.



9.21: Privind de jos, din interior, la inelul de compresiune pentru un acoperiș de iurtă.

## Siloz din saci cu pământ

Altă opțiune pentru acoperișul unei clădiri din saci cu pământ este utilizarea unui acoperiș metalic prefabricat pentru silozuri. Acoperișurile pentru silozuri sunt într-o multitudine de mărimi și pot fi achiziționate noi (independent de siloz) (Fig. 9.20).

## Iurte din saci cu pământ (Sistem de acoperiș cu compresie mică)

Acoperișurile pentru iurte sunt construite cu un inel de compresie în vârful acoperișului și un inel de tensiune printre punctele de sprijin ale streșinilor pe ziduri. Acoperișurile de compresie pentru iurte sunt, în general, construite din căpriori cu dimensiunile de 5x10 cm sau 5x15 cm. Inelul de tensiune este de obicei un cablu de oțel, tras prin căpriori la interiorul pereților (Fig. 9.21 - 9.23).

Anumite companii care construiesc iurte asigură părți componente de care aveți nevoie, doar pentru construcția acoperișului. Acoperișurile comerciale pentru iurte au deschideri de până la 9 metri diametru.

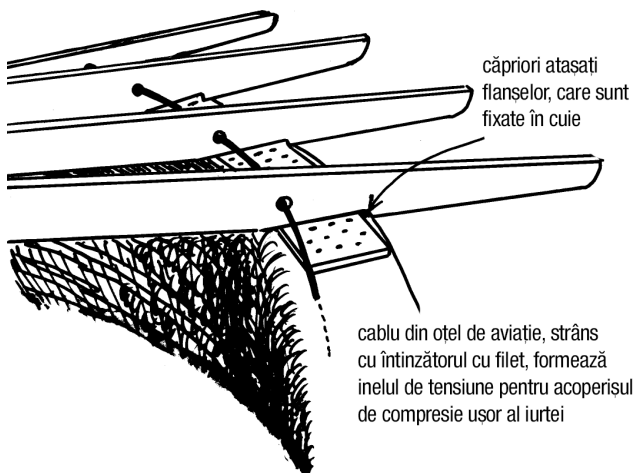
Căpriorii sunt aleși în funcție de greutatea stratului de zăpadă.

Sistemul acoperișului de iurtă poate fi adaptat la construcția cu pereți din saci cu pământ prin extinderea căpriorilor în exterior, pentru a oferi suport streșinilor — creșterea fiecăruia pentru a se potrivi pe plăcuțele de prindere și fixarea lor (Fig. 9.22).

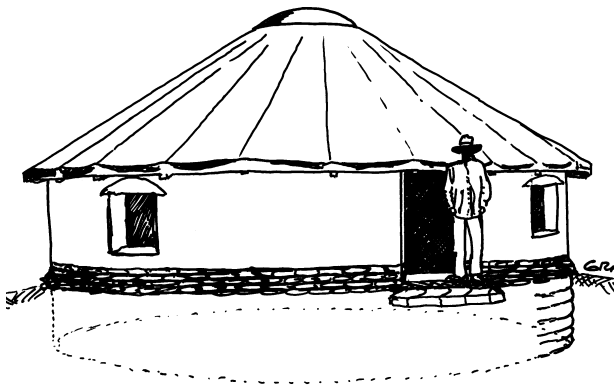
Alegeți oricare dintre metodele de fixare descrise mai devreme în acest capitol.

Acoperișurile de iurtă pot fi izolate și pot fi demontate și transportate. Utilizarea componentelor prefabricate prezintă anumite avantaje:

- Gata tăiate - fără deșeuri lângă construcție.
- Pre-construite - un plus când construiți conform normativelor.
- Ușor de asamblat – când altcineva a făcut proiectarea.
- Pot fi livrate pe șantier.
- De obicei economisesc timp.
- Cele mai multe au și o garanție.



9.22: Acoperiș din lemn ușor, stil acoperiș de compresie cu streșini extinse pe pereții din saci cu pământ.



9.23: Casă rotundă cu pereții sub nivelul solului și cu acoperiș prefabricat.

de deasupra, spirala se strânge în sine în loc să se separe, aceasta fiind dinamica opusă unui acoperiș de compresie (Fig. 9.24).

Pentru noi, acoperișul reciproc reprezintă un ideal, o metodă captivantă și frumoasă de a acoperi o casă fără o centură din grinzi (Fig. 9.25).



9.24: Privind în sus, în ochiul acoperișului reciproc.

## Acoperișul autoportant (reciproc)

Acoperișul autoportant (reciproc) este un sistem în spirală autosușținut. Este un exemplu ingenios de geometrie armonioasă și a fost reintrodus de un domn pe nume Graham Brown. Când este aplicată presiune



9.25: Inspirat de acoperișul reciproc, Jason Glick a proiectat un foisor cochet, căptușit cu saci de pământ ca bănci de șezut, în Grădina Tineretului din Moab, Utah.

## Un cerc înscris într-un pătrat

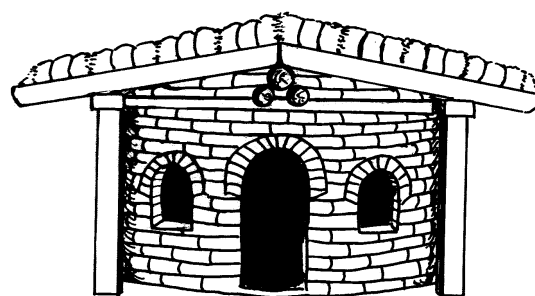
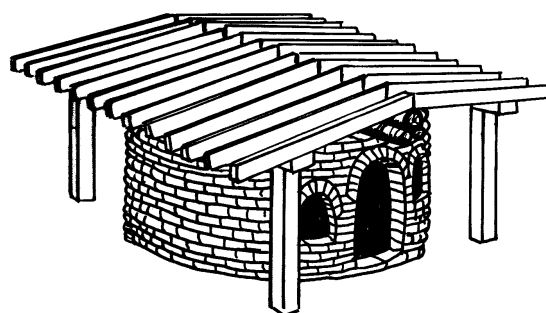
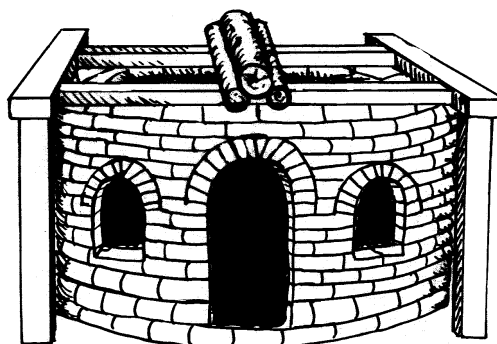
Puteți, de asemenea, să puneți un acoperiș pătrat pe o casă rotundă. Dacă utilizați grinzi prefabricate, probabil este cea mai eficientă cale de a construi un acoperiș pe o clădire rotundă. Poziționați stâlpi într-un pătrat în jurul casei. Conectați-i deasupra pereților cu grinzi. Deasupra și pe mijlocul clădirii puneți doi bușteni și încă unul deasupra lor. Legați-i bine. Așezați căpriorii legați de la grinda centrală, până la grinzile rectilinii (Fig. 9.26).

Ca alternativă, omiteți buștenii din centrul clădirii și puneți grinzi pe întreaga lățime. Umpleți golurile dintre căpriori cu un ultim rând de saci cu pământ și sârmă ghimpată. Acoperiți cu ce doriți.

Spațiile rotunde multiple și pereții cu formă liberă pot fi acoperiți utilizând strategii pentru acoperișuri rectilinii (Fig.9.27).

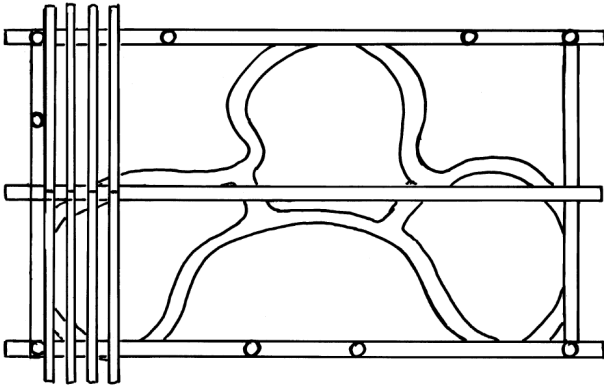
Adaptați la necesitățile voastre, gust și climat.

Lăsați-vă imaginația să zburde!



9.26: Acoperiș pătrat cu profil jos sprijinit pe o structură de stâlpi și grinzi exterioare, opțional cu strat de paie pentru „acoperiș viu.”

pereti cu formă liberă, acoperiți cu un fronton rectangular,  
văzut de sus



9.27: Structura exterioară de stâlpi și grinzi oferă un aspect interesant, protejând spațiul de locuit.

## Învelitori de acoperiș

Folosiți orice doriți. Orice avem la dispoziție și care este ieftin, ușor, reciclabil, îndeajuns, plăcut de lucrat și non toxic sau puțin toxic este ceea ce preferăm. Alison Kennedy a colectat rămășițe de țigle bituminoase, unele gratis, altele la jumătate de preț, de culori din stocurile epuizate. Ea tricotează, așa că le-a aranjat într-un tipar jucăuș (vedeți Fig. 9.1).

Învelitorile de acoperiș pentru clădirile din saci cu pământ pot fi din paie, plăci de teracotă, șindrila de cedru, plăcile numerelor auto, cutii de tablă turtite, acoperișuri din metal aruncate sau orice vă puteți imagina sau șterpeli. Noi produse sunt construite din anvelope auto și rumeguș, pentru a crea țigle

eco. Ideile voastre sunt de departe mai bune decât vă putem spune noi.

## Acoperișul viu (Fig. 9.28)

Utilizarea acoperișurilor vii are o lungă istorie, ce se întinde pe aproape toate continentele. Indienii nord-americani au construit o mare varietate de case îngropate, protejate cu gazon. Europa are o tradiție în ceea ce privește acoperișurile vii care se umplu cu floră spontană primăvara. Beneficiile unui acoperiș viu sunt descrise succint de Christopher Williams în cartea sa, *Meșteșugar din necesitate*.

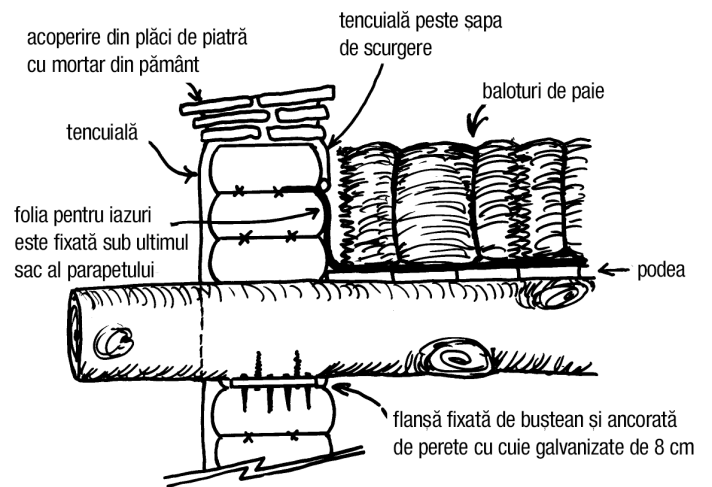
De-a lungul anotimpurilor, gazonul se înmulțește singur; rădăcinile se împletesc, iar acoperișul devine un întreg pe care ploaia și vremea rea doar îl întăresc. Iarna, tulpinile și frunzele uscate susțin zăpada pentru o izolare eficientă. Ploile de primăvară tasează iarba astfel încât să se scurgă surplusul de apă; apoi aduc acoperișul iar la viață. În timpul verii iarba crește lungă și efectiv reflectă căldura soarelui.

Este evident că un acoperiș viu este foarte greu. Orice șarpantă trebuie construită astfel încât să-l poată susține.

O altă versiune de acoperiș viu utilizează baloturi de paie ca substitut de gazon. Permițând paielor să se transforme în compost, se va dezvolta un mediu prielnic pentru propagarea ierburilor și florilor indigene. O metodă simplă de impermeabilizare este acoperirea cu o folie (EPDM) folosită la construcția iazurilor sau cu un material asemănător, apoi așezarea unui strat de baloturi. După ce poziționați baloturile, tăiați-le legăturile. Aceasta creează un acoperiș frumos, simplu, unistratificat și cu izolare exterioră (Fig. 9.29).



9.28: Un acoperiș viu în munții din Colorado.



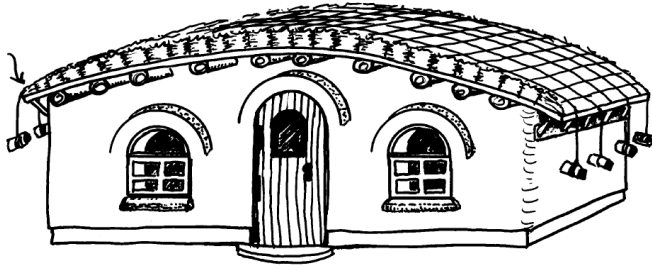
9.29: Detaliu al izolației la un acoperiș boltit cu bușteni stil viga.

Într-un climat uscat și cu mult vânt, acoperișul izolat cu baloturi de paie are nevoie de ancorare pentru a preveni împrăștierea sa. O metodă simplă găsiți aici (Fig. 9.30).

De-a lungul sud-vestului Statelor Unite, structurile tradiționale din chirpici aveau acoperișuri protejate cu un strat gros de pământ, susținut de bușteni și traverse. Puteți folosi orice variantă de izolare cu material solid care poate susține greutatea chirpiciului, precum spuma rigidă, baloturi de paie, cutii de conserve, sticle, zgură, piatra ponce etc (Fig. 3.31).

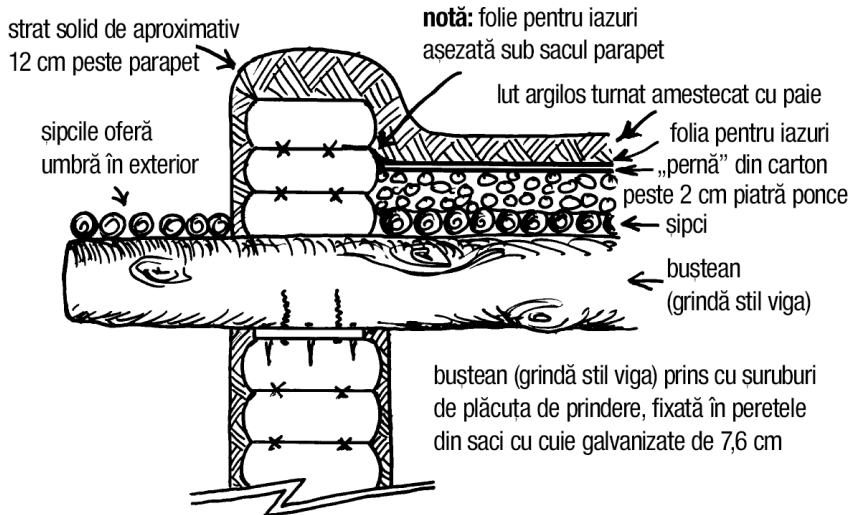
pentru reducerea volumului,  
ajustați baloturile  
care se întind dincolo de căpriori

acoperiș boltit cu bușteni  
tip viga, fără parapeti



atârnați pietre (sau lanturi grele)  
peste baloturi, ca măsură de  
siguranță împotriva vântului

9.30: Acoperiș izolat din baloți de paie fixați, în loc de gard din sârmă, cu pietre suspendate ca greutate.

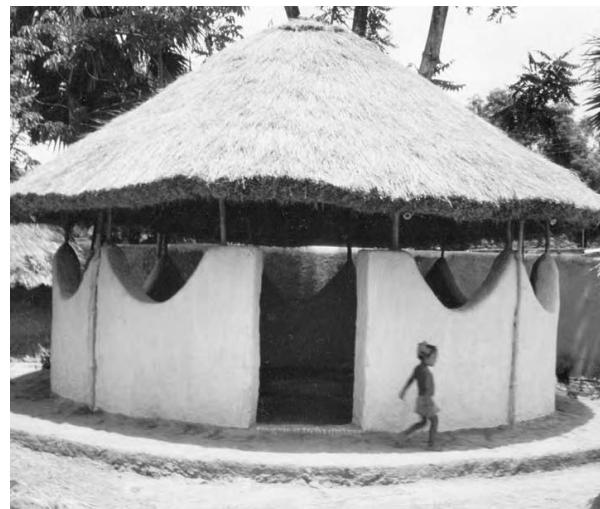


9.31: Izolație exterioră; acoperiș din lut turnat, pentru zonele uscate.

## Utilizarea resurselor locale

Acoperișul reflectă climatul, mai mult decât orice altă parte a unei case. Aici, în deșert, pământul brut poate fi cel mai rezistent material pentru acoperiș, în timp ce coasta nord-vestică oferă din abundență copaci ce asigură o acoperire indigenă pentru

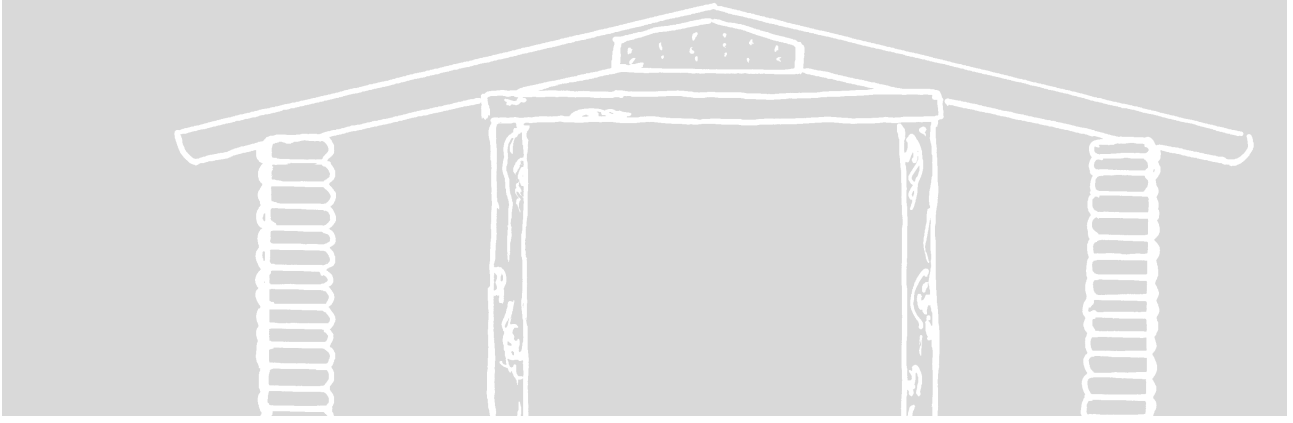
acoperișuri din lemn. Folosiți ceea ce aveți acolo unde vă aflați. Importați cât mai puțin posibil. Studiați metodele de construcție ale nativilor din zonele în care locuiți. Adaptați-vă. Lăsați mediul să vă fie ghidul estetic (Fig. 9.32).



9.32: Cu acoperișul său din paie și cu structura sa din grinzi, stâlpi și umplutură de pământ, casa Baul din Baulkutir, India, se integrează natural în mediul și comunitatea pe care o servește.







## CAPITOLUL 10

### Arce: Aducerea arcului înapoi în arhitectură

Ahhhh ... minunata arcadă! În fiecare an, milioane de oameni călătoresc mii de kilometri pentru a vizita Arches National Park din Moab, statul Utah, doar ca să stea lângă una dintre cele mai impunătoare și inspiraționale forme sculpturale ale naturii: arcada. Ei nu vin aici să vadă cutii și grinzi cu profil I. Ei vin să fie martorii magiei și frumuseții zdrobitoare a curbei. Arcada provine din cuvântul arc,

definit ca "parte a unui cerc, care este calea aparentă a unui corp ceresc deasupra și dedesubtul orizontului". Ca un curcubeu! Nu este întâmplător că cele mai sacre locuri de cult încorporează curba.

*10.1: Arcadă delicată în Parcul Național al Arcadelor din Utah. Această arcadă măsoară 9,9 m între picioare și are 13,5 m înălțime.*



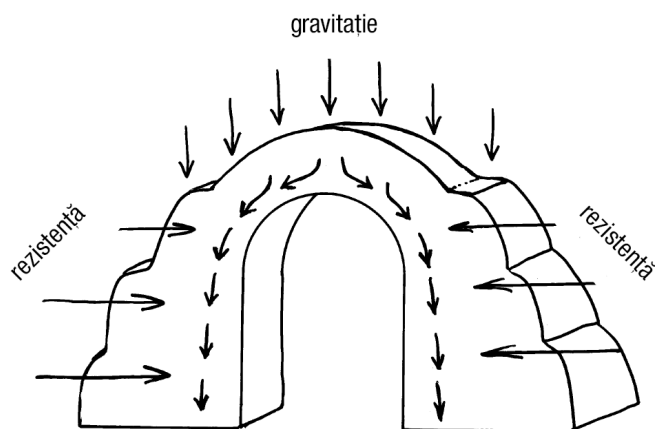
Trecerea prin curba unei uși arcuite sau privirea printr-o fereastră boltită reprezintă ceva special. Stând sub un acoperiș bombat, experimentați sentimentul nemărginirii. Într-o casă rotundă nu vă veți simți încolțit.

Trăim într-o țară cu arcade vechi, sculptate de forțele naturii. Da, considerăm natura cel mai desăvârșit artist. Oamenii sunt adesea inspirați de ingeniozitatea artistică a naturii. Natura este atât artist, cât și inginer. Cu mii de ani în urmă, oamenii au descoperit că frumusețea unei arcade stă în integritatea sa structurală. Îi puteți spune sculptură cu un scop. Arcada este uimitor de puternică. Când oamenii au început să folosească arcada în structurile lor, s-a născut o nouă definiție pentru arta construcțiilor. Noi nu spunem arhitectură a cutiei sau arhitectură a liniei (joc de cuvinte: box-itecture, linea-itecture). Arcada este cea care a inspirat nașterea denumirii Arhitectură.

## Dinamica unei Arcade

Povestea noastră de dragoste cu arhitectura de pământ a început cu prima construcție a unei arcade. Entuziasmul creștea cu fiecare piatră așezată la locul ei, anticipând îndepărtarea cofrajului și dezvăluirea magiei

spațiului interior. Ce dă arcadei calitățile sale magice? Forțele care acționează asupra ei și modul cum relaționează între ele sunt cele care definesc aparenta gravitație care sfidează natura arcadei.



când forțele de compresiune de deasupra se întâlnesc cu forțele de rezistență din ambele părți, forța rezultantă este transferată în jos spre pământ și nu în lateral

### 10.2: Dinamica unei arcade.

Potrivit Dicționarului Webster's New World, înțelesul cuvântului dinamic vine din termenul grec *dynamikos*, care înseamnă putere, tărie. Mai este definit ca „ramură a mecanicii care se ocupă cu mișcările corpurilor sub acțiunea unor forțe”. Definiția arcadei este „o structură curbată care suportă greutatea de deasupra unui spațiu deschis, ca la o ușă, pod etc.” Arcada este ținută în loc de două forțe opuse. Forța gravitației apasă în jos (compresiune), în timp ce forța de rezistență din ambele părți împiedică gravitația să aplatizeze arcada.

Rezistența este forța care întârzie, împiedică sau se opune mișcării (Fig. 10.2).

Toate arcadele care sunt construite stivind unități (chirpici, cărămizi, pietre, saci cu pământ etc.) utilizează compresiunea și tensiunea ca forțe dinamice opuse, concepute să asigure integritatea structurală.

Această forță care sfidează gravitația din ambele părți ale arcadei este furnizată de contrafortul arcadei. Arcada se bazează pe contrafort pentru a-și menține forma. Cu toate că forța de gravitație apasă greutatea pe cheia de boltă din vârf, forța rezultantă este transferată în laterale, unde întâlnește rezistența contraforturilor sau a zidurilor adiacente care oferă aceeași rezistență. Tensiunea creată de aceste două forțe naturale opuse ne-a oferit una dintre cele mai uimitoare caracteristici arhitecturale create de om sau natură (Fig. 10.3).

Natura pământului ca rezistență cuplată cu eterna atracție a gravitației se combină în construcția arcadei și a domului. Aceasta este dinamica magică a unei arcade. Aceleași forțe care împing și trag arcadele, domurile și bolțile, sunt și cele care le țin. Gravitația este o componentă structurală a acestei arhitecturi.

## Două arcade clasice

### Arcada romană (Fig. 10.4)

Arcada semisferică a fost utilizată de peste 6.000 de ani. Este în general menționată ca arcadă romană deoarece a fost intensiv utilizată pe timpul Imperiului Roman în construcția podurilor. Experimentații ingineri etrusci i-au învățat pe romani utilizarea cheii de boltă a arcadei, care le-a permis să construiască poduri extrem de puternice și durabile. Ideea este chiar simplă.

Imaginați-vă un inel din blocuri de pietre tronconice dispuse într-un cerc. Dacă ați utiliza o sfoară pentru a înfășura inelul și ați strânge-o, tot ce ați face ar fi să strângeți și mai puternic pietrele. Schimbați funia cu un cablu de metal, strângeți cu o bară de oțel și cercul de pietre va deveni și mai puternic! O forță extrem de puternică este necesară pentru a distruge un inel construit în acest fel. Pentru a crea o cheie de boltă, jumătate din acest inel de pietre a fost ridicat pe capetele sale. Într-un pod roman tipic arcuit, aceste capete se proptesc pe piloni făcuți din blocuri de piatră legate cu ciment pozzolanic. Suficienta consolidare sau pereții adiacenți asigură tensiunea, așa cum sfoara sau cablul

ajutau inelul de piatră. Greutatea pietrelor, cât și podul în sine, comprimă pietrele tronconice împreună, transformând arcada într-o structură extrem de rezistentă.

Căruțele grele și legiunile puteau trece podul construit cu arcade în condiții de siguranță, fără ca structura să se prăbușească. Multe dintre aceste poduri au supraviețuit Imperiului

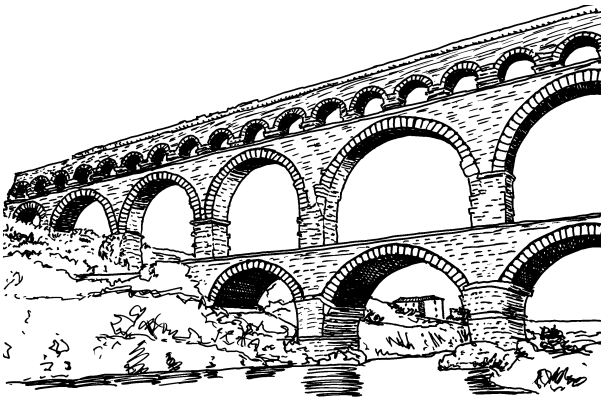


10.3: Landscape Arch, în Parcul National al Arcadelor din Utah. Arcada măsoară 91,8 m între picioare și are înălțimea de 31,8 m.

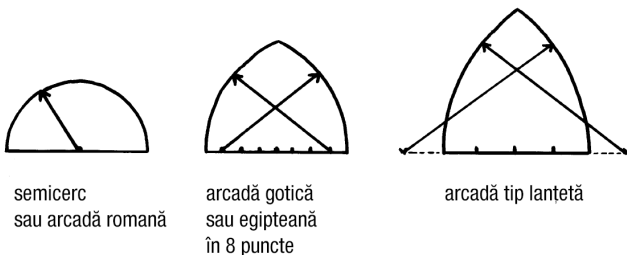


10.4: Această arcadă (sau boltă) romană construită din gresie, în Moab, Utah, își celebrează a 100-a aniversare.

Roman, epocilor medievale și timpurilor moderne, servind generalului Patton în timpul celui de-al doilea război mondial, precum îi serviseră lui Cezar cu aproape două milenii în urmă (Fig. 10.5).



10.5: Construit în timpul Imperiului Roman, Pont du Gard exemplifică utilitatea arcelor în construcția podurilor. Porțiunea inferioară este încă în uz ca parte carosabilă, în timp ce partea superioară a funcționat ca apeduct pentru mai multe secole.



10.6: Plasarea compasului determină unde începe linia nașterii arcului și stabilește forma arcadei. Cu cât vârful fix al compasului este mai îndepărtat de centrul bazei, cu atât arcada devine mai înaltă și mai abruptă.

## Arcada gotică

Pentru al doilea tip de arcadă clasică vom folosi termenul de arcadă egipteană sau, mai recent, arcadă gotică. În anii 1.200 abatele Suger din abația Sf. Denis, în afara Parisului, avea un plan pentru transformarea arcadei romane ghemuite și greoaie într-o minune arhitecturală a timpului său. Aceasta are o formă mai abruptă față de arcada romană.

De vreme ce aceleași forțe de compresiune sunt implicate în ambele tipuri de arcade, vom vedea cum înclinarea arcadei gotice direcționează forțele de compresiune într-un unghi mai abrupt și cum afectează aceasta performanțele sale, în comparație cu o arcadă romană.

Există mai multe tipuri diferite de arcade, ale căror nume sunt în mare parte auto-explicative: eliptică, plată, potcoavă, ogivală, obtuză, ciubuc (sau mulură), segmentată, semicirculară etc. Toate aceste arcade împart aceleași principii ale geometriei dar, de dragul simplității, vom aborda doar arcadele romane și gotice. Acestea sunt tipurile de arcade pe care le-am utilizat cu succes de la construcția primei arcade în stivă uscată. Nu spunem că oricare alt tip de arcadă nu s-ar preta la construcția cu saci cu pământ; noi încă nu am încercat cu altele!

## Primul pas:

### Desenarea arcadei (Fig. 10.6)

Pentru proiectarea unei arcade romane (pe hârtie), trageți o linie cu lățimea dorită a arcadei. Plasați acul de compas în centrul acestei linii. Extindeți creionul de la celălalt capăt al compasului la unul din capetele liniei. Rotiți creionul până în celălalt capăt al liniei. O arcadă romană este un semicerc perfect.

O arcadă gotică are o înălțime mai mare în comparație cu cea romană. De exemplu, o arcadă în opt puncte este un tip al arcadei în stil gotic. Pentru calculul unei arcade cu opt puncte, împărțiți baza în opt părți egale. Poziționați acul compasului în primul punct de la unul din capetele liniei de bază. Extindeți creionul până în capătul opus al bazei. Desenați un arc de cerc. Repetați operația din celălalt capăt al bazei.

Locul unde se vor intersecta cele doua arce de cerc, deasupra centrului bazei, descrie forma arcadei. Același principiu ca cel al arcadei cu opt puncte se poate utiliza pentru desenarea oricărei configurații de arcadă. Doar schimbați poziția acului de compas în alte locații de-a lungul bazei, chiar și în afara zonei definite

de arcadă. Acest punct de pivotare indică unghiul liniei de naștere a unei arcade.

### Linia nașterilor arcului

Curba interioară a unei arcade începe la linia nașterilor arcului. În construcțiile cu saci de pământ, aici e locul unde modelăm primul nostru sac evantai pentru inițierea începutului arcadei. Pentru a demonstra unde începe arcul liniei nașterilor arcadei de tip roman, atașați o coardă la centrul bazei semicercului. Deoarece coarda este ținută la partea exterioară a arcadei, ea indică unghiul sub care trebuie să conturăm sacii în jurul formei (Fig. 10.7).

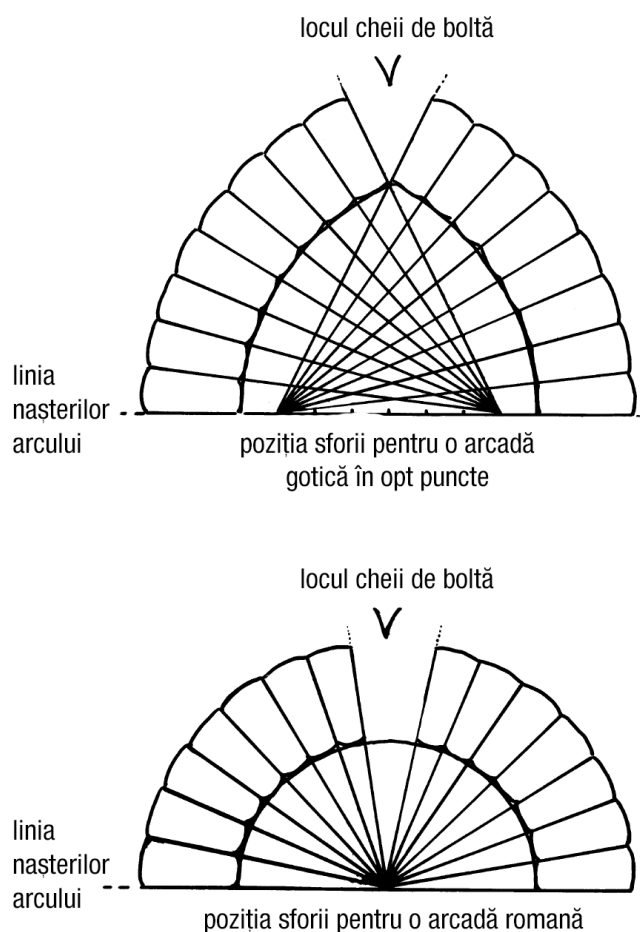
Deoarece arcadele egiptene sunt considerabil mai abrupte decât cele romane, necesarul de forme tronconice este mult mai mic pentru a le da forma specifică. După ce primul sac fixează modelul inițial, următorii saci vor fi aproape rectilinii ca formă, până ajung în vârful arcadei la locul cheii de boltă din vârful arcului (Fig. 10.8).

## Determinarea forțelor exterioare ale arcadei

Cu cât o arcadă este mai ascuțită, cu atât devine mai rezistentă. O arcadă ascuțită transferă greutatea de deasupra ei la o pantă cât mai aproape de verticală față de o arcadă joasă. Cu cât este arcada mai joasă, cu atât există mai multă presiune laterală, creând tensiune orizontală. De aceea, cu cât este mai joasă arcada, cu atât crește necesitatea de consolidare pentru a contracara împingerea orizontală.

Iată o metodă simplă pentru determinarea necesității de consolidare pentru orice tip de arcadă (Fig. 10.9).

Distanța dintre punctele B și C este egală cu distanța dintre C și D doar într-o singură situație la orice tip de arcadă. Plasând punctul pivotului unui compas arhitectural pe punctul D și capătul de trasare pe punctul C, roțiți compasul la 180 grade. Locul unde se intersectează cercul cu linia dintre C și E arată necesarul de consolidare pentru orice tip de arcadă (Fig. 10.10a și b).



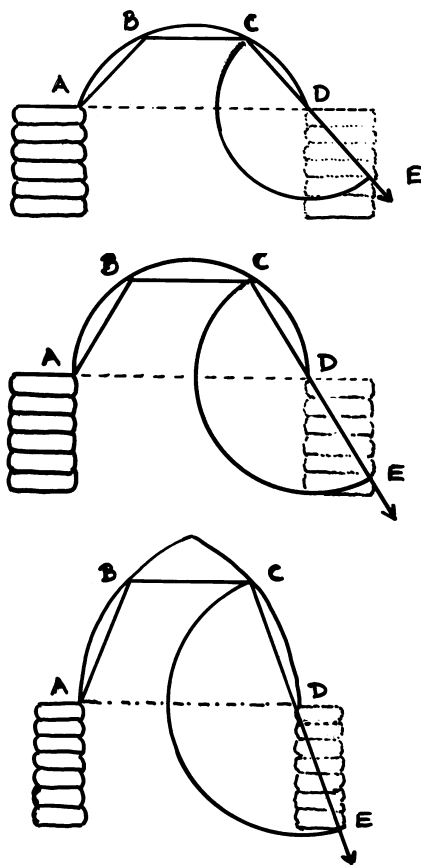
10.7: Exemple de arcadă gotică și romană cu pozițiile sfoarii și locul cheii de boltă.



10.8: Sfoara atașată servește ca ajutor vizual în determinarea unghiului potrivit pentru modelarea sacilor evantai.

Este ușor de observat faptul că este necesară mai puțină consolidare pentru o arcadă mai abruptă. Este valabil și în cazul domurilor, care reprezintă o arcadă rotită 360°.

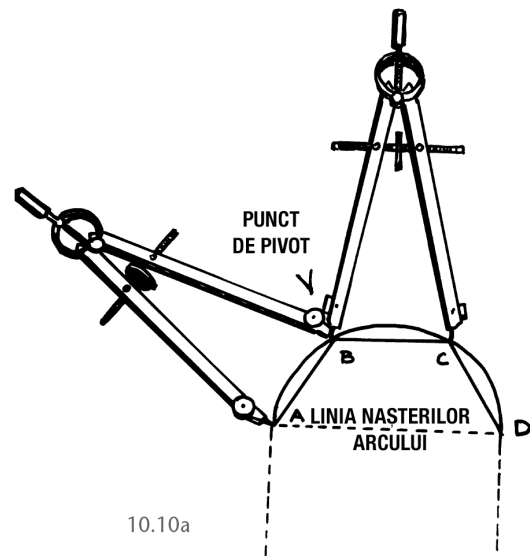
Într-un perete drept, avem nevoie să existe distanțe ample între orice deschideri, pentru asigurarea unui necesar de zid solid care să acționeze ca un contrafort. La un perete rotund putem construi un șir de arcade precum în Coloseum-ul roman, iar forțele laterale ale fiecărei arcade sunt contracarate de forțele arcadelor alăturate și tot așa, într-un cerc perpetuu de suport.



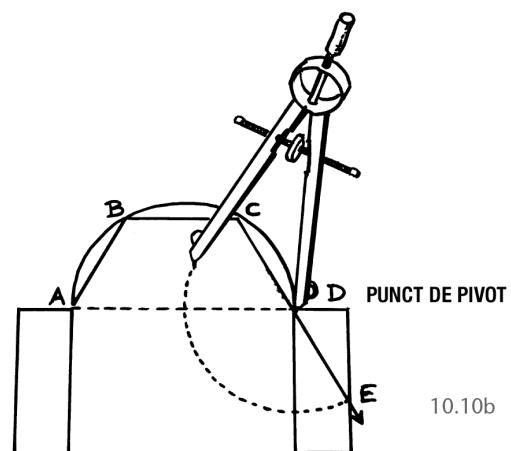
10.9: Punctul E (unde săgeata iese din semicerc) determină grosimea contrafortului necesar pentru a suporta forma arcadei.

## Curba catenară

O curbă descrisă de un lanț sau cablu flexibil care atârână sub influența gravitației este numită curbă catenară. În evul mediu zidarii se foloseau de echere și compasuri și, cel mai probabil, de lanțuri pentru a crea forme geometrice în piatră. Ei nu studiau teoreme și demonstrații, însă găseau forme naturale care stăteau în echilibru.



10.10a



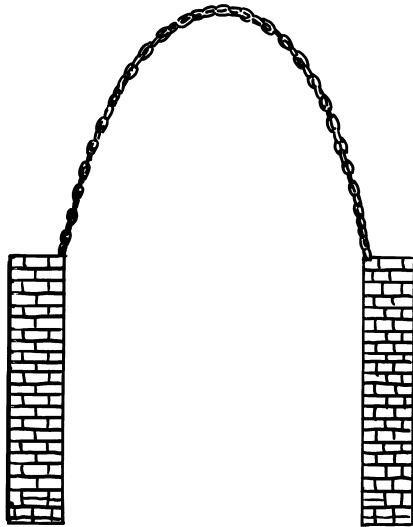
10.10b

10.10a și b: După utilizarea compasului pentru găsierea punctelor echidistante A,B,C și D, creați arcul între punctele C și E, utilizând punctul D ca punct al pivotului.





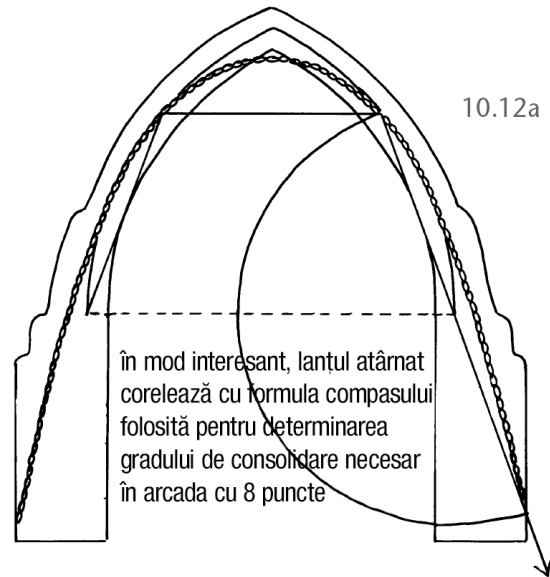
10.11a (sus): Lanțul atârnat între două puncte creează o curbă catenară, un arc în tensiune completă.



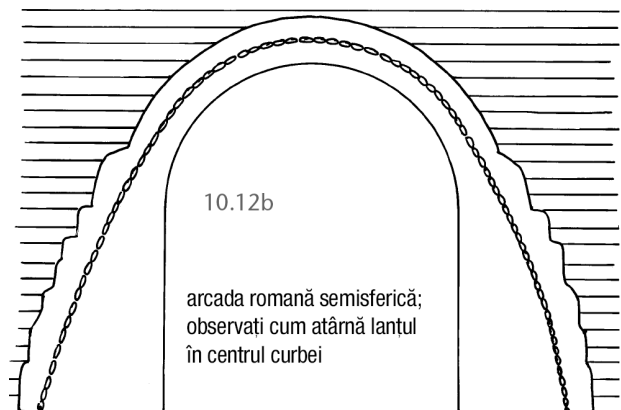
10.11b (dreapta): Când curba catenară din Fig. 10.11a este întoarsă invers, creează un arc în compresiune completă.

În 1675, omul de știință englez Robert Hooke a determinat modul în care acești zidari timpurii au realizat artefacte aproape magice de zidărie. Practic Hooke a arătat că, dacă va așeza un lanț între două puncte, acesta se va stabiliza în mod natural și complet cu compresiune zero. Cu alte cuvinte, tensiunea din legături este aceeași pentru fiecare legătură. Dacă am suda bucățile și le-am

întoarce invers, am obține forma unei arcade în compresiune completă. (Fig.10.11a și b).



în mod interesant, lanțul atârnat corelează cu formula compasului folosită pentru determinarea gradului de consolidare necesar în arcada cu 8 puncte



10.12b

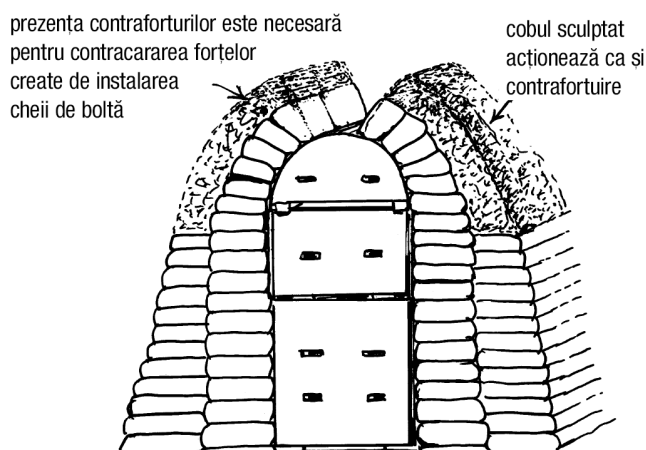
arcada romană semisferică; observați cum atârna lanțul în centrul curbei

10.12a și b: În liniile de forță ale fiecărei arcade de succes rezidă amprenta curbei catenare. Fiecare formă de arcadă, fie că este înaltă și subțire sau joasă și cu pereți groși, este proiectată să conțină în sine echilibrul natural al lanțului atârnat.

Atârnați un lanț peste un desen al unei arcade întoarse și veți vedea unde sunt forțele laterale de împingere. Lanțul trebuie să atârne în interiorul arcadei și al pereților de suport, astfel încât să se anuleze forțele de presiune care împing pereții în exterior. În cazul

arcadelor cu profile joase, forța orizontală are tendința de a îndepărta picioarele. Din această cauză, contraforturile sunt vitale pentru construcția arcadelor, iar arcadele construite cu saci de pământ nu fac excepție (Fig. 10.12a și b).

Acesta este un alt mod de a arăta faptul că, cu cât profilul arcadei este mai mic, cu atât crește necesitatea contraforturilor. Un profil mai înalt necesită mai puține contraforturi; forța orizontală este contracarată de tensiunea contraforturilor. Odată ce arcada (și contraforturile sale) se potrivește curbei catenare, analiza forțelor se realizează fără utilizarea unei formule matematice. Pentru construcția de arcade cu unități stivuite, fie chirpici, piatră sau saci cu pământ, puteți începe prin a le vedea și nu a le calcula. Deschiderile arcadelor construite cu unități suprapuse sunt concepute în altă arie a psihicului uman față de deschiderile rectilinii din oțel, beton și lemn. Probabil din această cauză ele ating o porțiune diferită a psihicului.



10.13: Fără consolidare suplimentară pe fiecare parte a bolții, cheia de boltă ar forța pereții de sub arcadă.

## Bolți

O boltă este, în esență, o arcadă adâncă, precum un tunel. Există două strategii pentru construcția bolților. Bolțile cu cheie de boltă utilizează aceleași cofraje care se folosesc la sprijinirea arcadelor până când cheile de boltă sunt așezate. Formele trebuie să suporte întreaga lungime a bolții. Din cauza forțelor direcționate în exterior de la cheia de boltă, acest tip de boltă necesită o cantitate imensă de consolidare.

Acesta este tipul de boltă pe care l-am construit la intrarea în Honey House.

Pentru crearea unei bolți, am extins cutiile și formele arcuite astfel încât să se potrivească cu lungimea mărită și, în același

timp, am consolidat grosimea pereților cu contraforturi ce contracarează forța de compresiune cauzată de cheile de boltă (Fig. 10.13). O lucarnă în formă de arcadă gotică va direcționa forțele de compresiune în jos, mai degrabă prin picioare decât prin părțile laterale, necesitând o cantitate mică de consolidare în comparație cu arcada romană.



10.14: Zidarii nubieni încorporau curba catenară în construcția bolților înclinate.

## Bolțile înclinate

Un alt stil de construcție a bolților este bolta înclinată. Acesta a fost dezvoltat de constructorii nubieni ca metodă de construcție a arcadelor cu mai puțin material și fără cofraje. O arcadă înclinată transferă cea mai mare parte din forța sa de compresiune pe orice este atașată, mai degrabă decât în lateral, precum o arcadă cu cheie de boltă.

Peretele pe care se sprijină bolta este sprijinul său și trebuie să aibă o grosime substanțială, pentru a contracara greutatea bolții înclinate. O arcadă înclinată se poate construi cu reazem pe un perete gros vertical sau pe peretele înclinat al unui dom (Fig. 10.14).

Bolțile înclinate fără reazem sunt mai ușor de construit cu cărămizi decât cu saci de pământ. Mici bolți înclinate construite cu saci de pământ pot fi construite ca lucarne la intrarea într-un dom, totuși este dificil de construit lângă un perete vertical doar cu saci cu pământ.

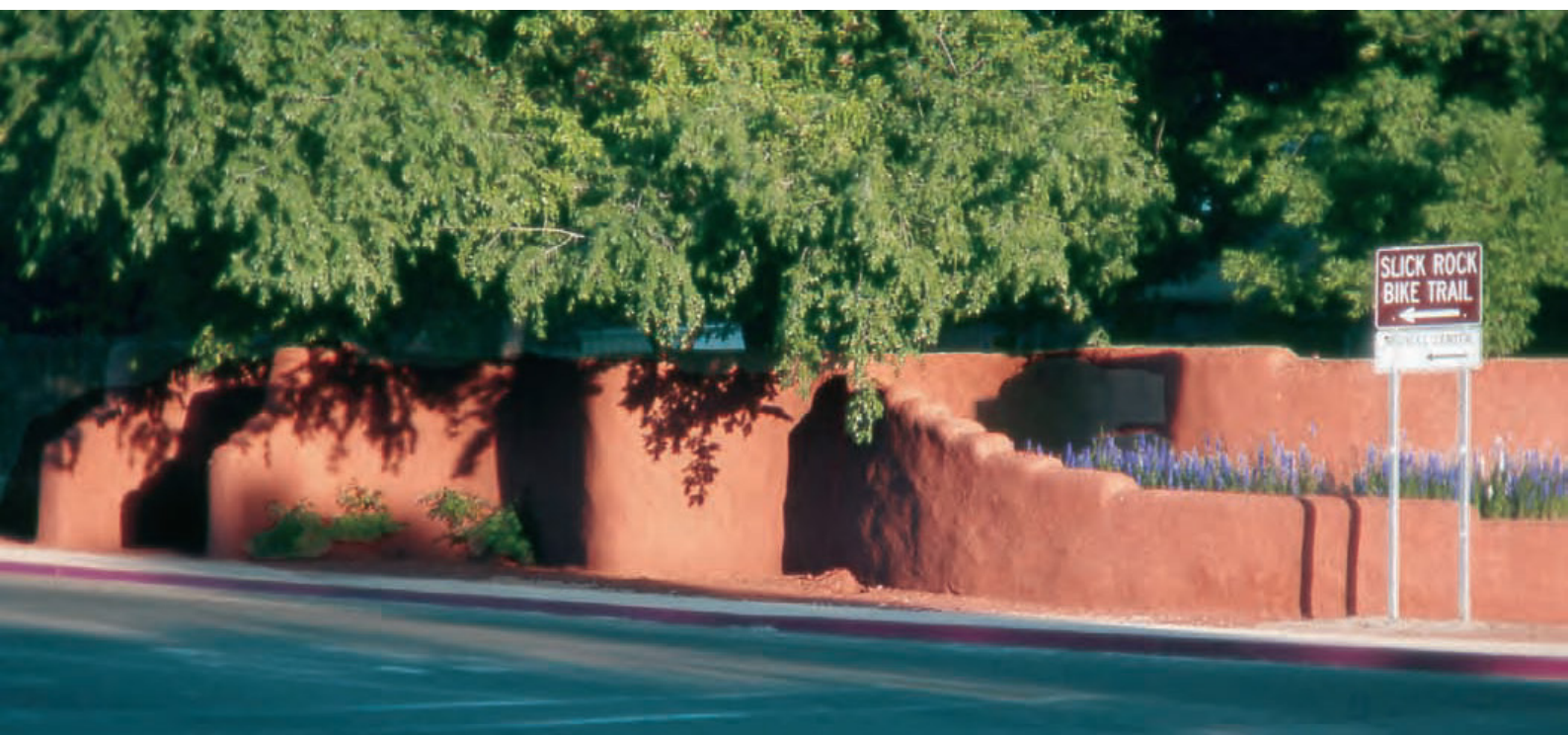
Noi nu am experimentat cu bolți de sine stătătoare de nici un fel, și acesta este motivul pentru care nu le prezentăm în detaliu în această carte. Am găsit ideea de a construi bolți înclinate din saci cu pământ dificilă. Poziția înclinată a sacilor sau a tuburilor cu pământ face tasarea în unghiuri ciudate. Sunt necesare schele, pe măsură ce panta devine prea abruptă și așezarea doar pe sârma ghimpată devine un act de jonglerie. În general nu ar întruni principiile DPST. Pentru alte funcții în afară de lucarne mici ar fi mai ușor de construit bolți din lut, așa cum zidarii nubieni au construit de secole, cu cărămizi din chirpici.





Acest perete din saci cu pământ proaspăt construit a fost realizat într-un weekend la Atelierul de lucru Colorado Natural Building din 1999, care a avut loc în Rico, Colorado (Fig. 1, stânga).

Zidurile din saci cu pământ ale Serenei Supplee și Tom Wesson, construite pe un colț de stradă aglomerat, oferă intimitate, protecție sonoră, precum și un spațiu încorporat pentru plantat flori. Moab, Utah (Fig. 2, jos).



Honey House, cu sacii expuși și formele temporare de arc din lemn, este o cupolă în straturi decalate, auto-susținute, din saci cu pământ (Fig. 3, stânga jos).

Interiorul, îngropat două picioare, servește ca un confortabil studio de redactare (Fig. 4, dreapta).

Exteriorul este protejat cu un acoperiș de lut roșu tencuit și cu tencuieli de var pe suprafața peretelui vertical.



Această casă din saci cu pământ autorizată a fost proiectată cu gust și construită cu un buget foarte restrâns de proprietarul/constructorul Alison Kennedy.

Jgheburile de apă sculptate direcționează apa de ploaie în josul contraforturilor, departe de fundație (Fig. 5, dreapta).





Un acoperiș convențional din grinzi cu zăbrele în stil coamă de colț protejează peretele cu tencuială de var stil frescă (Fig. 6, sus).

Interiorul pune în lumină o bucatărie deschisă, podele turnate din chirpici și pereți tencuiți în întregime cu pământ (Fig. 7, jos).



Această casă grațioasă integrează pereți din tuburi cu pământ și cupole din cărămidă superficială tip "Boveda" ascunse de parapete, proiectate și construite de Mara Cranic în Baja Sur, Mexic (Fig. 8, dreapta și Fig. 9, dreapta jos).

Tencuiala stabilizată din ciment pulverizat accentuează contururile pereților din tuburi (Fig. 10, stânga jos).







Ziduri de sprijin construite de Susie Harrington și Kalen Jones pe mai multe niveluri, în trepte, Moab, Utah (Fig. 11, jos).





Pereții din saci cu pământ sunt ziduri solide și atractive, care oferă intimitate și izolare față de sunet și de vânt, adaptabile la mai multe climate.

Peretele curții lui Mitchell May, lung de 275 m, din saci cu pământ, este acoperit cu o tencuială de ciment/var, în Castle Valley, Utah (Fig. 12, sus și 13, dreapta).

Peretele serpentină a lui Carol Owen, cu ferestre arcuite, este dotat cu un finisaj de "gresie" din var frecat cu mâna, Moab, Utah (Fig. 14, stânga jos).





Sarah Martin și Monty Risenhoover au construit un spațiu de locuit de aproximativ 20x6 metri pe Comb Ridge Trading Post în Bluff, Utah. Interiorul dispune de o bogată tencuială roșu Chinle, grinzi de pin ponderosa și o podea din cărămidă arsă încrustată (Fig. 15, stânga sus)

Interiorul acestui canton de 70 metri pătrați, construit de Biroul de Administrare a Terenurilor în afara

localității Bluff, Utah, este finisat cu tencuieli de pământ colorate în stare naturală, colectate de pe terenuri publice din apropiere (Fig. 16 și 17, jos și dreapta sus).

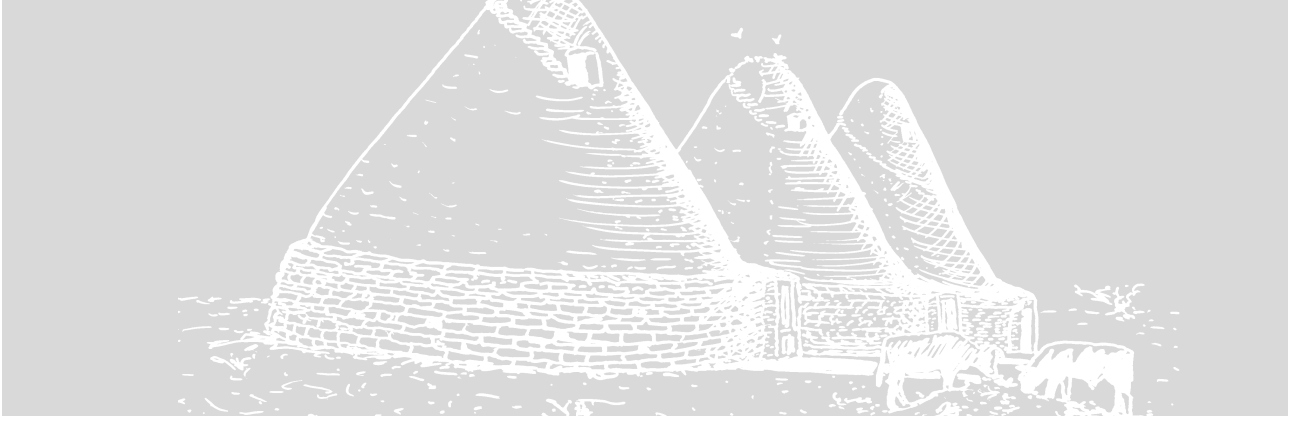


Peretele din saci cu pământ consolidat și contrafortuit oferă stabilitate structurală și sprijin pentru un raft de uscare în această seră hibridă din saci cu pământ/baloți de paie, construită de Youth Garden Project - Moab, Utah (Fig. 18, dreapta). Ghiveciul din saci cu pământ al lui Eddie Snyder împodobește intrarea într-un popular restaurant în Moab, Utah (Fig. 19, stânga jos).



Adevărul este acesta - o fereastră din saci cu pământ dezvăluie totul! (Imaginea finală, dreapta jos).





## CAPITOLUL 11

### Dinamica unei cupole

*"Dreaptă este calea datoriei și curbă este calea frumuseții."*

Hassan Fathy (1900-1989)

Noi simțim că aceasta este situația în care sacii cu pământ își dezvăluie cel mai mare potențial; pentru noi, aceasta este esența construcțiilor din sacii cu pământ. Putem să construim o casă întregă de la fundație și pereți până la acoperiș, folosind un singur

sistem. (Pentru a înțelege mai bine dinamica unei cupole, vă rugăm să citiți „Dinamica unei arcade”, în Capitolul 10, pentru o mai bună familiarizare cu limbajul și principiile care sunt proprii ambelor).

Am vorbit despre și am demonstrat sistemul de construcție al pereților din sacii cu pământ.

*11.1: Moscheea Dar al-Islam din Abiquiu, New Mexico, proiectată de Hassan Fathy.*



Am ridicat în slăvi virtuțile colțurilor transformate în curbe și magia cercului față de pătrat. Acum vom pune totul împreună pentru a construi una dintre realizările ingineresti cele mai sofisticate ale naturii, cupola.

## Dinamica

Natura este utilitaristul suprem. Ea combină funcționalitatea cu forma, folosind cea mai simplă strategie pentru a obține cel mai înalt nivel de integritate structurală, cu cel mai mic volum de materiale. Luați un ou crud, proaspăt, puneți-i capetele în ambele palme și strângeți cu toată puterea. Această membrană subțire, aparent fragilă va rezista efortului vostru. Ca și oul, o cupolă este proiectată cu ajutorul unui perete cu dublă curbură; el se curbează în ambele planuri, orizontal și vertical, în același timp.

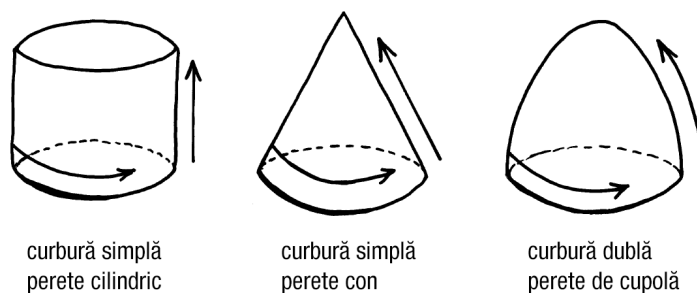
Pentru a înțelege mai bine dinamica a unui perete cu dublă curbură, să comparăm o cupolă cu un cilindru și cu un con.

Un cilindru (un perete rotund vertical) se curbează într-o singură direcție, orizontal, în timp ce laturile rămân perfect verticale. Un con de asemenea se curbează într-o direcție orizontală și, deși scade în circumferință la

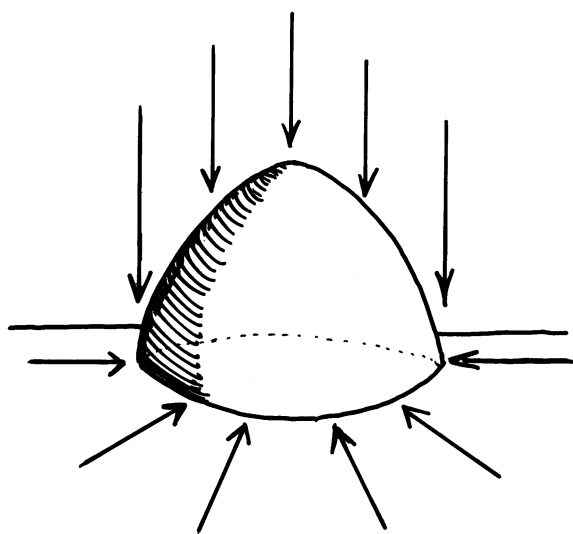
un capăt, el totuși menține un profil liniar. Cupola se curbează atât pe orizontală cât și pe verticală, producând o formă sferică. Din punct de vedere tehnic, profilul unui dom poate fi de multe forme, variind de la o sferă joasă la o formă parabolică, cum ar fi capetele opuse ale unui ou (Fig. 11.2).

Cupolele de lut se bazează pe două forțe naturale opuse pentru a le ține împreună: gravitația și tensiunea.

Această acțiune de echilibrare a presiunii descendente care întâlnește rezistența perimetrului este o tehnică de inginerie foarte sofisticată și a fost folosită timp de milenii. Cupolele construite din unități individuale, cum ar fi blocurile din chirpici, piatră, și, în cazul nostru, saci (sau tuburi) cu pământ, folosesc gravitația și rezistența ca pe niște dispozitive structurale integrale. Aceste forțe le diferențiază de un dom geodezic sau de unul din beton turnat, care se bazează pe un cadru monolitic pentru a le ține (Fig. 11.3).



11.2: Comparație a trei forme: un cilindru, un con și o cupolă.



11.3: *Dinamica unei cupole. Gravitația încearcă să tragă toată masa pământului în jos (compresiune), în timp ce perimetrul exterior al domului se bazează pe un „inel de tensiune”, care împiedică împrăștierea pereților.*

Ca și o arcadă, o cupolă este atât de puternică, pe cât este consolidarea sa. O cupolă, totuși, se auto-susține și nu are nevoie de nici un alt cofraj structural decât cele pentru ferestrele arcuite și pentru deschiderile ușilor. O cupolă este o arcadă construită pe etape. Punctul în care începe linia nașterii arcului este acolo unde trebuie să fie prezentă consolidarea.

## Tehnici tradiționale de construire a cupolelor

Curbarea este o tehnică cunoscută cu mii de ani în urmă. Aceasta implică așezarea

rândurilor de cărămidă mai degrabă pe orizontală decât înclinate. Fiecare rând este deplasat ușor față de cel precedent, de fapt așezat în consolă peste cărămizile care stau la bază. Acest lucru creează un profil în formă de con, mai degrabă decât emisferic (Fig. 11.4).

O altă tehnică tradițională de construcție a cupolei folosind cărămizi din chirpici se numește stil de zidărie nubian, o tehnică dezvoltată de către constructorii din Egiptul de Sus în urmă cu peste trei mii de ani. Ei au așezat cărămizi de chirpici sub un unghi, începând de la linia nașterilor, ceea ce le-a permis să obțină un profil de formă semisferică. Cum cărămizile urmăresc profilul, unghiul cărămizilor este aproape vertical atunci când ajung la vârful cupolei (Fig. 11.5). Cele mai comune modele, utilizate pentru cupole din cărămizi de chirpici din Orientul Mijlociu și Mediterană, au pereți verticali care sunt fie rotunzi, fie pătrați și care se ridică de la nivelul solului până în partea superioară, punct de la care este construită o cupolă puțin adâncă, semisferică sau parabolică.

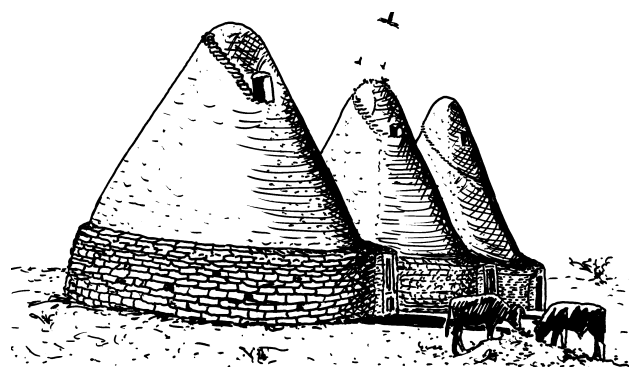
În tehnicile tradiționale, împingerea orizontală a unui acoperiș cu o cupolă puțin adâncă este contracarată prin creșterea grosimii pereților de două sau de trei ori cât grosimea cupolei,

oferind masă suplimentară pentru consolidare. Construirea mai multor cupole care se sprijină pe același perete anulează forța orizontală unde se întâlnesc cupolele. Contrafortuirea laterală poate fi încorporată strategic pentru un plus de stabilitate (Fig. 11.6).

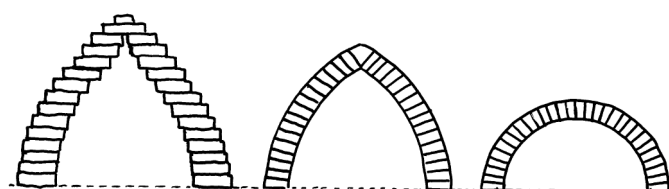
## Grinzi de legătură

Astăzi, o cupolă joasă din cărămidă cu o formă emisferică folosește o grindă de legătură din beton la linia nașterilor arcului ca un inel de tensiune pentru a contracara presiunea provocată de forțele orizontale create. Cu cât este mai aplatizată cupola, cu atât mai multă presiune este exercitată pe părțile laterale. Fără inelul continuu de tensiune creat de grinzi de legătură, forța orizontală de la cupolă ar împinge pereții de sub ea și s-ar prăbuși (Fig. 11.7).

Mexicul are un stil tradițional de a construi cupole, din cărămidă numită Boveda. Cupolele Boveda sunt similare în construcție cu zidăria nubiană, caz în care cărămizile sunt așezate sub un unghi din ce în ce mai mic, așa încât cupola să se închidă în partea de sus (Fig. 11.8).



11.4: Aceste cupole din straturi decalate de piatră și cărămidă, construite în secolul al XV-lea în Zacatecas, Mexic, sunt încă folosite și astăzi de către localnici pentru a stoca cereale, precum și pentru alte scopuri.

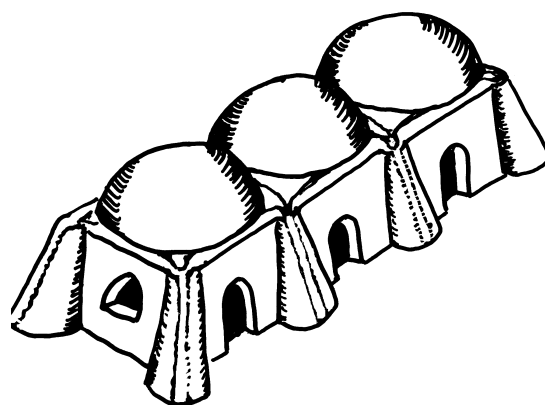


unitățile stivuite ale cupolelor în straturi sunt construite treptat, creând un dom înalt de formă ascuțită

cărămizile stilului nubian sunt cimentate sub un unghi din ce în ce mai mare, pentru a forma acest dom de formă egipteană

cărămizile stilului nubian sunt înclinate sub un unghi extrem pentru a forma acest dom roman semisferic

11.5: Așezarea straturilor decalate, în comparație cu tehnica de construcție a stilului nubian de cupolă.



11.6: Tehnici tradiționale de contracarare a forței orizontale a unui acoperiș cupolă puțin adânc; creșterea grosimii pereților, construirea mai multor cupole, încorporarea consolidării laterale.





11.7 (sus): Grinzile de legătură din beton acționează ca un inel continuu care împiedică pereții cupolei să fie împinși în exterior.



11.8 (jos): Clădirile Boveda sunt construite la un profil aparent imposibil de aplatizat, cu cărămizi de multe ori lăsate expuse în interior. Bovedero: Ramon Castillo. Sursa: Mara Cranic.

Explicăm termenii și tehnicile utilizate în clădirile tradiționale și contemporane tip cupolă din lut, pentru a vă familiariza cu limbajul și pentru a sublinia diferențele (și asemănările) în comparație cu o cupolă din saci cu pământ.

## Cupole din saci cu pământ

Construirea de cupole din chirpici de cărămidă, în stilul nubian, este ingenioasă, dar extrem de dificil de reprodus din saci cu pământ. Suntem limitați de tehnica așezării decalate a rândurilor, care este natura lucrului cu sacii în sine. Prin așezarea în consolă a rândurilor de saci sau de tuburi, vom menține o suprafață plană stabilă, în timp ce se completează și se tasează sacii în locație – conform principiilor DPST. Deoarece sacii sau tuburile sunt așezați în rânduri decalate treptat (în scădere graduală a diametrului), pereții în cele din urmă se întâlnesc deasupra pentru a forma acoperișul.

Cupolele din saci cu pământ trebuie să aibă o formă abruptă, așa încât rândurile pot fi decalate doar într-o anumită măsură, care este determinată de dimensiunea sacilor (sau tuburilor) folosite. Așezarea în rânduri

decalate a unei cupole din saci cu pământ are ca și consecință forma sa caracteristică (pe cât de înaltă, pe atât de lată), culminând într-o esențială arcadă tip ogivă sau în arcada rotunjită în stil parabolic (Fig. 11.9).



11.9: Honey House, un dom din saci de pământ în rânduri decalate, în Moab, Utah.

Toate strategiile de proiectare folosite pentru cupolele tipice din cărămidă sunt simplificate la proiectarea unei cupole din saci cu pământ. Modul cel mai simplu de a oferi cea mai solidă formă de consolidare este de a începe linia nașterilor arcului la sau sub nivelul reperului. Linia nașterilor începe în punctul unde este plasat primul rând de saci. Prin începerea liniei nașterilor aproape de pământ, eliminăm nevoia unei grinzi de legătură din beton, în timp ce pământul din jur ne oferă un inel de tensiune natural suficient pentru a susține perimetrul cupolei.

Noi facem de fapt două lucruri pentru a ajuta stabilitatea: coborâm linia nașterilor arcelor și povârnim profilul. Prin aducerea profilului la un unghi abrupt, forțele orizontale sunt reduse la minimum. Povârnierea profilului ajută la direcționarea forțelor gravitaționale spre pământ, mai mult decât în lateral.

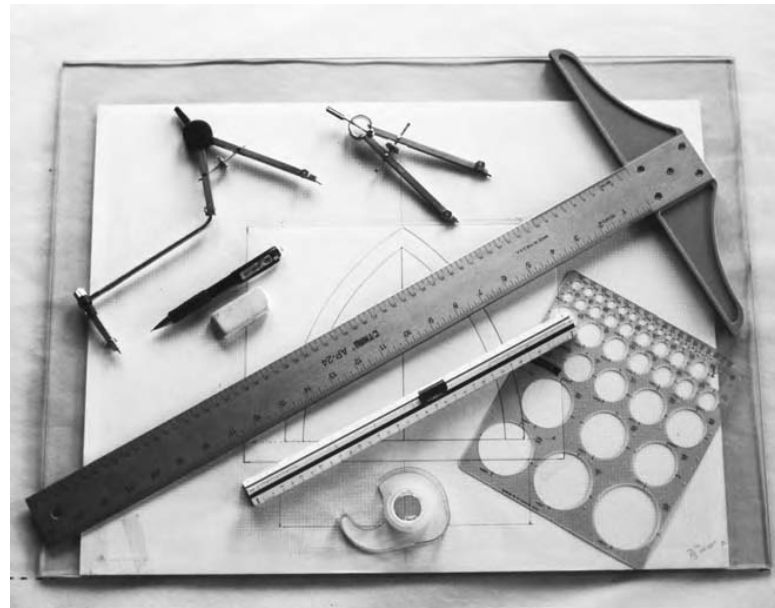
Ca o regulă simplă, cupolele din saci cu pământ sunt proiectate cu o formulă de compas care produce o formă pe cât de înaltă, pe atât de largă. De exemplu, la un diametru interior al cupolei de 6 m va fi, de asemenea, o înălțime de 6 m până la vârful, de la linia nașterilor arcelor la tavan. Am ales o formulă simplă folosind un compas arhitectural care creează o curbă subtilă cu un profil inclinat ascuțit. Pentru siguranță și ca urmare a limitărilor în sine datorate sacilor de pământ, ne place să utilizăm această formulă pentru proiectarea unei cupole.

## Proiectarea unei cupole din saci cu pământ

### Cum să utilizați un compas arhitectural

Un compas arhitectural este prietenul constructorului de cupole, așa că hai să ne familiarizăm cu noile jucării de care vom avea nevoie pentru a proiecta pe hârtie o cupolă din saci cu pământ. Vom avea nevoie de:

- Un compas de desen arhitectural studentesc (de preferat cu un braț extensibil)
- O riglă de arhitect (sau inginer) cu trei laturi (gradată)
- Un creion mecanic bun și o gumă de șters
- Un teu de 0,6 m lungime
- Un șablon pentru cercuri (opțional)
- O suprafață plană cu o margine pătrată, ca un geam de sticlă sau plexiglas, sau o foaie de placaj (sau planșetă de desen), pentru a o folosi ca o margine pătrată pentru teu
- O bandă de scotch pentru prinderea pe hârtie a desenului nostru fără a o rupe (Fig. 11.10).

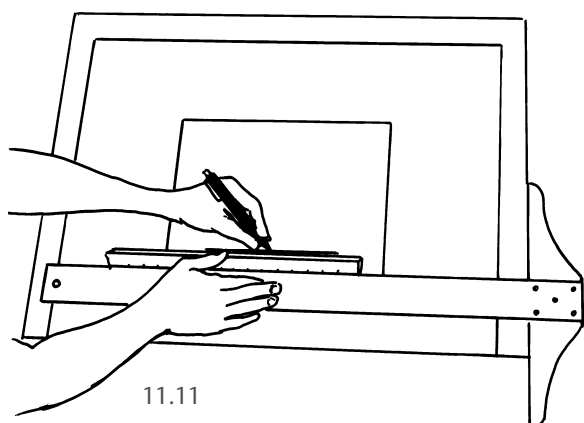


11.10: Instrumente pentru proiectarea unei cupole din saci cu pământ.

De asemenea, e de dorit să avem o foaie de hârtie milimetrică lipită pe suprafața plăcii de proiectare, spre a o folosi ca referință rapidă pentru alinierea hârtiei de desen.

Ca o regulă simplă, toate măsurătorile de cupole (și structuri circulare) sunt definite prin diametrul lor interior. Această măsurătoare rămâne constantă, în timp ce măsurătorile exterioare pot varia în funcție de grosimea pereților. Există mai mulți saci și tuburi cu diferite dimensiuni de lățimi disponibile, precum și mai multe moduri diferite de a finisa la exterior o cupolă din saci cu pământ. Ca exercițiu, să proiectăm o cupolă mică, cu diametrul interior de 14 picioare (4,2 m), folosind o scară de jumătate de inch (1,25 cm).

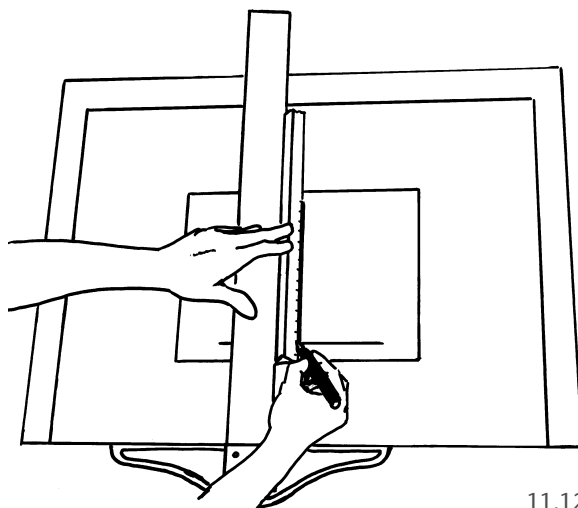
Aliniați hârtia de desen cu centrul plăcii de desen și lipiți colțurile. Folosind teul ca un ghidaj, fixați rigla gradată orizontal pe pagină și marcați pe hârtie centrul liniei, acolo unde doriți să înceapă nivelul solului structurii voastre. Lăsați câțiva centimetri de spațiu liber în partea de jos a hârtiei. De acum, vom proiecta o cupolă cu un etaj care începe la nivelul reperului. Folosind scara de o jumătate de inch (1,25 cm), egală ca proporție cu 1 picior (30 cm), trageți o linie egală cu 14 picioare (4,2 m), cu 7 picioare (2,1 m) de la fiecare parte a punctului central. Acesta este diametrul interior al cupolei (Fig. 11.11).



11.11

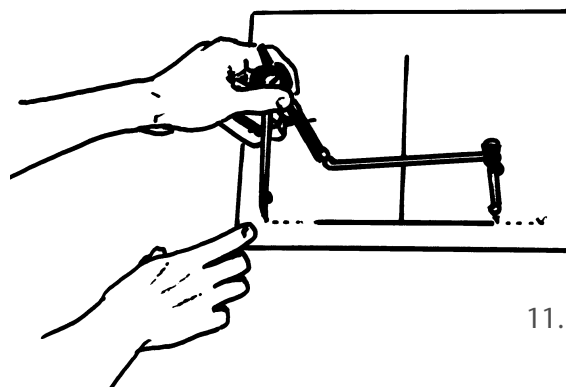
Rotiți vertical teul pe placă și așezați rigla de jumătate de țol (1,25 cm) de-a lungul punctului central. Din centrul diametrului, măsurați 14 picioare (4,2 m) și trageți o linie. Această linie indică atât înălțimea interioară

(verticală) a cupolei (14 picioare [4,2 m]), cât și raza (orizontală) (7 picioare [2,1 m]) (Fig. 11.12).



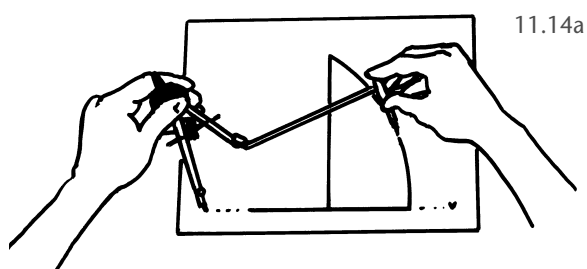
11.12

Vom marca locul în care va fi poziționat acul compasului nostru. Deschiderea compasului reprezintă jumătate din razele lățimii diametrului interior al cupolei. Împărțiți raza în jumătate (7 picioare [2,1 m] împărțiți la 2 = 3,5 picioare [1,05 m]). Faceți un semn la 3,5 picioare (1,05 m), după sfârșitul liniei diametrului interior. Repetați acest proces pe partea opusă a liniei orizontale (Fig. 11.13).

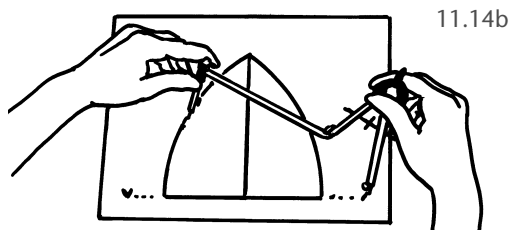


11.13

Utilizați compasul arhitectural pentru a crea conturul cupolei. Reglați deschiderea compasului așa încât să ajungă din punctul de pivot fix (3,5 picioare [1,05 m] dincolo de capătul liniei orizontale), la celălalt capăt al liniei orizontale a diametrului de 14 picioare (4,2 m). Aici începe linia nașterii arcelor noastre. Cu o presiune constantă, rotiți brațul compasului pentru a întâlni marcajul pentru înălțimea de 14 picioare (4,2 m) (Fig. 11.14a).



11.14a

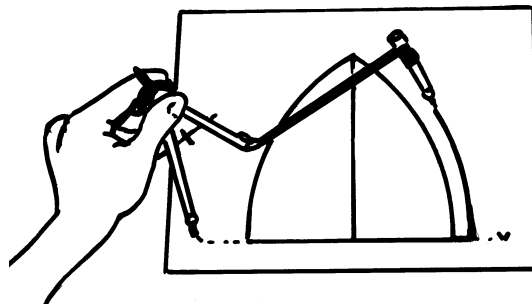


11.14b

Inversați procesul pentru a completa și cealaltă parte (Fig. 11.14b).

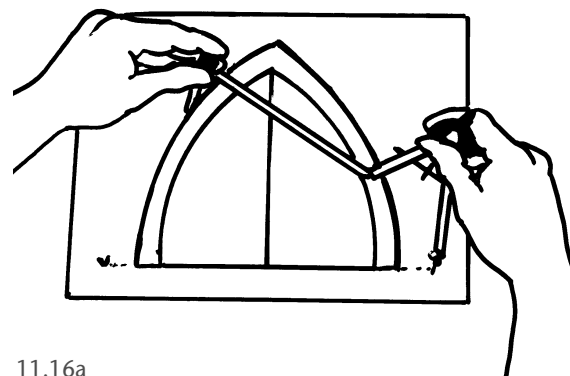
Reglați compasul pentru a se potrivi cu grosimea zidurilor din saci pe care le veți construi. De exemplu, pentru un sac de 22,5 kg cu o lățime de lucru de 38 cm (15 țoli), utilizați rigla gradată pentru a extinde linia de bază a diametrului de 14 picioare (4,2 m),

cu încă 15 țoli (38 cm) pe fiecare parte. Din punctul fix inițial al compasului, prelungiți brațul, încât acesta să ajungă la marcajul peretelui exterior pe partea opusă a cupolei și rotiți capătul liber al brațului compasului până la partea de sus a cupolei (Fig. 11.15).

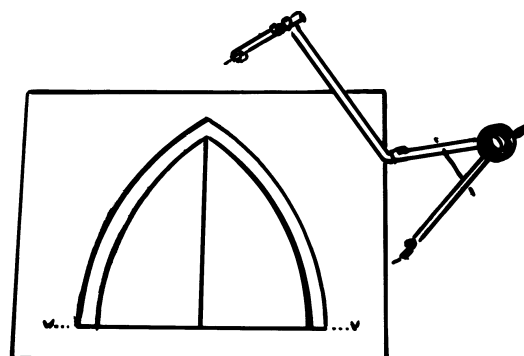


11.15

Repețiți procedura pentru cealaltă parte a cupolei (Fig. 11.16a).



11.16a

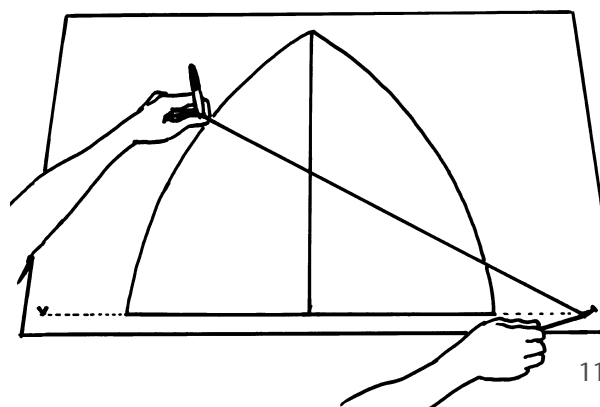


11.16b

Avem acum forma de bază a cupolei cu măsurătorile pentru interior, exterior, lățime și înălțime (Fig. 11.16b).

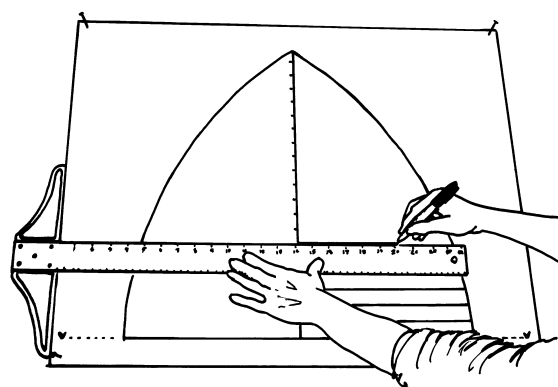
Vom face un desen al aceleiași structuri, subliniind multe caracteristici diferite, întotdeauna începând cu aceeași formă de bază pe care am desenat-o. Vom face un desen al înălțimii care ne indică cum arată clădirea din perspectiva înclinației, iar altul care scoate în evidență o podea adâncită sau cameră subterană. Un alt desen va prezenta plasarea ferestrelor și ușilor sau detalii pentru acoperiș etc. Dar mai întâi să stabilim de ce măsurători vom avea nevoie pentru a transfera compasul de construcții pe dimensiunea clădirii, pentru a crea același profil pe care l-am desenat pe hârtie. (A se vedea capitolul 3, pagina 48).

În mod ideal, acest desen este cel mai ușor de citit atunci când se realizează pe o bucată mare de hârtie sau de carton folosind o scară mare, cum ar fi: 2,5 cm (1 țol) este egal cu 30 cm (1 picior). Dacă nu aveți un compas de desen suficient de mare pentru a desena acest profil extins, atunci puteți trasa profilul cu un creion legat de un fir (Fig. 11.17).



Linia centrului cupolei, de sus până jos, reprezintă mărimea compasului la dimensiunea de construcție a clădirii. Pornind de la partea de jos, utilizați teul și marcați pe înălțime, de-a lungul lungimii sale, fiecare 1,5 țoli (echivalent cu 6 țoli la scară), sau fiecare 1,25 cm (care ar fi echivalent cu 10 cm).

Aliniați teul orizontal de-a lungul primului marcaj pentru înălțime. Desenați o linie de la acest semn al înălțimii la marginea interioară a peretelui cupolei (Fig. 11.18).

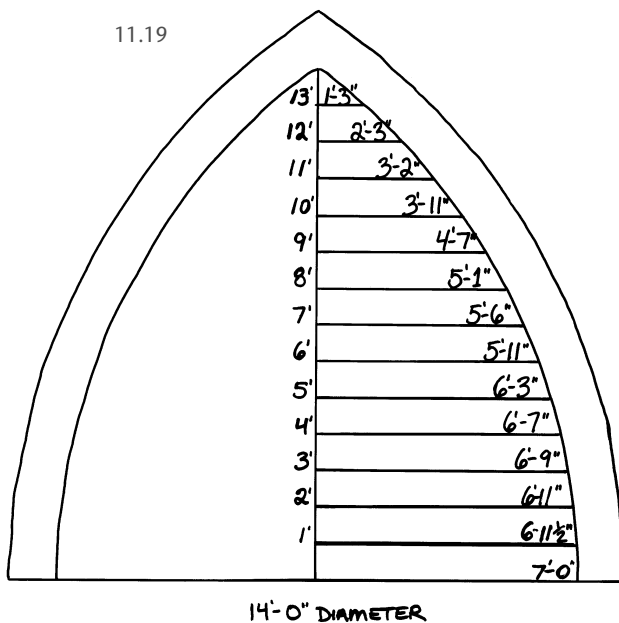


11.18

Măsurați această distanță orizontală dintre linia centrală și latura interioară a peretelui și

scrieți aceasta măsură de-a lungul peretelui cupolei.

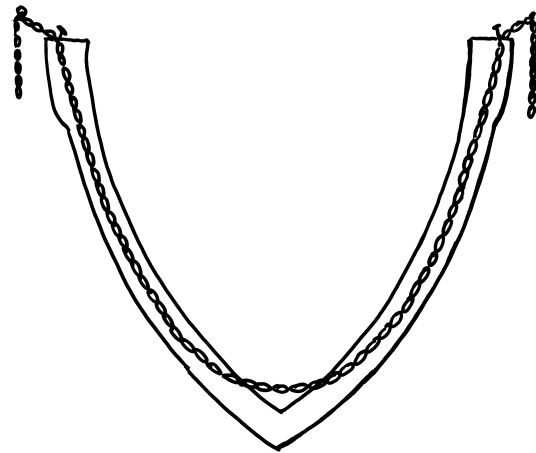
Rotunjiți numărul la cel mai apropiat centimetru (sau jumătate de țol). Repetați acest proces, mergând pe linia verticală a compasului, până când fiecare marcaj pe înălțime are o rază corespunzătoare (Fig.11.19).



Aceste măsurători sunt cele la care vă veți referi atunci când veți regla lungimea (raza) brațului compasului de construit în timpul realizării construcției. Acest proces ne ajută la reproducerea profilului de pe hârtie în realitate.

Vă amintiți de arcul catenar? Pentru a testa forțele dinamice ale formulei compasului nostru, noi atârnam un lanț pe o secțiune transversală a desenului nostru. Verificați dacă lanțul se poziționează bine în treimea

din mijlocul peretelui. Dacă lanțul se abate de la centru (în interior sau în afară), putem face două lucruri: creștem grosimea pereților și/sau putem să creăm un nou profil, care urmează mai îndeaproape forma lanțului de agățat (Fig. 11.20).



11.20: Lanțul suspendat trebuie să atârne fixat la o treime din grosimea centrului dintre de acoperiș și pereți, iar unde lanțul iese din profilul compasului, este locul în care se adaugă contrafortuire.

Poate vă întrebați de ce nu calculăm măsurătorile compasului bazându-ne pe înălțimea fiecărui rând de saci. La început, aceasta este ceea ce am făcut (pe hârtie). Am măsurat înălțimea sacilor noștri de lucru la 12,5 cm (5 țoli) și am început să calculăm toate ajustările razei noastre la trepte de 12,5 cm (5 țoli). Aceasta a mers bine, la început, cât timp sacii de jos au fost decalati doar 2,5-5 cm (1-2 țoli). Când am început să-i suprapunem la 7,5 - 10 cm (3-4 țoli), porțiunea de sac care a rămas pe

rândul subiacent a început să-și aplatizeze grosimea până la 10 cm (4 țoli) și, eventual, 8,75 cm (3½ țoli) (Fig. 11.21).

Acesta este unul dintre acele fenomene pe care îl descoperim numai lucrând efectiv. Nu am putut conta pe rândul de saci în conformitate cu modelul nostru de pe hârtie. Efectuarea de calcule preliminare oferă puncte de referință pentru a ajuta să păstrăm controlul. Știm, de exemplu, că la 1 picior (1,5 m) înălțime vrem să fie exact la o rază de 6 picioare și 3 țoli (187,5 cm), pentru acest diametru al cupolei de 14 picioare (4,2 m). Dacă un rând se termină la o înălțime între semnele de pe compas, doar împărțim diferența. Măsurarea preliminară pe hârtie ne oferă o referință care ajută la accelerarea procesului în timpul construcției.

Atâta timp cât suntem până într-o jumătate de inch (1,25 cm) din raza noastră, încă mai simțim destul de precis. La urma urmei avem de-a face cu un mediu moale, care se va strivi ici și colo. În parte ține de natura materialului. De dragul creativității și datorită circumstanțelor neprevăzute, nu ezitați să faceți modificări, atâta timp cât se păstrează integritatea structurală a cupolei.

Dacă toate acestea sună teribil de confuz și de complex, este pur și simplu pentru că nu au devenit încă familiare pentru voi. Asemuiți aceasta cu încercarea de a explica cu un băț cum se schimbă vitezele, cuiva care nu a intrat vreodată într-o mașină. După un timp, acesta va deveni un automatism. Relaxați-vă, veți reuși.



11.21: Cu cât mai mulți saci (tuburi) se vor așeza în consolă peste sacii de bază, cu atât mai mult se vor aplatiza. Sursa foto: Keith G.



## Avantajele cupolelor din saci cu pământ

Structural, diferența distinctivă dintre domurile din saci cu pământ și cele din cărămidă este rezistența la întindere mai mare, derivată din așezarea a două fire de sârmă ghimpată pe rând. În esență, rezistența la întindere sporită, combinată cu țesătura de polipropilenă, ajută la unificarea rândurilor individuale într-o serie de inele suprapuse. Fiecare dintre aceste inele complete creează un efect de tensionare ușoară, oferind rezistență la compresiune pe toată cupola, nu doar la o singură grindă de legătură. Rezultate excelente au fost obținute atât la încărcarea portantă, cât și la efortul lateral, la testele efectuate în Hesperia, California (a se vedea Tom Harp și John Regner, "Sandbag/Superadobe/Superblock: A Code Official Perspective", Building Standards 62, no. 5 (1998) pag. 28). În capitolul 18 redăm un rezumat al acestui articol.

Funcțional, cu cât mai abrupt este terenul, cu atât mai repede se scurge apa. Acesta este un beneficiu suplimentar în zonele cu clima uscată, care are parte de furtuni violente scurte. Ploaia are foarte puțin timp pentru a

se absorbi într-un acoperiș finisat cu tencuială de argilă sau de var.

Ca formă de design, interiorul mai înalt permite un spațiu amplu pentru a fi inclus un al doilea etaj sau un pod (sau pentru un trapez sau o trambulină pentru un tip mai athletic). Un pod zidit poate fi folosit, de asemenea, ca o schelă în timpul construcției. O cupolă oferă, de asemenea, cel mai mare spațiu locuibil pentru cea mai mică suprafață, în comparație cu o structură rectilinie comparabilă ca mărime.

Spiritual, formula compasului folosită de noi creează un arc de cerc într-un pătrat perfect. Aceasta este părerea noastră personală, dar noi avem un sentiment puternic că proporția specifică a acestei forme acționează atât ca un dispozitiv de împământare, cât și ca un amplificator pentru orice intenții care sunt radiate în cadrul structurii. Așa că fiți atenți la gândurile voastre.

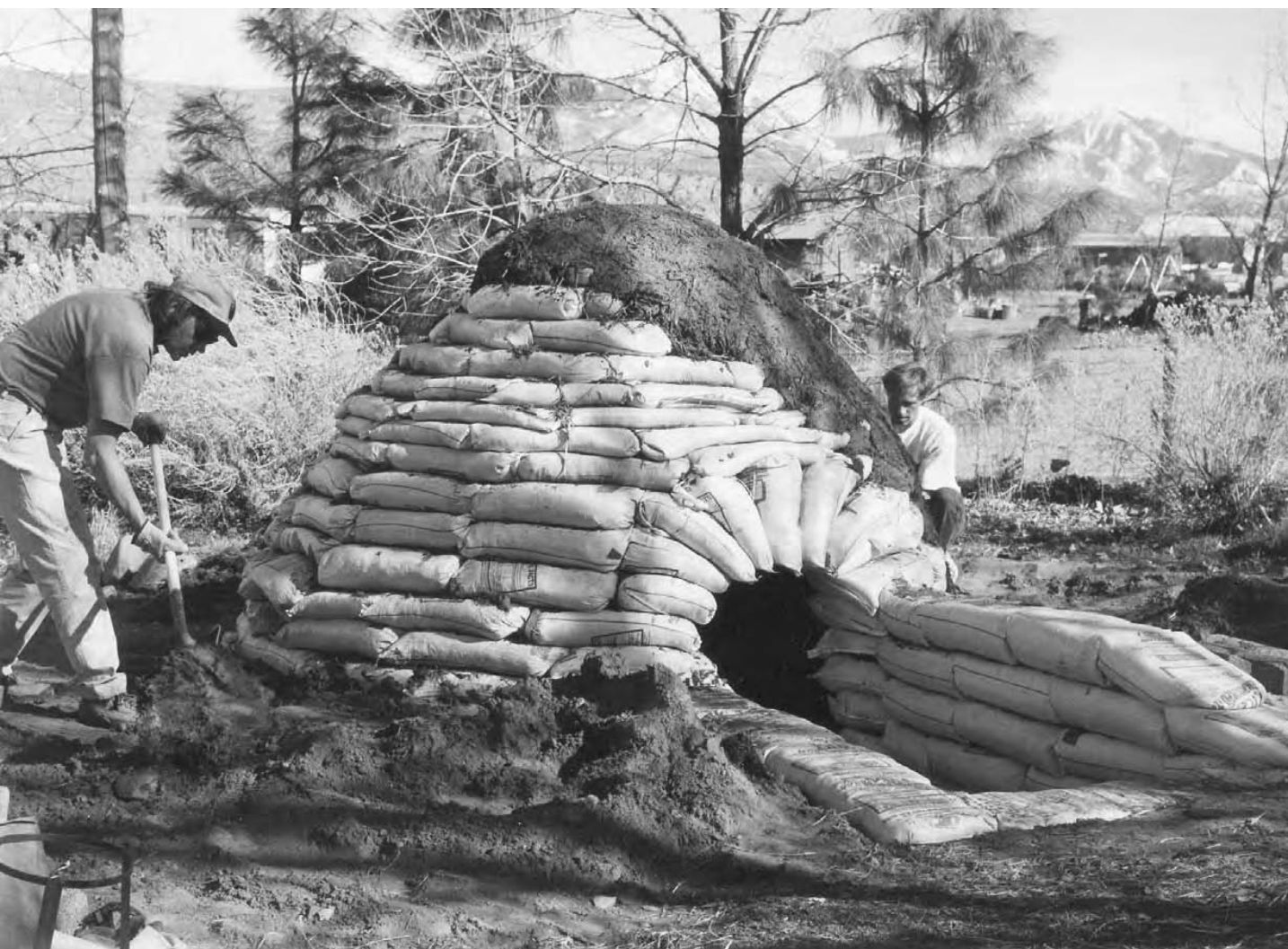
Consum de energie: după cum s-a menționat în Anexa D, un cerc oferă mai multă suprafață decât un dreptunghi construit cu același perimetru de perete. O cupolă face un pas către creșterea eficienței raportului de metri cubi de spațiu interior pentru o suprafață exterioară de perete. Cupolele oferă cel

mai mare volum de ansamblu al spațiului interior cu cea mai mică suprafață a peretelui. Suprafața mai mică a cupolei raportat la spațiul interior necesită mai puțină energie pentru a o încălzi și a o răci. Și, din cauza formei, aerul este capabil să circule liber, fără a rămâne vreodată blocat într-un colț.

Climatic, pereții de lut sunt reglatori naturali de interior. Pereții de lut respiră. Ei absorb umiditatea interioară și o lasă să treacă prin pereți spre exterior, în timp ce, în același timp,

ajută la reglarea umidității interioare. Într-un climat fierbinte, uscat, crește beneficiul pereților, care sunt capabili de a elibera umiditatea din aer înapoi în spațiul de locuit. De aceeași situație poate beneficia un interior uscat, creat de sobele pe lemne într-un climat rece de iarnă. Pământul este un dezodorizant natural și un purificator de toxine. Un dom de lut literalmente te înconjoară de avantajele inerente ale pământului natural.

*11.22: Experimentați cu proiecte la scară mică, înainte de a aborda unul mare.*



## Dezavantajele (depinzând de punctul vostru de vedere) cupolelor din saci cu pământ

În cazul în care mărimea structurii este importantă pentru voi, un dom din saci cu pământ ar putea să nu fie cea mai bună alegere. La fel ca în natură, fiecare clădire are o dimensiune optimă pentru propriul echilibru. Noi credem că domurile din saci cu pământ sunt cele mai potrivite pentru structuri de dimensiuni mici - medii, de până la 6 m în diametru. Dacă vă gândiți, cu cât e mai mare diametrul, cu atât e mai înalt acoperișul, și mai departe va trebui aplicată tencuiala de lut pe perete.

Decât să construim o singură cupolă mare, mai degrabă să construim mai multe cupole interconectate, de dimensiuni ușor controlabile. Un alt mod de a reduce înălțimea unui dom mai mare este de a construi de la o treime până la o jumătate din ea subteran, sau să-l integrăm într-un deal. În cazul în care mărimea spațiului este cu adevărat ceea ce vă încurcă socotelile, vă recomandăm construirea unei structuri rotunde cu pereți

verticali în stilul kiva, precum și un acoperiș mai convențional, mai degrabă decât o cupolă din saci cu pământ.

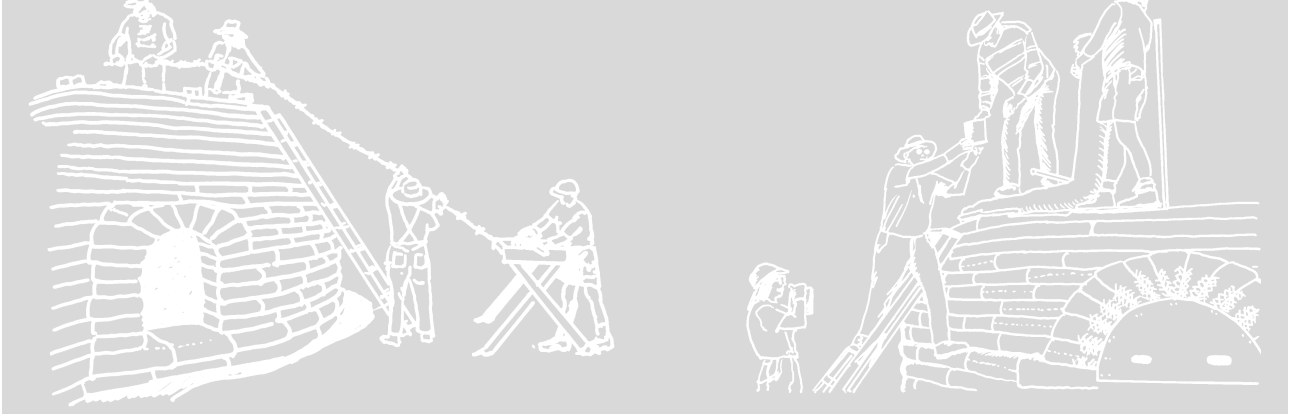
Un alt dezavantaj la construirea cupolelor este că nu există nici o mențiune de clădire tip dom din pământ în codurile de construcție actuale. Dacă locuiți într-o zonă în care codurile de construcție sunt strict aplicate, este posibil să aveți probleme cu obținerea unor aprobări, dacă nu găsiți un inginer licențiat care să semneze planurile voastre. Din păcate, cei mai mulți ingineri instruiți în America de Nord au puțină sau nici o experiență în construirea cupolelor, chiar dacă construirea cupolelor are o existență de secole în alte țări. Cu un pic de ingeniozitate și un angajament puternic pentru ceea ce vreți, există modalități de a eluda sau ocoli prevederile vag rigide prezentate în cele mai multe coduri de construcție. (A se vedea capitolul 18 pentru mai multe pe această temă).

Construirea unui dom din saci cu pământ este o sarcină dificilă, care testează ingeniozitatea și decizia. A încerca un proiect de cupolă de unul singur, lucru posibil în cazul construcțiilor mici, este dificil și uneori frustrant, fără cineva care să vă ajute în lucrurile dificile. Cupolele din saci cu pământ sunt mai ușor de construit

cu o echipă formată din cinci (sau mai multe) persoane dedicate, în special când înălțimea construcției crește.

Sacii sau tuburile trebuie să fie protejați de soare cât mai curând posibil, deoarece aceștia sunt o componentă structurală critică în acest stil de arhitectură. În zonele cu clima foarte ploioasă, pereții ar putea avea nevoie să fie protejați de umezeala excesivă în timpul construcției pentru a evita un colaps. Toate aceste dezavantaje sunt abordate în diferite părți ale acestei cărți. Vom examina mai multe detalii specifice în capitolul următor. Uneori ceea ce noi considerăm a fi un dezavantaj este doar propria neînțelegere a unui principiu, sau teama de a nu face o greșeală care să nu poată fi rectificată. Ce am ajuns să descoperim în schimb este că acțiunea risipește îndoiala.

Nu există nici un substitut pentru experiență. Noi recomandăm să participați la un atelier de lucru înainte de a aborda un proiect de cupolă la scară mare. Neapărat experimentați înainte cu o cupolă mică de 1,5 - 2,5 m în curte, pentru a vă familiariza.



## CAPITOLUL 12

### Ghidul ilustrat al construcției de domuri

#### Cum am construit Honey House

La momentul la care scriu, experiența noastră legată de construirea domurilor constă în construcția Honey House. Honey House este un dom din saci de pământ cu un diametru interior de 3,6 metri și adâncită în pământ 0,6 metri. Lucrul la sacii de pământ a durat 19 zile (cu o groază de nedumeriri), pe o perioadă de două luni. Am avut în medie o echipă între trei și cinci oameni care au lucrat o durată modestă de cinci ore pe zi printre alte angajamente de lucru. Un operator de retroexcavator s-a ocupat de partea de excavare și astfel a fost obținut tot pământul rebut folosit pentru sacii de

pământ. Tencuiala și sculptura exterioară au fost realizate în timpul câtorva petreceri mai mari; lucrul la detaliile de finisaj a durat toată vara. În total am cheltuit aproximativ 1.500 de dolari până la această dată, sumă ce include ferestrele și o ușă făcută la comandă. Honey House a fost construită sub dimensiunea pentru care este necesară o autorizație, în curtea noastră din spatele casei, aflată în centrul orașului.

Am învățat multe despre procesul per ansamblu, dinamica, integritatea structurală și limitările construirii unui dom din saci de pământ. Ceea ce vă oferim este o povestire formată din succesiunea de evenimente care descrie procesul construcției Honey House. Am inclus și câteva opțiuni paralele

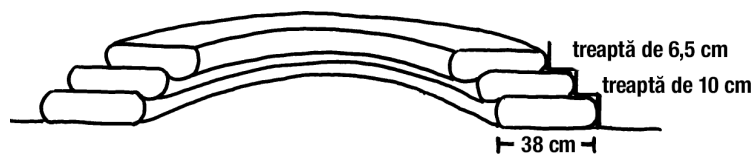
de proiectare, pentru a vă arăta cum poate fi adaptat domul la diferite stiluri și climate. Principiile structurale rămân aceleași, concentrându-ne pe construirea unui dom de pământ de mărimi modeste, care să se poată susține. Considerați această lucrare drept un montaj dintr-un film, mai degrabă decât un videoclip cu instrucțiuni pas-cu-pas.

## **LISTĂ CU SARCINI DE ÎNDEPLINIT PENTRU PREGĂTIREA INIȚIALĂ**

- *Faceți teste pentru a vă asigura de calitatea pământului folosit la construcția domului și determinați conținutul potrivit de umiditate.*
- *Exersați construind mai întâi un proiect al unui mic zid, pentru a vă familiariza cu conceptele de bază ale construcției cu saci de pământ înainte de a vă apuca de lucrarea complexă a construcției unui dom.*
- *Faceți desene la scară și/sau construiți modele la scară pentru a vă face o idee asupra a ceea ce doriți să construiți.*
- *Construiți toate formele necesare pentru proiect. Asigurați-vă că sunt rezistente și destul de adânci pentru a fi folosite în procesul de așezare în straturi.*
- *Pregătiți toate benzile de ancorare și/sau plăcuțele de prindere pentru instalarea cutiilor electrice, rafturilor, treptelor, cornișelor etc. Dacă le aveți gata făcute, construcția va merge foarte repede.*
- *Faceți și asamblați toate uneltele necesare sacilor cu pământ : bătătoare, sănii, cutii de conserve, compas etc.*

## Test de simulare a curbării

Pentru a vă obișnui cu procesul de curbare, așezați câteva rânduri decalate de tuburi, de trei metri lungime, pe pământ. Exersați, pentru a vă deprinde cu cât de strâns puteți să îndoiți tubul într-o curbă. Astupați primul tub și măsurați lățimea și grosimea (citiți Capitolul 3 pentru tehnici de a așeza tuburi). Puteți să nu folosiți sârma ghimpată pentru acest test. Măsurați 7,5 centimetri de la marginea exterioară a tubului și desenați o linie pe întreg tubul, de-a lungul lui. Această linie indică cât de decalat va fi așezat următorul rând. Umpleți și așezați următorul tub până la linia marcată de 7,5 centimetri. Îndesați acest al doilea rând și măsurați grosimea lui. A devenit mult mai plat decât cel aflat dedesubt? Acum încercați un al treilea rând, pe care să-l așezați cu o decalare de 10 centimetri. Presați-l și măsurați-i grosimea. Dacă rândurile devin mult mai plate decât erau inițial, atunci probabil aveți ingredientele necesare pentru a urma rețeta-ghid pe care v-am oferit-o. Distanța maximă la care ne simțim confortabil să așezăm în trepte un tub sau un sac de pământ este de 10 centimetri (Fig. 12.1).



12.1: Test de simulare a curbării făcut pe sol cu tuburi de 38 de centimetri lățime. Exersați tehnica așezării în straturi decalate și testați modul de comportare al pământului vostru.

Cu cât este mai puternică decalarea (adică cu cât sunt rândurile mai deplasate), cu atât este mai probabil ca sacul de pământ să fie mai plat decât cele din rândurile precedente. Motivul este acela că îndesarea forțează mai mult din conținut în partea din sac care are cea mai mică rezistență, parte care atârână peste rândul anterior. Păstrați în minte faptul că există o limită la cât de mult puteți să decalați un rând. Ea este determinată de lățimea sacilor/tuburilor, de caracteristicile materialului care umple sacii și de calitatea lucrării care se desfășoară. Din cauza pământului, a materialelor, a îndemânării și a altor factori imprevizibili care pot apărea, voi ca arhitecți/constructori va trebui să vă adaptați modelul la circumstanțele de la fața locului, mai degrabă decât la ceea ce citiți în această carte.

Noi am folosit o varietate de mărimi de saci pentru a construi Honey House, folosind sacii mai mari (foarte mari și saci de 45 kg)

jos, unde era mai ușor de lucrat cu ei, și am terminat domul cu unii mai înguști, de 22 kg și cu tuburi corespunzătoare. Atunci când construiți structuri cu saci de pământ și mai ales domuri, folosiți-vă sacii mai mari în apropierea bazei și progresați cu sacii mai mici pe măsură ce pereții cresc în înălțime. Vrem să distribuim greutatea întregii clădiri astfel încât sacii mai lași să sprijine baza care susține toată forța de compresie, în timp ce progresăm cu sacii mai înguști și mai ușori spre vârf.

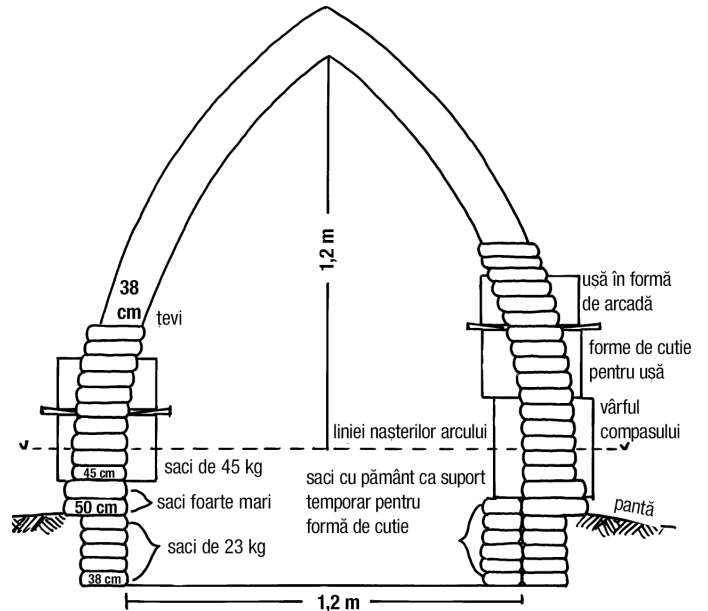
## Schițele Honey House

(Mergeți la Capitolul 11 pentru explicații detaliate despre cum să faceți schițe arhitecturale pentru domuri.)

Primul desen pe care l-am făcut a fost o schiță „de nivel”. Aceasta este în principal o secțiune transversală a înălțimii și lățimii și formei domului, cu prezentarea detaliilor fundației și ale parterului (Fig.12.2).

desenul care arată nivelul de sub parter – dimensiunile interioare – mărimile sacilor și ale tevilor – profilul formelor de cutii – și localizarea liniei nasterilor arcului

**Va rog să luați în considerare:**  
intrarea boltită a Honey House are dinamica unei arcade

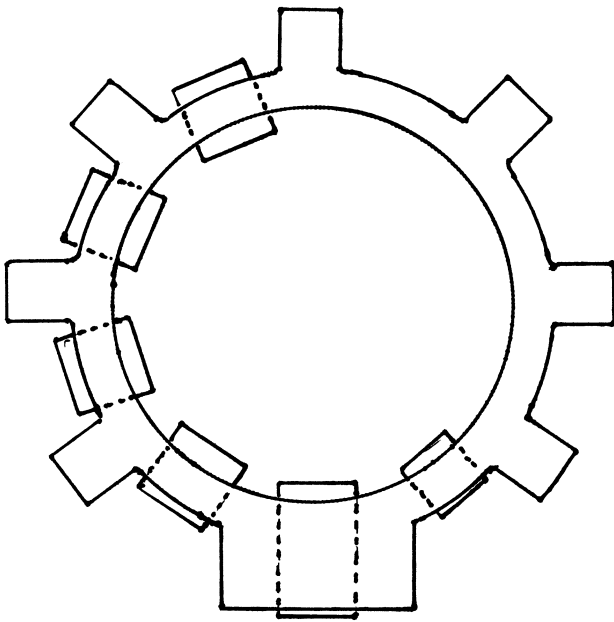


12.2: Desenul „de nivel” înfățișează fundația subterană, dimensiunile interioare și profilul compasului.

Această formă seamănă cu o arcadă de formă catenară (vedeți Capitolul 10 pentru mai multe informații despre formele arcadelor).

Al doilea desen este numit „planul de nivel”. Aceasta este o schiță orizontală care arată grosimea zidurilor cu orice contrafort inclus. Acest plan arată, de asemenea, plasarea ferestrelor și a ușilor și spațiul suficient între aceste deschideri (Fig .12.3).





12.3: Clădirea văzută de sus arată plasarea contraforturilor și formele de cutie ale ușilor și ferestrelor.

Includeți și un al treilea desen conținând toate dispozitivele electrice, de instalații, prinderile rafturilor sau detalii ale cornișelor care vor fi instalate în domul respectiv.

Odată ce aceste desene sunt gata, veți avea o idee mai bună despre cum va arăta domul și despre lucrurile de care aveți nevoie pentru el. Uneori, totuși, va fi dificil să vă imaginați cum va arăta proiectul definitivat. În acest caz, luați în considerare construirea unui model din lut al structurii dorite.

## Construirea modelelor din lut

Deoarece domurile sunt tridimensionale, este mai ușor să înțelegem construcția lor într-un mediu tridimensional precum o sculptură. Folosim un pământ ecranat, nisipos, bogat în lut, amestecat cu resturi de iarbă uscată la soare, dar orice fibră scurtă va fi suficientă pentru modele de sculptură. Adăugăm niște borax amestecului pentru a împiedica creșterea mucegaiului.

Blocuri de lemn tăiate în formă de arcadă sunt foarte bune pentru ferestre arcuite și modele de ușă elegante, pentru construcția voastră.

Un carton tăiat în forma domului ne arată raza compasului interiorului. Partea de jos din centrul cartonului este lipită de o platformă care îi dă posibilitatea să se rotească (Fig 12.4a și b).

Nămolul urmărește forma cartonului peste forma ferestrelor și ușilor, până ce acoperișul este terminat. Iată – casă, dulce casă! (Fig.12.4c și d).

## Construirea domului: succesiunea evenimentelor

Presupunem că ați citit cu grijă capitolul privind construirea pereților din saci de pământ, pas cu pas, pentru a vă familiariza cu Tehnica Formelor Flexibile din Pământ Compresat, despre care am vorbit atât de mult. Dacă ați urmat lista sarcinilor de îndeplinit pentru pregătirea inițială, menționată mai devreme în acest capitol, ar trebui să aveți toate desenele terminate, realizarea modelului definitivată, testarea sacilor și pământului terminate, formele, benzile de ancorare, flanșele de prindere și toate uneltele necesare pentru sacii de pământ construite și gata. În acest caz, sunteți pregătiți să începeți.

## Excavarea

Să începem excavarea localizând centrul domului. Înfigeți un par sau un arac în pământ în acel loc. Atașați o funie care nu este elastică sau un lanț ușor de stâlpul din centru, astfel încât să se poată roti cu ușurință. Asigurați-vă că este destul de lungă pentru a se întinde peste suprafața

construcției. Marcați funia sau lanțul la cel puțin 0,6 metri mai departe de raza interioară pentru a include lățimea peretelui (Fig 12.5).

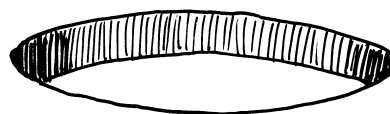
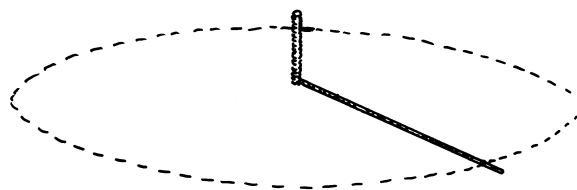
Asta vrea să însemne că, în cazul în care construiți un dom cu diametrul interior de 3,6 metri, atunci marcați funia sau lanțul la 2,4 metri. Acest lucru vă indică locația aproximativă a zidurilor exterioare. Faceți acest cerc destul de mare pentru a putea lucra în jurul lui confortabil, mai ales dacă instalați o izolație rigidă sub sol. Spațiul extra poate fi umplut cu ușurință mai târziu, odată ce lucrarea de saci este adusă la nivelul solului. Folosind cretă, var praf sau orice alt material non-toxic de marcat, trasați un cerc complet pe pământ, pe măsură ce rotiți lanțul încordat întins în întreg cercul.

## NOTĂ DE AVERTIZARE ÎN PRIVINȚA SIGURANȚEI

*În timp ce excavați și pe durata procesului de construire, mențineți locul de lucru curat. Astfel munca va merge fără probleme, iar gradul de siguranță pentru voi și pentru cei care vă ajută va fi sporit. Șantierelor de construcții sunt faimoase pentru accidentele cu răni minore sau grave. Fiecare zi de lucru ar trebui să includă o examinare atentă a potențialelor pericole. Luați-vă măsurile de precauție necesare pentru a avea un loc de muncă sigur și fericit. Nimic nu întunecă mai tare un proiect de cooperare distractiv precum un drum la spitalul de urgență.*

Când începeți excavarea, înlăturați pământul de la suprafață și puneți-l deoparte pentru a-l folosi mai târziu pentru un acoperiș viu sau pentru amenajare. Acest pământ este plin de microorganisme, semințe de buruieni și este gazda unei materii organice care nu este potrivită pentru a fi pusă în saci. Humusul își are locul în grădină, nu în pereții casei voastre. Acest pământ de suprafață se poate găsi oriunde de la 0 la 20 de centimetri sau mai adânc, în funcție de locație.

Îndepărtați pământul rămas de la locul construcției până la adâncimea dorită. Testați acest sol (cum e descris în Capitolul 2), pentru a determina dacă este potrivit pentru a fi pus în saci sau pentru a fi folosit ca o componentă a unui mortar de pământ, totul depinzând de conținutul de argilă. Separați și adunați pământul pentru construit și pentru folosit la tencuială în locații convenabile. Udați pământul pentru construcție la umiditatea potrivită și acoperiți cu o prelată pentru a-l proteja de ploaie, soare și resturi aduse de vânt.



12.5: *Legenda desenului de sus: O sfoară sau un lanț atașat de un stâlț în pământ delimitează centrul diametrului.*

Legenda desenului de jos: Păstrați lățime în plus pentru instalarea membranei impermeabile sau a izolației.

## Instalarea compasului

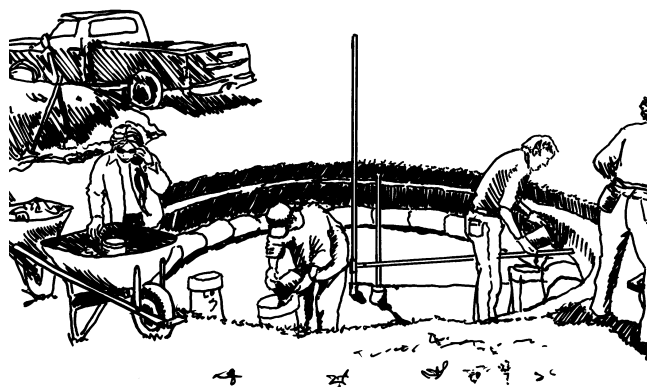
În acest moment este timpul să instalați compasul clădirii, care va fi folosit pentru a contura forma domului și va servi drept ghid în a menține aceeași distanță pe măsură ce ridicați pereții. Scoateți stâlpul pe care l-ați folosit pentru a marca forma cercului vostru și înlocuiți-l cu stâlpul compasului. (Procesul detaliat despre cum să puneți stâlpul, care sunt părțile componente și cum funcționează sunt menționate în Capitolul 3 sub titlul „Compasuri arhitecturale de construcții pentru cupole și pereți rotunzi verticali”).

Când stâlpul de la centru este așezat exact, iar brațul vertical cu vinclul este atașat, verificați excavarea folosind compasul, pentru a fi siguri că gaura sau șanțul este corect. S-ar putea să fie nevoie să ajustați excavarea un pic pentru a fi siguri că cercul excavării corespunde cu cercul descris de brațul compasului. Este mult mai ușor să ajustați gaura la circumferința corectă decât să rearanjați compasul.

## Fundația și soclul

Am început lucrul cu sacii chiar pe locul excavării; acești saci au devenit fundația

structurii noastre. Primul rând de saci poate fi umplut cu pietriș, pentru a inhiba acțiunea capilară de la sol în pereții de pământ. Restul lucrului la saci, până la nivelul parterului, a constat din umplutura de pământ pregătită inițial (Fig. 12.6).

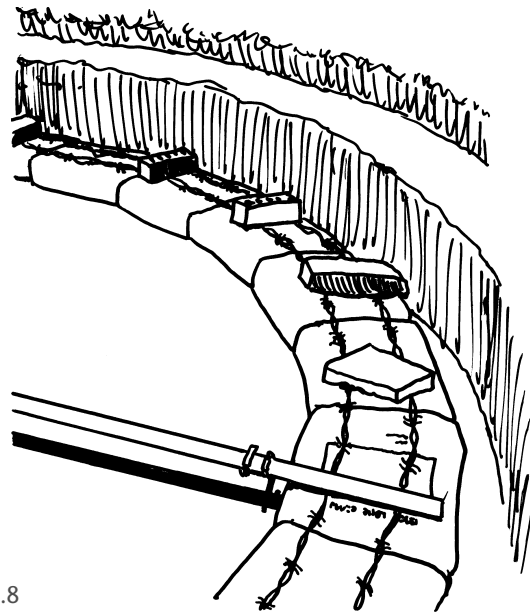


Folosiți brațul compasului pentru a contura forma structurii. Vinclul pus pe brațul orizontal indică unde ar trebui să fie circumferința interioară a sacilor finalizați, presați. Folosiți acest braț când plasați inițial fiecare sac. Așezați sacul umplut, nepresat, aproximativ 2,5 centimetri în afara acestui vinclu. Acest lucru va permite expansiunea sacului, odată ce este compactat. Brațul orizontal al compasului trebuie folosit pentru fiecare sac plasat în jurul cercului (Fig.12.7).



12.7: Folosiți brațul compasului pentru a contura forma fiecărui sac, pentru a fi conform cu cercul.

Când primul rând de saci umpluți cu pământ a fost plasat și bătătorit, rotiți brațul compasului în jurul perimetrului pentru a vedea cât de bine ați făcut. S-ar putea să aveți nevoie să bătătoriți mai mult câțiva saci pentru a atinge vinclul de pe brațul orizontal. Sau poate sacii s-au întins prea mult și trebuie împinși puțin pentru ca vinclul să treacă fără să lovească sacii. Ajustați sacii, nu brațul. Primul rând vă va spune cum trebuie să fie modificate următoarele rânduri, pentru a se potrivi cu diametrul corespunzător al brațului compasului (Fig. 12.8).

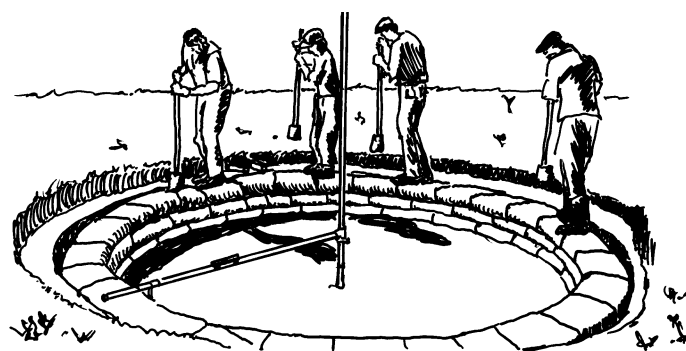


12.8

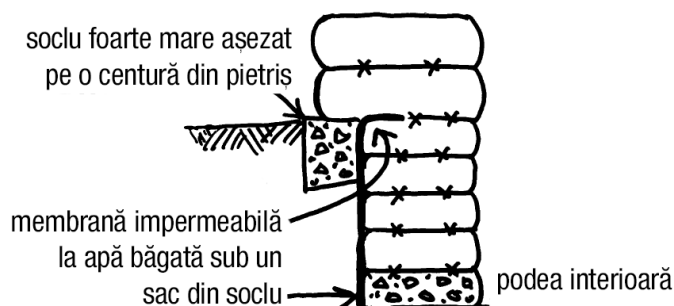
Dacă ați citit secțiunea din Capitolul 3 referitoare la construirea compasului, atunci ați legat sau lipit cu bandă adezivă o nivelă de brațul orizontal al compasului. Pe măsură ce rotiți brațul compasului în jur, pentru a verifica plasarea corespunzătoare a fiecărui sac în cerc, verificați de asemenea și nivelul fiecărui sac în comparație cu ceilalți saci. Ideea este să mențineți fiecare rând pe cât de egal posibil. Măsurați înălțimea sacilor după ce au fost presați. Sacii pe care i-am folosit în această etapă a construirii au fost presați la o grosime de 12,5 centimetri. Odată ce grosimea medie este determinată, este pur și simplu vorba despre a ridica brațul orizontal al compasului suficient de mult pentru următorul rând. Presați sacul până este egal cu acest reglaj.

Există mai multe opțiuni pentru crearea unui soclu. Două rânduri de saci de pământ rezistenți, stabilizați, sau cauciucuri umplute cu pietriș sunt opțiuni viabile pentru soclu. Dacă folosiți izolație exterioară rigidă din spumă, instalați spuma destul de sus încât să protejați peretele de sprijin. Altă opțiune în acest moment, în loc de izolație sau în plus pe lângă la ea, este să instalați o barieră împotriva umidității în jurul perimetrului construcției de saci, până în vârful peretelui de sprijin. (Toate acestea sunt detaliate în cele mai mici amănunte în Capitolul 4).

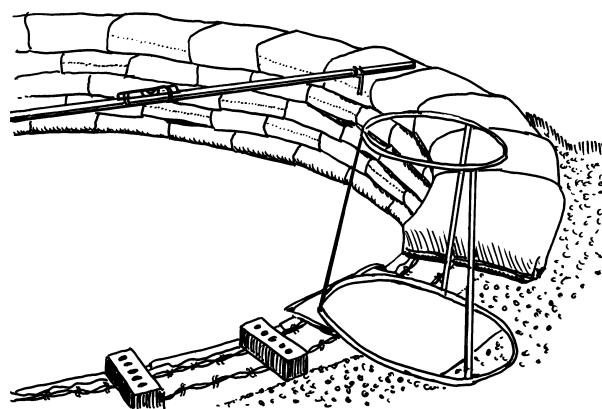
Pentru construcția de saci mai jos de nivelul solului, pe care o descriem, pereții domului sunt proiectați să fie perfect verticali (precum o iurtă, sau ceea ce noi numim stil kiva), pentru a furniza un pic de înălțime adițională în interior. Considerați-o drept un zid de mansardă. Alegeți înălțimea soclului în funcție de climatul vostru – de obicei cu cât este mai umed și mai rece mediul, cu atât mai înalt trebuie să fie soclul. Circumstanțele voastre individuale sunt esențiale pentru aceste alegeri (Fig. 12.9).



12.9: Continuați lucrul cu sacii, până când sacii ajung la nivel sau chiar dedesubtul acestuia. Aici va începe soclul structurii.



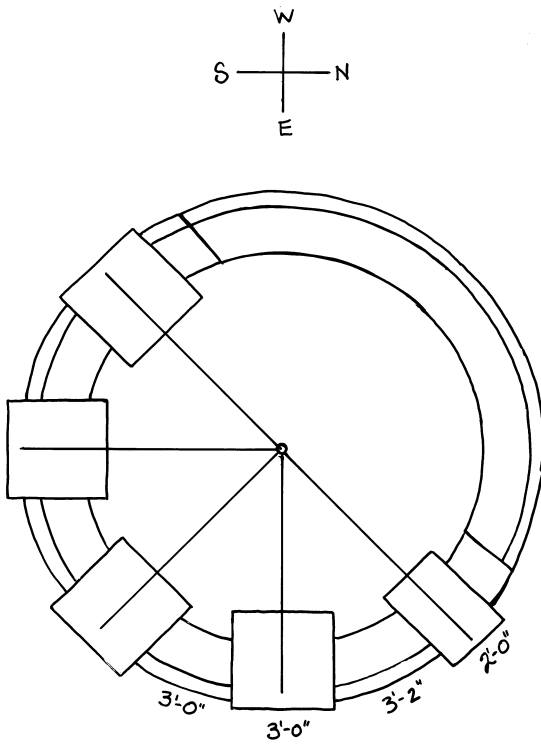
12.10: Detalii ale fundației Honey House.



12.11: Saci foarte mari pe o centură de pietriș la nivel.

Pentru domul Honey House, am început lucrarea cu saci din subteran, folosind un sac standard de 23 de kilograme care prin presare ajunge la 37,5 cm lățime. Pentru soclu am

schimbat cu saci mai mari, pe care îi numim „foarte mari”. Am menținut același diametru interior pentru sacii aflați mai jos, permițând ca sacii foarte mari să se extindă în afara perimetrului sacilor de mai jos. Am realizat asta umplând spațiul exterior subteran cu pietriș (după ce am instalat o barieră de umezeală) și presând, până la nivelul unde încep sacii peretelui de sprijin (Fig 12.10 și 12.11).

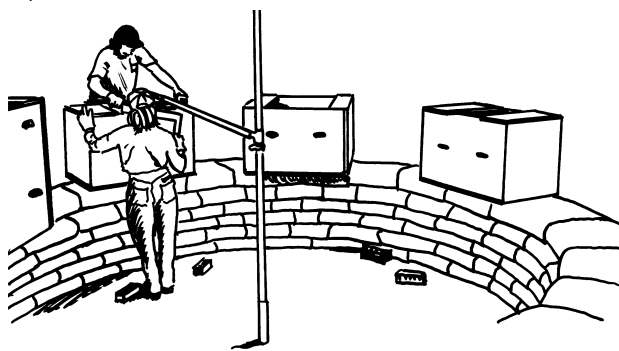


12.12: Am realizat un desen de sus, sau vedere în plan, desenând pentru a contura cum ne doream orientate ușile și ferestrele, prin așezarea brațului compasului în centrul formelor de cutie.

## Instalarea formelor-cutie ale ușilor și ferestrelor

După ce am încheiat un cerc întreg de saci foarte mari pentru soclu, am instalat forma pentru ușă, o formă de cutie rigidă cu dimensiuni de 90x90 centimetri. Am folosit compasul pentru a indica exact unde voiam să poziționăm ușa. Am așezat partea de jos a formei de cutie pe zid, am ridicat brațul orizontal al compasului la aceeași înălțime ca și forma de cutie și l-am coborât în centrul cutiei (Fig. 12.12). Cu un marker am trasat o linie pe ambele părți ale cutiei, chiar deasupra peretelui de saci presați. Următorul rând de saci a fost început pe ambele părți ale acestei forme, pentru a o fixa în mod egal, apoi am pus și următorul rând de saci.

Am folosit saci foarte mari care se presau până la aproximativ 50 de centimetri lățime de lucru, la fel ca primele două rânduri de saci ai peretelui de sprijin, oferindu-ne un soclu înalt de 30 centimetri. Deasupra acestui al doilea rând de saci foarte mari am așezat formele ferestrelor, fiecare dintre ele cu dimensiuni de 90x60 centimetri (Fig. 12.13).



12.13: Folosiți compasul pentru a alinia formele de cutie.

Amânați instalarea sârmei ghimpate până ce formele sunt puse pe poziții. Este mai ușor să fixați formele de cutie direct pe sacii presați. Când măsurați spațiul dintre deschiderile ușii și ale ferestrelor, folosiți pentru calcule măsurătorile zidului exterior. Într-un cerc, peretele exterior va fi, desigur, mai lat decât cel interior. Pentru a determina cea mai bună metodă de a umple cu saci spațiul dintre formele de cutie, folosiți-vă cât mai bine de lungimea sacilor pe care îi folosiți.

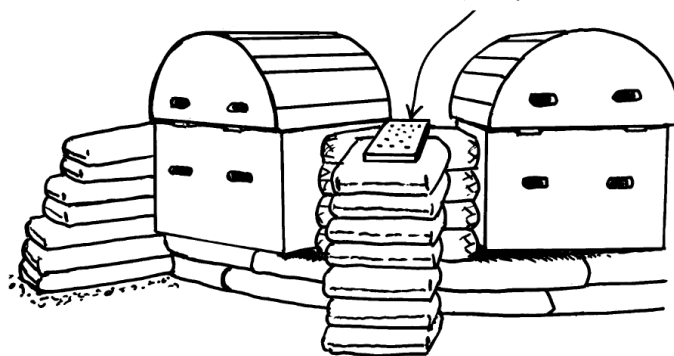
## Contrafortuirea

Pentru a ne asigura că există suficientă masă între deschiderile pentru ferestre, am adăugat și contraforți.

Pentru că aceasta este o structură mică cu deschideri compacte, spațiul relativ îngust între ferestre nu a compromis integritatea

clădirii. Pentru un dom mai mare, sau dacă ferestrele sunt instalate la un nivel mai înalt (în cazul în care am fi construit un dom cu etaj), cutiile ferestrelor ar trebui să fie mai distanțate pentru a mări lățimea zidului solid dintre ele (Fig. 12.14).

un bun exemplu ce arată unde se folosește o placă din lemn

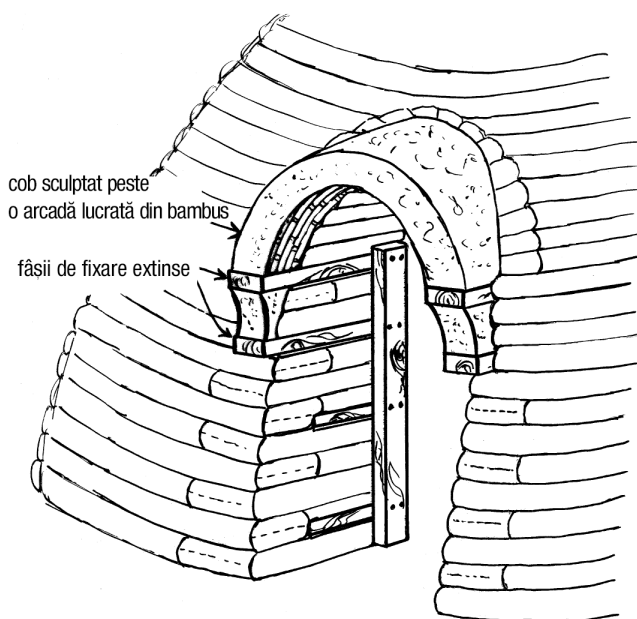


12.14: Încorporarea contraforturilor este o altă metodă pentru a crește masa dintre deschizături și, în același timp, pentru a menține deschizăturile relativ aproape una de cealaltă.

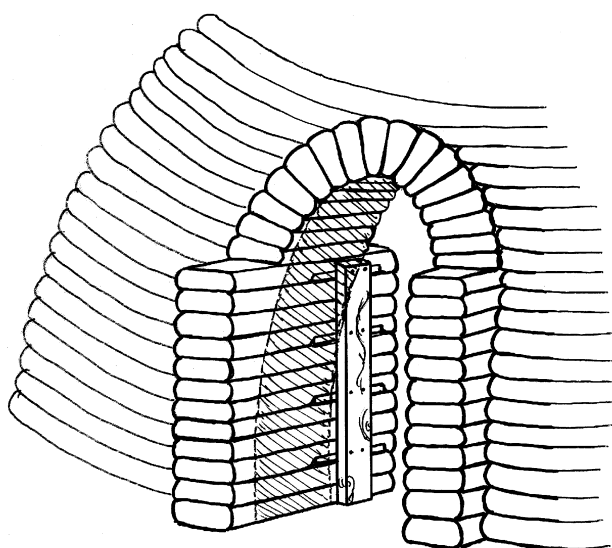
Acum putem pune sârma ghimpată între compartimente, asigurându-ne că includem și eventualele contraforturi.

Am folosit saci de 45 kilograme în jurul ușii și al ferestrelor pentru mai multă masă. Odată ce am pus pe poziții toate formele de cutie, am continuat lucrarea cu saci în întreg cercul și am presat întreg rândul, asigurându-ne că formele noastre erau în siguranță și am pus sârma ghimpată pe suprafața zidului presat și între forme (Fig. 12.15 și 12.16).





12.15 (jos): Extindeți fâșii extra-lungi de fixare peste profilul zidului și folosiți-le drept poliță pentru a sprijini o fereastră de fronton făcută din cob sculptat, bambus, cărămidă arsă etc. Observație: Consolidarea este extinsă și în interior.



12.16 (stânga): Contrafortuirea ușii poate fi construită din tuburi sau saci care se extind în interior, exterior sau în ambele părți. Deschiderea ușii este cea mai slabă parte a zidului într-un dom. Pentru a asigura integritatea structurală, încorporați consolidări de-a lungul cadrului ușii. Întăritura va oferi lățime în plus zidului, necesară pentru instalarea unui toc de ușă vertical. (Zona hașurată indică conturul peretelui făcut prin așezarea în trepte a sacilor.)

## SFAT CONVENȚIONAL PENTRU O MAI BUNĂ ÎNCADRARE PRIN COMPRESIUNE

Instalați sacii lângă cadrele ușilor și ferestrelor pe cât de strâns legat posibil. Formele sunt o parte integrantă din dinamica structurală a domului în timpul procesului de construcție. Ele se comportă precum o za din lanțul fiecărui inel de saci sau tuburi. Ele nu se află acolo doar ca să facă o gaură; ele se află acolo să creeze un întreg – o întreagă curbă dublă, o structură monolitică. Fiecare rând are nevoie să creadă că formează un inel complet, un cerc de nedesfăcut, o conectare deplină, un inel de tensiune, o grindă de legătură, oricum vreți să o numiți. Fără conexiunea unei compresiuni unificatoare fixată pe ambele părți ale fiecărei forme, domul s-ar prăbuși. Țineți minte să intercalați tuburile cu sacii lângă forme, mai degrabă decât să puneți doar tuburile pe lângă forme. Preferăm să folosim saci în jurul cadrelor de uși și ferestre deoarece creează o îmbinare mult mai strânsă decât un tub și oferă o compresiune mai mare.

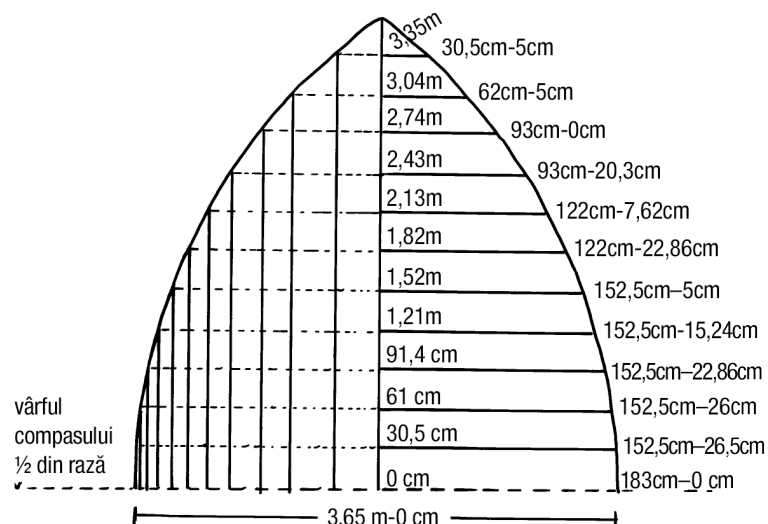
## Linia nașterilor arcului: Așezarea în trepte a sacilor și tuburilor

Folosind desenul ca ghid, ajustați compasul înspre interior pentru a se potrivi cu calculele pentru primul rând care trebuie așezat în trepte. În cazul nostru, am scurtat brațul compasului cu 1,25 centimetri. Aceasta corespunde cu o îndesare totală de 2,5 cm pentru diametrul întregului dom. Așa cum arată și desenul, profilul domului se micșorează foarte gradat la început – aproape imperceptibil (Fig. 12.17).

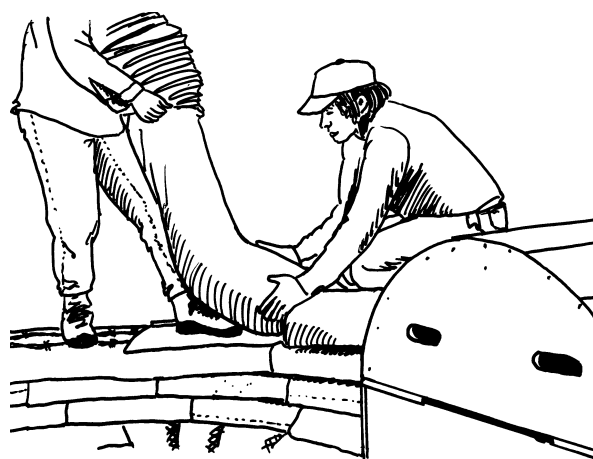
Acest lucru este foarte OK; este un proces de tip cumulativ. În acest punct am început să așezăm spire (tuburi) pentru pereți, împreună cu saci individuali așezați lângă forme.

Cu compasul ajustat pentru a potrivi prima îndesare, am încărcat toboganul tubului de 6 metri, cu capătul legat înăuntru (vezi Capitolul 3). Înainte să așezați această spiră, este mai bine să mergeți mai departe și să terminați lucrarea cu saci din jurul formelor ușii și ferestrelor și eventualelor contraforturi. Asigurați întrucâtva toți sacii cu o îndesare ușoară. Apoi începeți să așezați colacul cât se

poate de strâns lângă saci. După ce ați așezat colacul, presați-l pe el și toți sacii din jurul formelor până când devin tari (Fig. 12.18).



12.17: Această diagramă arată lungimile aproximative la care trebuie ajustat brațul compasului la fiecare 30,5 centimetri înălțime. Puteți desena o diagramă mai mare care să includă măsurători la fiecare doi centimetri sau mai puțin pentru calcule dintr-o privire în timpul construcției.



12.18: Curbarea acoperișului este făcută decalând fiecare rând atât cât este determinat de profilul compasului.

Secretul la pozarea (așezarea) unei spire este să aveți destul pământ disponibil ca să

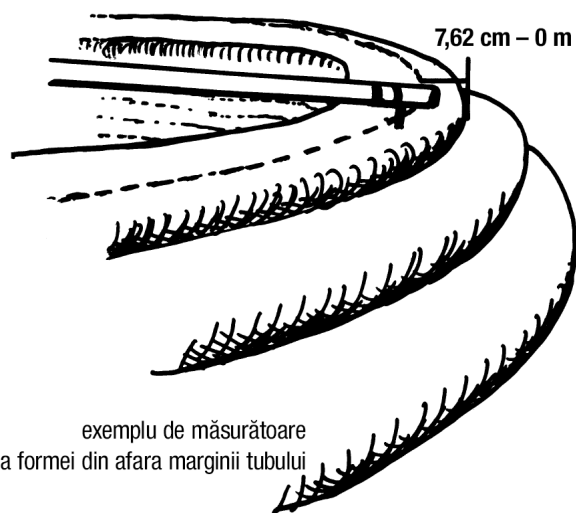
umpleți foarte repede tubul, astfel încât să nu obosească persoana care ține toboganul pentru tuburi - cadrul vostru uman pentru saci. Am descoperit de asemenea că este de ajutor să puneți săniile sub picioarele cadrului uman, pentru a împiedica să se lipească de sârma ghimpată și pentru a face mai ușoară poziționarea tubului cu precizie în funcție de compas.

Țelul nostru era să decalăm rândurile, dar să lăsăm destul spațiu ca, atunci când erau compactate, să fie încă posibil să balansăm brațul compasului în jur fără ca el să se poticnească într-un sac puțin ieșit în afară. Este o idee bună să evitați să mișcați sacii în afară când vreți să faceți potrivirea compasului, pentru că acest lucru poate deranja compactarea pământului închis în saci și poate astfel să strice materialul, să deformeze forma colacului și să micșoreze tensiunea aflată sub compresiune (Fig. 12.19). Din acest moment procedura rămâne aceeași. Ajustați compasul pentru următorul rând. Instalați eventuale fâșii de fixare de lângă forme. Instalați sârma ghimpată. Instalați sacii lângă formele de cutie, amintindu-vă să bătuciți acești saci dacă nu puneți fâșii de ancorare. Așezați buclele la lungimi ușor

de mână care să vă permită să acoperiți îmbinările rândului precedent. Fixați capetele colacilor strâns unul de celălalt, adăugând câteva extra cutii cu pământ și clătinându-l bine. Răsuciți capătul materialului strâns și îndoiiți-l. Repetați procesul până ajungeți la înălțimea unde trebuie instalate formele arcuite.

## Instalarea formelor arcuite

Punerea formei arcuite deasupra formei de cutie este un proces relativ simplu (așa cum este explicat în Capitolul 6). Instalați formele arcuite destul de adânc spre interiorul domului pentru a se potrivi cu unghiul procesului de curbare a acoperișului. Folosiți brațul compasului pentru a nivela forma arcuită pe axul său longitudinal, la fel cum a fost folosit ca să așezați cu precizie forma de cutie de sub ea. Folosiți un boloboc pe lățimea bazei cupolei pentru a o nivela dintr-o parte în alta. Penele de lemn folosite între formele de cutie și cele de cupolă pot fi mișcate în orice direcție pentru a ajunge la nivelul dorit. O dată ce sunteți mulțumiți de nivelul formei, începeți următorul rând, care va include și saci în formă de evantai (Fig. 12.20).



12.19: Mai târziu, pe măsură ce rândurile erau decalate 7 centimetri sau mai mult, am folosit compasul pentru a trasa o linie curbă pe marginea exterioară a rândului precedent și am folosit linia curbă și compasul ca ghid pentru a decala următorul rând.



12.20: Încorporați sârma ghimpată de la perete între toți sacii evantai din jurul formelor arcuite, așa cum este arătat în ghidul ilustrat pas-cu-pas și integrați tuburi cu saci pe lângă forme.

Sacii în formă de evantai din jurul formelor arcuite pentru dom sunt construiți cam la fel ca în capitolul precedent despre construirea zidurilor pas-cu-pas. Principala diferență este că, datorită faptului că panta acoperișului

domului este decalată cu fiecare rând, așa se va întâmpla și cu sacii în formă de evantai (Fig. 12.21).

Continuați plasarea spirelor din tuburi lângă sacii în formă de evantai. Decalarea se mărește pe măsură ce profilul domului se curbează tot mai mult înspre interior.



12.21: Plasarea marginii interioare a sacilor-evantai ar trebui să fie aliniată cu compasul.



12.22: După compactare, fiecare rând ar trebui să se simtă la fel de tare ca un trotuar.

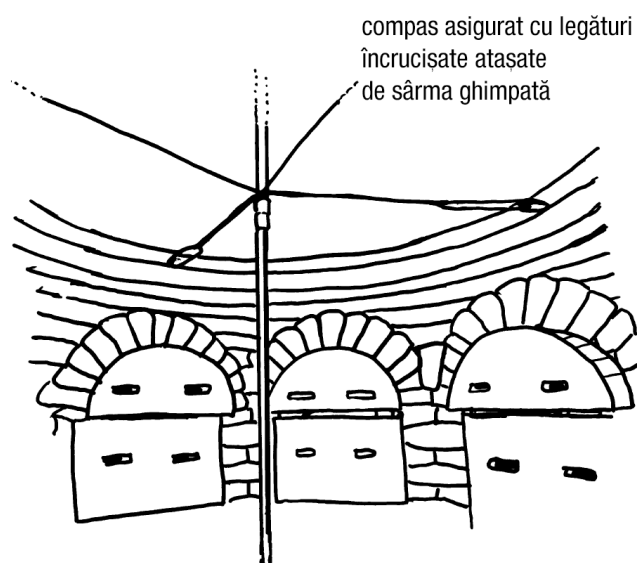
Dacă se simte cea mai mică mișcare a sacilor, verificați ca sacii și colacii să fie legați unii de ceilalți și legați de forme. Dacă pământul este fie prea ud și moale, fie prea uscat, sau dacă umezeala din amestec este necorespunzătoare, pământul nu se va compacta cum trebuie și va fi instabil. De dragul siguranței, acordați-vă timp să pregătiți pământul corespunzător (Fig. 12.22).

Pe măsură ce domul devine mai înalt, baloții de paie plasați în jurul perimetrului, cu plăci pe deasupra, sunt foarte utili ca schelă ce conturează forma domului și protejează sacii de expunerea la raze ultraviolete.

Verificați periodic dacă stâlpul compasului este încă rigid, căci pe măsură ce brațul orizontal este mai ridicat, se exercită mai multă răsucire pe stâlpul vertical, ceea ce îl scoate din poziție. Saci puși unii peste alții la baza stâlpului ajută la stabilizarea lui. La fel se întâmplă dacă îl legați cu sfoară sau cu cablu la un nivel aflat peste înălțimea capului (Fig. 12.23).

Dacă stâlpul din centru nu este destul de lung pentru a ajunge până în vârful domului, poate fi extins adăugând un racord (un manșon cu dublu capăt) pus peste vârful stâlpului și un alt stâlp poate fi fixat în el. Banda adezivă

înfășurată în jurul țevilor ajută la crearea unei fixări strânse.



12.23: Veți avea nevoie neapărat să consolidați stâlpul compasului cu legături încrucișate dacă folosiți o cuplare. Ridicați aceste legături pe măsură ce ridicați zidul, pentru a avea mai multă stabilitate.

## Grinzi pentru al doilea etaj

Dacă aveți în plan instalarea unei mansarde sau a unui al doilea etaj, așteptați până ce terminați cel puțin unul sau două rânduri de tuburi deasupra ferestrelor arcuite. Este mai bine cu două rânduri, deoarece îmbinările pot fi așezate în trepte pentru a ajuta la crearea, pe cât posibil, a unui inel de tensiune, cu toate că ușa poate fi încă în construcție.

Un al doilea etaj este și o foarte bună schelă interioară, chiar dacă este ridicat doar pentru procesul construirii și apoi dat jos. În afara unor rânduri care trebuie puse pentru

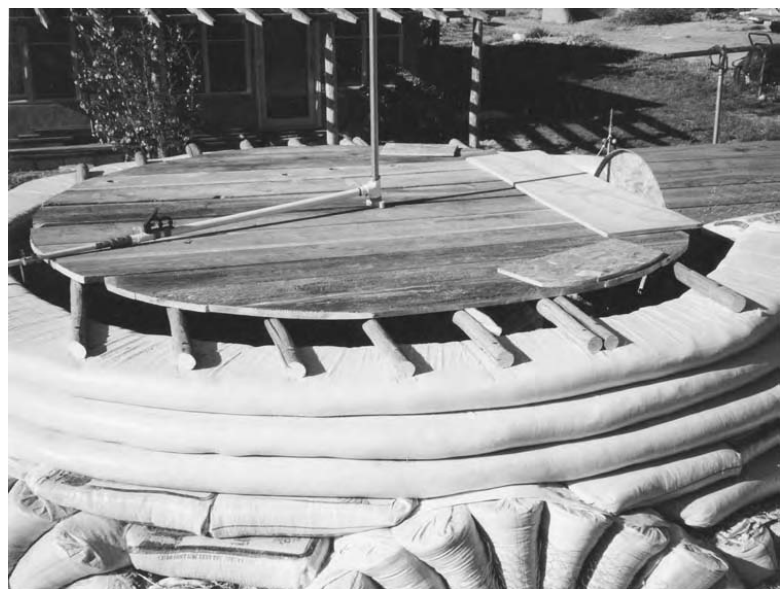
definitivarea ușii, toată lucrarea cu saci din jurul ferestrelor de la primul etaj este acum terminată (Fig. 12.24).

## Streașină opțională

Streășinile acoperișului pot fi instalate la orice înălțime dorită deasupra ferestrelor terminate, dar peste cel puțin două rânduri de tuburi complete. Streășinile extinse sunt bune de asemenea ca schele exterioare și pot fi instalate ca o extensie a etajului doi sau independent de el, la o înălțime diferită (Fig. 12.25a și b).

Dacă v-ați decis să instalați streășini extinse, veți dori să le plasați în mod egal în jurul perimetrului peretelui. O formulă simplă care vă va ajuta să calculați distanța exactă la care să puneți cornișele unele față de celelalte poate fi calculată aflând circumferința exterioară a zidului (aceasta și alte formule pentru calcule referitoare la cercuri se găsesc în Anexa C). Folosiți brațul orizontal al compasului pentru a determina raza de la exteriorul sacilor până la centrul stâlpului la înălțimea dorită a instalării cornișelor. Pentru a face instalarea streășinilor ușoară și precisă, folosiți brațul compasului. Puteți de asemenea să folosiți

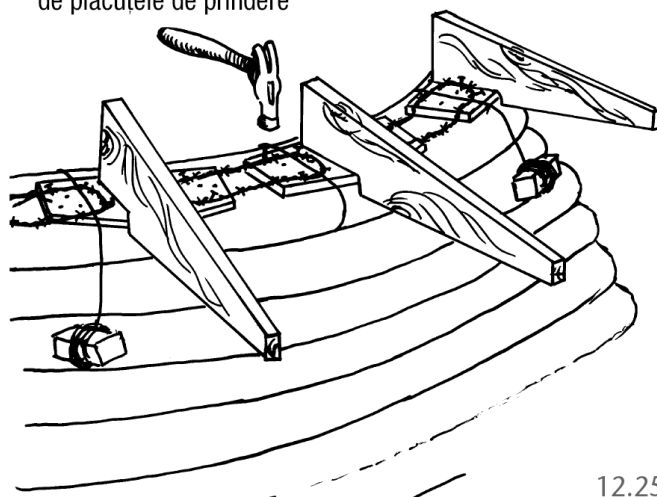
compasul pentru a alinia grinzile de la al doilea etaj, care radiază din centru ca o roată cu spițe (Fig. 12.26).



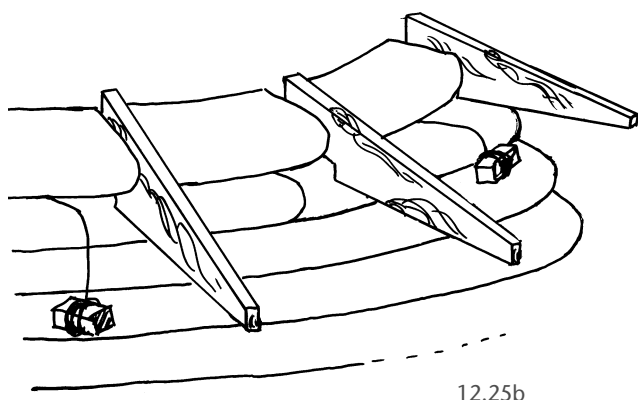
*12.24: Am folosit niște stâlpi de cort ca grinzi ale mansardei noastre. Le-am trecut drept pe deasupra și le-am ținut de zid cu cuie de 30 de centimetri. O metodă mai sofisticată poate fi oricare dintre sistemele descrise pentru fixarea grinzilor sau a consolelor de rafturi deasupra flanșelor de prindere, așa cum e descris în Capitolele 7 și 9.*

*12.25a și b: (a) Streășinile extinse atașate pe plăci și ținute în saci compactați. (b) Umpleți spațiul dintre streășini cu următorul rând de saci și bateți bine.*

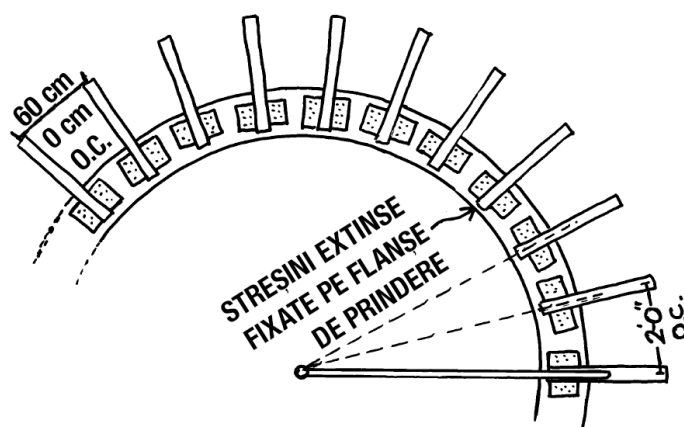
prindeți în cuie rotocoalele de sârma ghimpată de plăcuțele de prindere



12.25a



12.25b



## Lucrarea la dom progresează

Odată ce al doilea etaj este ridicat și sunt puse câteva rânduri de tuburi, construcția domului merge foarte repede, iar decalarea devine mai pronunțată. Pe măsură ce înălțimea zidului crește, fiecare nou rând de tuburi devine mai scurt. Acest tip de construcție este cel mai ușor de făcut cu o echipă sincronizată (Fig. 12.27 și 12.28).

VEDERE DE SUS



12.26: Folosiți compasul pentru a alinia poziția streșinilor sau a grinzilor de la etajul doi. (Vedere de sus).



12.27: Așezarea sârmei ghimate la această înălțime este cel mai ușor de făcut cu bobina aflată în siguranță la sol.

Desigur, ar fi grozav să aveți un prieten cu un retro-excavator sau un auto-încărcător cu cupă, dar nu este obligatoriu, doar avantajos. Noi, de fapt, am terminat vârful Honey House cu doar trei oameni, pentru că devenisem foarte experți în umplerea cutiilor cu pământ. Credeți-ne, când veți ajunge în acest punct

al construcției, și priceperea voastră va fi crescut, de asemenea, notabil.

Când eram la 0,6 metri deasupra mansardei de la etajul al doilea am început să ne gândim: „N-ar fi frumos să vedem munții de aici de sus?” Am folosit compasul pentru a alinia două forme arcuite, cu dimensiuni de 0,9 m adâncime pe 0,6 m lățime. Formele de ferestre, la această înălțime, vor trebui să fie destul de adânci pentru că acoperișul este foarte gros. Am continuat să folosim sacii mai mari de 45 de kilograme în jurul formelor arcuite. Fixați forma cât de mult puteți spre interiorul domului și susțineți-o dedesubt cu blocuri suprapuse din zgură sau pe un sprijin din resturi de lemn (Fig. 12.29).



12.28: Munca de colaborare în echipă implică doi oameni pe zid, unul să fie cadrul uman pentru saci și celălalt să încarce. O persoană la sol furnizează pământul și cealaltă, pe scară, devine intermediarul pentru aruncat cutiile cu pământ.

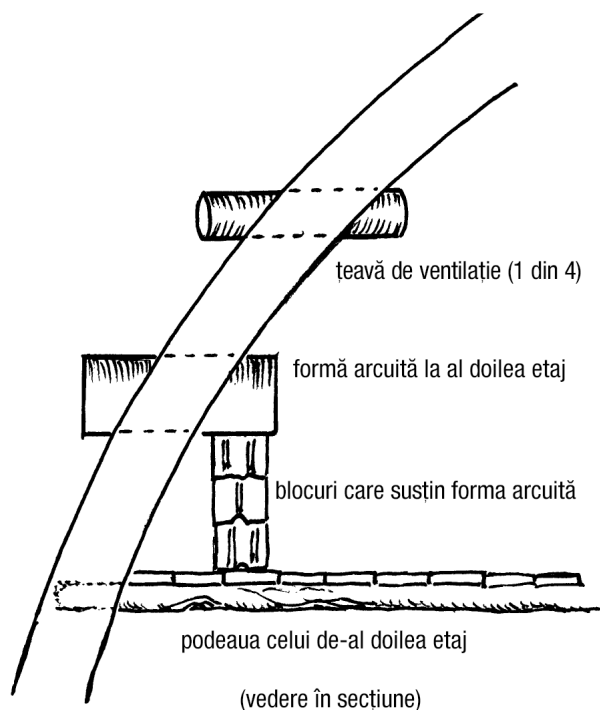
## Ponturi pentru siguranță la curbarea acoperișului

O regulă simplă atunci când așezați în trepte sacii/tuburile este să decalați doar maxim un sfert din lățimea sacului respectiv. De exemplu, dacă folosiți tuburi sau saci care sunt presați la o lățime de 30 de centimetri, ei ar trebui decalați doar maxim 7,5 centimetri. Acestea sunt doar aproximări, iar ajustări pot fi făcute în funcție de pământul folosit și de cât de confortabili sunteți cu procedeul. Sacii/tuburile pe care le-am folosit pentru Honey House au fost compactați până la 37,5 cm și am putut să-i îndesăm doar maxim 10 centimetri, un pic mai mult decât regula de un sfert, dar amestecul nostru de pământ era primo (Fig. 12.30).

Dacă aveți probleme în a urmări curbura profilului din proiect, încetiniți și faceți o decalare graduală. Este mai sigur să va adaptați la limitările materialului, chiar dacă asta înseamnă să adăugați 30 de centimetri înălțime în plus, decât să riscați să compromiteți integritatea clădirii încercând să forțați materialul să urmeze schema desenată. În acest caz, profilul ar putea avea o



pantă mai graduală, desenată cu mâna liberă sau cu un compas (Fig. 12.31).



12.29: Susținerea formelor arcuite ale celui de-al doilea etaj ar putea să necesite extra sprijinire. Observați instalarea țevelor de ventilație de sus.



12.30: Observați cât de mult depășește rândul de saci de sus, rândul precedent.

## Închiderea domului

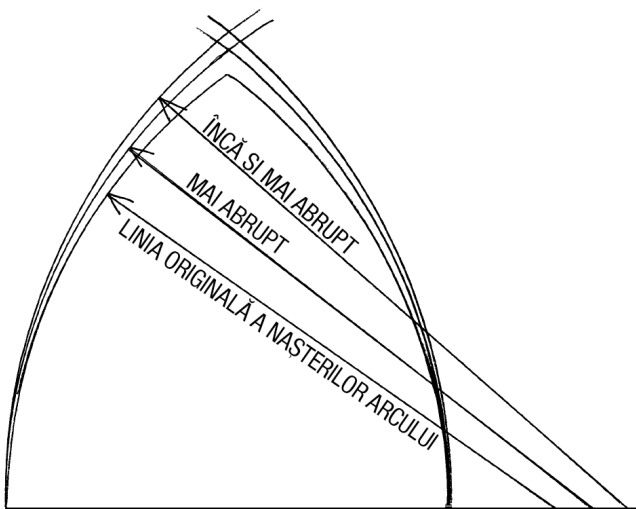
Desigur, cercul devine mai mic pe măsură ce ne apropiem de vârf. Ca rezultat, devine mai greu să așezăm tuburile într-un cerc strâns. Când mai aveam vreo cinci rânduri până în vârf, am schimbat înapoi la sacii de 23 de kilograme. Folosirea sacilor ne-a eliberat mâinile, făcând mai ușor să închidem domul cu doar trei oameni. Am fost de asemenea capabili să conturăm forma fiecărui sac pentru a se potrivi cu un cerc mai strâns. Șablonul a evoluat de la un cerc cu opt vârfuri la un cerc cu șase vârfuri, apoi la un pătrat cu patru saci, apoi la o gaură în formă de triunghi formată din trei saci. Am adăugat niște plasă de rabiț peste deschizătură, am pus un cerc de sârmă ghimpată și am așezat doi saci deasupra. Un singur sac (cu sârmă ghimpată sub el) a fost așezat peste cuta creată de doi saci de mai jos și am considerat că am terminat. A fost de fapt un moment cam lipsit de strălucire, dar satisfăcător și distractiv oricum (Fig. 12.32).

Asta este! Procesul e relativ simplu și repetitiv, ceea ce îți eliberează mintea pentru soluții creative când și dacă apar problemele. Este imposibil ca noi să atingem toate aspectele de care vă puteți lovi, dar cu o bună înțelegere

de bază a tuturor elementelor implicate, cu o dorință de a explora și abilitatea de a vă adapta așteptările la realitatea mediului, și voi puteți să construiți o structură frumoasă într-un mod unic, care va dura mai mult decât oricare clădire contemporană construită în stil convențional (Fig. 12.33).



12.33: *Lucrarea cu saci terminată la Honey House, după ce am îndepărtat formele.*



12.31: *Faceți profilul mai abrupt desenând mai multe linii cu vârful compasului mai departe de centrul diametrului și faceți noi calcule pentru un profil mai abrupt.*



12.32: *Un cerc de sârmă ghimpată ține sacii împreună, în timp ce plasa de sârmă oferă o suprafață ușor de apucat pentru aplicarea ulterioară a tencuiei.*

## Indicații pentru un dom cu podea la nivelul solului

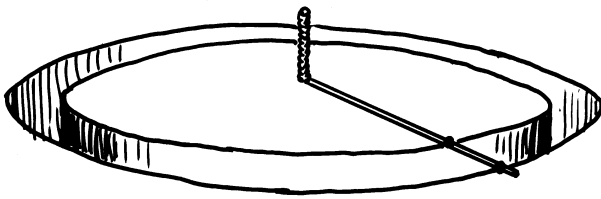
Dacă folosiți șanț cu pietriș sau alt sistem de fundație pentru a avea o podea la nivelul solului, veți începe lucrarea cu saci pe această fundație (Fig. 12.34).

Construiți soclul și plasați eventualele forme pentru uși la această structură așa cum am descris mai înainte. Veți dori probabil să vă instalați formele pentru ferestre la 70-75 centimetri deasupra solului sau la o înălțime pe care o considerați normală.

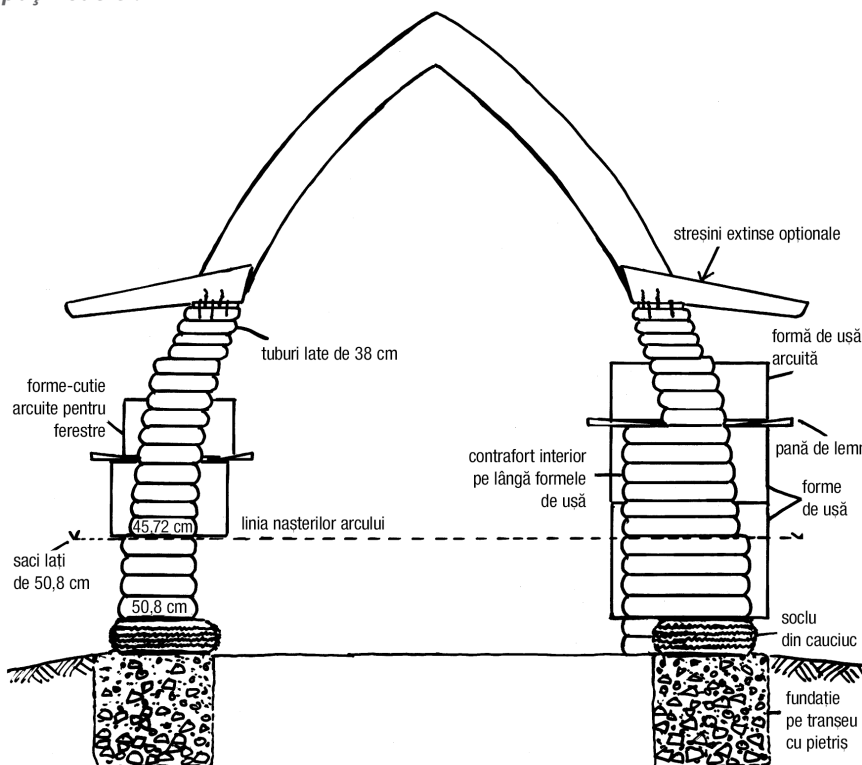
Folosiți saci de 45 kilograme sau saci foarte mari, sau două rânduri de saci de 23 kilograme ca zid vertical, până la înălțimea la care vor fi instalate formele-cutie ale ferestrelor. Montați formele-cutie și fixați-le cu încă un rând de

saci. La acest moment începeți arcul vostru de tensiune liniar și schimbați cu un singur rând de saci de 23 kilograme sau cu tuburi echivalente ca lățime. Continuați să integrați sacii de 45 kilograme sau cei foarte mari în jurul formelor de ușă și ale ferestrelor, așa cum am descris mai devreme, pentru o masă mai mare în jurul deschiderilor (Fig. 12.35).

Puteți, de asemenea, să includeți contraforturi, dacă intenționați să aveți un sistem de jgheaburi sculptate. Cu alte cuvinte, orice e necesar pentru a oferi masă foarte mare în perimetrul pereților, astfel încât să începeți în siguranță linia nașterii arcelor la 0,6 m sau mai sus de nivelul parterului. Continuați lucrarea cu saci/tuburi așa cum este descrisă în acest capitol pentru a definitiva domul.



12.34: Folosiți un compas-sfoară pentru a marca interiorul și exteriorul șanțului fundației. Fundația tip tranșeu pentru un dom construit de la sol include și lucrarea în șanț la contraforturi. Umpleți întregul tranșeu cu pietriș și balast până la nivelul solului sau puțin sub el.



12.35: Dom construit la nivelul solului.

## Ar trebui să fie clădirile neapărat pătrate?

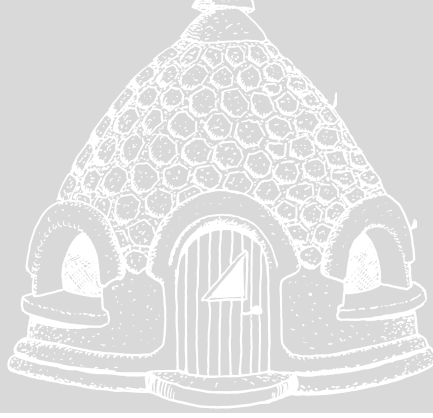
Am transformat sistematic resursele naturale în componente modulare pentru a construi compartimente uniforme. Nu e de mirare că acea carte care ne instruește în metode de construcție se numește Codul Construcțiilor Uniforme. Pentru a urma Codul Construcțiilor Uniforme avem nevoie de materiale

de construcție uniforme. Transformăm copaci rotunzi în cherestea dimensională. Turnăm ciment în blocuri de mărimi specifice. Am învățat să construim cu produse în loc de procese. Grinzile cu tălpi, furnirul, cărămida și cherestea sunt toate produse făcute pentru colțuri în loc de curburi. Nu facem asta pentru a avea clădiri mai puternice; facem asta pentru a susține industria prelucrătoare. Materialele de construcție pătrate sunt mai ușor de depozitat și transportat decât cele curbe. Arhitectura dreaptă, pătrată, în formă de cutie, promovează consumul de produse de construit pătrate.

Când schimbăm și trecem la mentalitatea de construcție rotundă, descoperim că suntem în opoziție cu starea de fapt a lucrurilor. Este dificil să integrăm produse pătrate în structuri rotunde fără să le modificăm semnificativ sau să facem risipă. Deci privim către materiale alternative cu care să construim: cob, chirpici, piatră, paie, hârtie, butuci din lemn, bușteni, cauciucuri, pământ tasat, lut amestecat cu nuiete, saci, sârmă ghimpată și alte materiale din afara rafturilor dreptunghiulare de la magazinul local de materiale de construcție. Constructorii alternativi își fac cumpărăturile la depozite de materiale agricole, caută la

gropile de gunoi, recuperează materiale reciclabile și transformă deșeuri în procese creative, fac vile din noroi și dezvoltă sisteme sustenabile care construiesc societăți sustenabile.

În plus, curba revine la modă. Tehnologia noastră reflectă acest trend al curbelor. Mașinile devin mai aerodinamice. Consolele de computer, electrocasnicele, echipamentul sportiv și telefoanele mobile devin mai senzuale. Casetofonul nu mai este în formă de cutie, iar Super Bowl nu este Super Cutia (Super Box).



## CAPITOLUL 13

### Tipuri de acoperișuri pentru cupole

Datorită rezistenței remarcabile dată de pământul compactat în cofraje, o cupolă în trepte poate fi proiectată cu ușurință să suporte greutatea unui acoperiș înierbat gros

de 22,5 cm (noi am făcut-o!) sau a unui înveliș solid din chirpici.

*13.1: Honey House primind o tencuială din lut îmbogățit cu argilă naturală.*



Alte materiale potrivite pentru acoperirea cupolelor sunt: acoperișul tradițional de paie, țiglele de teracotă, tencuiala de var aplicată pe chirpici, lespezile cimentate, ardezia, lemnul și chiar șindrilele bituminoase (un cofraj de pământ bine întărit va putea susține cuiele lungi pentru acest tip de acoperiș).

Pentru a izola o cupolă arcuită într-un climat rece, am proiectat un cadru de lemn atașat streșinilor. Acestea sunt montate în timpul construcției și sunt apoi izolate, căptușite și acoperite cu șindrilă. Acoperișul finalizat seamănă cu un clopot care acoperă cupola. Într-un climat cald, ferit de îngheț, o cale minunată de a colecta prețioasa apă de ploaie o reprezintă sculptarea în stuc de var sau de ciment a unui sistem de jgheaburi în spirală căptușit cu plăci de mozaic.

## Acoperiș cu tencuială de lut pentru climate uscate

Învelișurile din tencuială de argilă de calitate, groase de până la cel puțin 15 cm, formează un excelent strat protector pentru o cupolă din saci de pământ. Argila de bună calitate este impermeabilă și ar trebui să fie lipicioasă

și destul de stabilă. Amestecăm această argilă cu un conținut de circa 60-70 la sută sol nisipos, ca rebutul nostru de nisip (vedeți Capitolul 2 pentru detalii despre rebutul de nisip), cu o cantitate mare de paie lungi de până la 15-30 cm, direct din baloți (Fig. 13.2). Acest înveliș de bază seamănă mult cu cobul, principala diferență fiind cantitatea mai mare de argilă. Aceasta se umflă la contactul cu apa, oprind, astfel, avansarea umezelii. Primii 1,25 cm până la 2,5 cm se vor înmuia, iar particulele cele mai fine de la suprafața argilei se vor înlătura, lăsând la vedere o rețea deasă din paie adânc încastrate.

Peste acest înveliș de bază din argilă de 10-15 cm se pune un al doilea înveliș de tencuială de 1,875-2,5 cm. Un acoperiș natural numai din tencuială de lut va avea nevoie de o retencuială periodică, dar cu cât unghiul de înclinare al cupolei va fi mai mare, cu atât apa se va scurge mai repede. Cu cât apa se va scurge mai repede, cu atât mai ușor se va usca. Cupole mai înclinate înseamnă mai puțină întreținere.



*13.2: În cazul tencuielii pe bază de lut rezistente la apă, mărim procentajul de argilă din solul nisipos, îl umplem cu paie lungi, îi dăm forma unei franzele solide și îl aplicăm pe cupolă.*

Un lucru care trebuie luat în considerare în cazul proiectării unei cupole tencuite cu lut este cum se pot proteja ferestrele de apa amestecată cu nămol care se scurge de pe acoperiș. Construirea unor lucarne și a unor jgheaburi în afara ferestrelor arcuite și de-a lungul contraforturilor ține apa la distanță de fundație. Acest aspect funcțional a devenit, astfel, cel mai plăcut atribut estetic al său, combinând, ca și natura, aspectul cu funcționalitatea (Fig. 13.3).

## Acoperiș din tencuială de var

Într-un climat cu precipitații reduse, ca Tucson, Arizona, o tencuială de var aplicată pe un înveliș de bază de lut reprezintă o metodă tradițională de protejare a acoperișurilor cupolelor din chirpici. Tencuiala de var poate fi aplicată cu un pulverizator, cu mâna, sau întinsă cu o mistrie pe un înveliș gros de bază din lut. Mai multe straturi de tencuială de var urmate de mai multe învelișuri de var stins oferă o protecție mai ridicată decât un strat sau două groase din tencuială de var. Într-un climat uscat, aplicările periodice de var sunt suficiente pentru a proteja o cupolă tencuită.



*13.3: Fețele verticale ale Honey House sunt protejate cu tencuială de var, în timp ce pervazurile sunt făcute din pământ stabilizat cu var. Ambele au rezistat foarte bine timp de cinci ani.*

## Aditivi pentru impermeabilizarea tencuielii de var

Personal nu am încercat aditivi pentru impermeabilizarea tencuielii de var, dar sunt câțiva care și-au dovedit calitățile. Se spune că sucul înțepător de cactus Nopal din familia *Opuntia* ajută la creșterea impermeabilității, fără a compromite abilitatea tencuielii de a elimina umezeala. Pernițele cactusului sunt decupate și lăsate la macerat într-un butoi umplut cu apă, până când amestecul fermentează. Substanța astfel rezultată este strecurată, fiind folosită ca 40 la sută din apa totală pentru a face tencuiala din var sau var stins.

Un amestec din alaun cu apă și unul din săpun cu apă sunt aplicate alternativ pe suprafața structurii tencuite cu var. Această metodă de rezistență împotriva apei a fost folosită în mod eficient în Mexic, timp de zeci de ani. Mai multe straturi alternante aplicate, în mod normal, pe părțile superioare ale parapetului, pe suprafețe orizontale și pe cupole, vor oferi o protecție suficientă pentru mulți ani. Varul cu pozzolan reprezintă încă o metodă de impermeabilizare care merită încercată.

## Țiglă și lespede de piatră

O tencuială aspră din var sau ciment constituie o suprafață excelentă pentru fixarea țiglelor, în special a celor groase, care pot fi fixate cu ușurință în profunzime. Țiglele mexicane sparte și piatra de lespede sunt complementare. Un acoperiș făcut din lespede de piatră cu jgheaburi pentru ploaie aliniat cu țigle colorate e o idee minunată pentru a proteja o cupolă la tropice sau în deșert (Fig. 13.4).

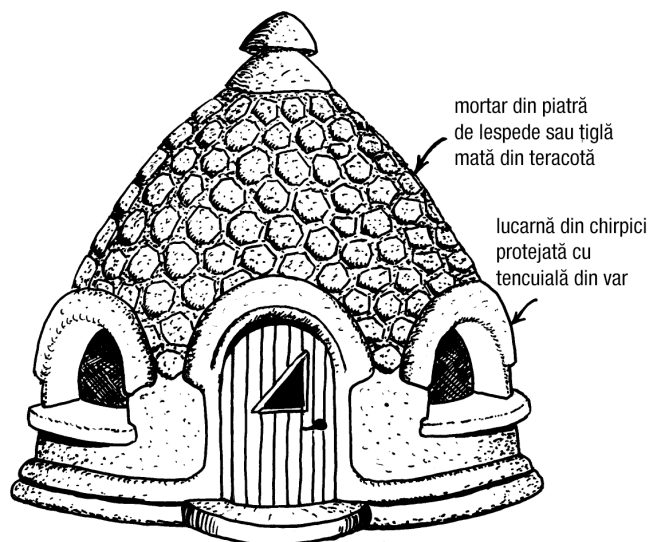
## Pământ stabilizat

Această cupolă este construită din spumă rigidă groasă de 15 cm, protejată de un strat gros (10 cm) de pământ stabilizat cu ciment, sculptată de artistul/sculptorul Robert Chappelle. Ceea ce este cu adevărat remarcabil în legătură cu această cupolă, este plasarea acesteia în centrul Vermontului! (Fig. 13.5).

După multe experimente, Robert a găsit amestecul optim de ciment (un procentaj serios de 16%) din rebutul de sol nisipos, amestec din care a rezultat o tencuială care a ținut piept ravagiilor iernii din 1994 în



Vermont. Sculpturile sale continuă să reziste, după cum spune el, neschimbate din ziua în care le-a terminat, la începutul anilor '90.



13.4: Țiglele din argilă fabricate la temperatură scăzută, fixate în mortar din lut, au constituit acoperișul tradițional al cupolelor în Orientul Mijlociu timp de secole. Mortarul din lut permite eliminarea vaporilor de apă, în timp ce țiglele stopează eroziunea.



13.5: Locuința lui Robert Chappelle din Vermont. Aceasta nu este o cupolă din saci cu pământ!

Totuși, țineți minte că structurile sale sunt din spumă groasă și rigidă, nu din pământ neprelucrat, ceea ce micșorează șansele de a fi afectate de schimbările climatice (Fig. 13.6).



13.6: Ceea ce ne uimește este eficacitatea pământului stabilizat într-un climat atât de aspru. Autor imagine: Robert Chappelle



13.7: Mențineți-l viu, nu stabilizat!

Robert a început prin a aplica un singur înveliș gros de 10 cm, dar recomandă, în schimb, aplicarea mai multor straturi subțiri de 2,5 cm, deoarece s-a dovedit impermeabilitatea și rezistența la crăpături crescută a acestora.

Reușita sa ne inspiră să încercăm folosirea pământului stabilizat cu var (în locul cimentului) ca înveliș protector al cupolelor din saci cu pământ, deoarece varul este mai compatibil cu capriciile pământului netratat.

## Ferocimentul (amestec de ciment Portland cu nisip)

Pentru unii, cimentul poate fi cea mai potrivită alegere pentru protejarea unei cupole. În Bahamas, unde temperaturile rămân deasupra punctului de îngheț, cimentul este o alegere mai potrivită decât argila, fiind mai ușor disponibil.

Principalul factor care trebuie luat în considerare în momentul alegerii tencuielii pe bază de ciment aplicată pe sacii cu pământ este umplerea sacilor cu un pământ uscat și nisipos, cu un conținut scăzut de argilă. Acest amestec este mai puțin afectat de umezeala interioară sau de dilatare și contractare. Adăugarea unui procent de var stucului pe bază de ciment ajută la sporirea abilității tencuielii de a elimina umezeala, limitând, în același timp, pătrunderea umezelii exterioare. Există mai multe resurse excelente pentru a

învăța despre ferociment, resurse disponibile online și în format tipărit.

## Acoperiș înierbat pentru cupole

Odată ni s-a spus că ar fi imposibilă montarea unui acoperiș înierbat pe o pantă atât de înclinată ca cea a unei cupole din saci cu pământ. Însă, cu tot cu micile trepte decalate, straturile de pământ s-au fixat cum trebuie. Am montat acoperișul înierbat în două straturi: primul dintr-un amestec de noroi, nisip și paie de aproximativ 15 cm grosime, iar al doilea strat din cob „viu”. Acestui amestec din cob i-am adăugat rădăcini de iarbă Bermuda. Un stropitor a fost montat pe acoperiș, însă, datorită lui El Nino, am avut parte de trei săptămâni de ploaie. Chiar și așa, materialul nu a alunecat. Din contră, acesta a încolțit în trei zile (Fig. 13.7).

Nu am folosit niciun fel de membrană impermeabilă. Pur și simplu am așezat cobul pe treptele create de tuburile așezate decalat, rezultând, astfel, un acoperiș gros de 57,5 cm, din care 35 cm constau în saci cu nisip presați, restul de aproximativ 22,5 cm fiind amestecuri din cob. Am construit jgheaburi din cob deasupra

ferestrelor arcuite și de-a lungul contraforturilor pentru a ține apa la distanță de fundație. Au existat două mici scurgeri din cauza umezelii ivite în momentul folosirii furtunului de irigații. Avem parte în medie de doar 20 cm de precipitații pe an și, chiar dacă un acoperiș înierbat este mai potrivit unui climat mai ud, a trebuit să-l încercăm și în condițiile date. Într-un climat mai umed am folosi un strat de bentonită peste saci, ca o membrană impermeabilă, sau prelate impermeabile groase din polipropilenă. Peste aceasta am pune o plasă de polipropilenă ca suport pentru rădăcinile de cob verde (conform experimentelor efectuate de departamentul de arhitectură al Universității din Minnesota, bentonita poate fi folosită cu succes ca agent de hidroizolare pentru locuințele subterane). De asemenea, am adăuga streșini extinse pentru a lăsa natura să conducă apa. Am ales iarba hibridă Bermuda pentru inconfundabilul sistem de rădăcini și pentru aspectul lung, dens și atârnat. Ne-am imaginat-o crescând pe acoperișul înierbat stabilizând, astfel, pământul, ajutând și la scurgerea apei. Nu e necesară întreținerea ierbii.

Experimentul nostru ne-a condus la concluzia că iarba poate crește cu succes pe un acoperiș cu o pantă abruptă. Acoperișul ajută la susținerea

brazdei pe măsură ce se lățește de la vârf spre bază, creând, astfel, același efect ca un fes pe care îl trageți pe cap. De asemenea, dinamica structurală a unei cupole arcuite din saci cu pământ compactat, bine proiectate, poate suporta o greutate enormă.

## Cupolă acoperită cu șindrilă, cu streșini extinse

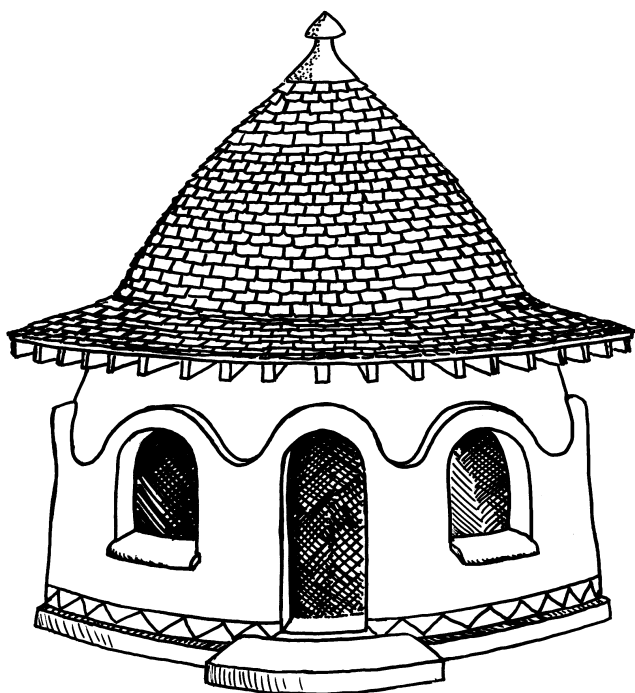
Deși nu am încercat încă pe un proiect de cupolă la scară 1:1, am adunat o mulțime de șindrile bituminoase și le-am bătut cu ciocanul pe suprafața tencuită cu nămol a cupolei Honey House. Acestea sunt ușor de fixat și de mulat pe curbura acoperișului. Ele pot fi fixate apăsate, cu o suprapunere de 2,5 cm sau mai puțin, creând un aspect dens. Cupolele din saci cu pământ pot suporta o încărcătură substanțială. Șindrilele astfel aranjate pot rezista o viață întreagă și am descoperit metode sigure și eficiente de a le recicla atunci când trebuie înlocuite.

Din moment ce șindrilele bituminoase nu respiră, e nevoie de o cupolă. Aceasta ar putea fi construită în așa fel încât orice vapor de umezeală care apare sub șindrile să se ducă în sus, de-a lungul canalelor sculptate într-un

înveliș de bază de tencuială din lut, pentru a ventila cupola. Streșinile pot fi extinse și sprijinite pe un portic din bolte din saci cu pământ sau pe o verandă din grinzi și stâlpi.

Șindrițele de lemn, care pot respira, sunt o alternativă naturală la șindrițele bituminoase sau din fibră de sticlă, putând fi aplicate direct pe saci, fără niciun înveliș de bază de tencuială.

În principiu, orice fel de țiglă, de la ardezie la teracotă și piatră de lespede, poate fi suportat cu ușurință de o cupolă din saci cu pământ bine construită. Experimentați, explorați, construiți și descoperiți! (Fig. 13.8).

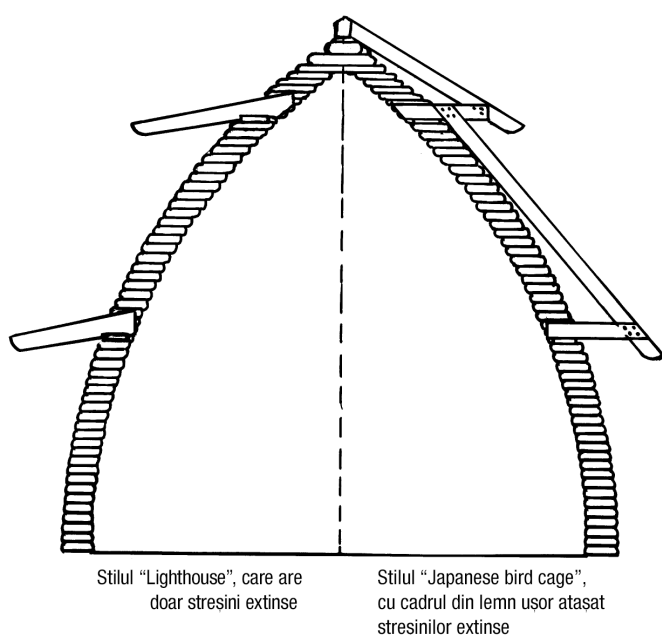


*13.8: Șindrițele aplicate direct pe o cupolă din saci cu pământ cu streșini încorporate extinse pentru a proteja pereții.*

## Ramă ușoară din lemn izolată

Oamenii care trăiesc în zone cu precipitații crescute, cu căderi masive de zăpadă sau în zone cu acces larg la produse din lemn, își pot permite construirea unui căprior ușor din lemn pentru streșinile extinse. Recomandăm cadrul ușor din lemn ca o alternativă la cheresteaua de mari dimensiuni, nu din cauză că nu i-ar putea susține greutatea cupola, ci pentru a reduce consumul de cherestea (Fig.13.9).

Cadrul exterior din lemn al acoperișului poate fi izolat, dublat cu bucăți de lemn și poate fi acoperit cu orice material folosit pentru acoperiș, cum ar fi metal, lemn, șindrițele bituminoase sau șindrițele ecologice. Un cadru de lemn poate fi construit direct pe sacii cupolei, nefiind necesară nicio tencuială din nămol (Fig. 13.10).

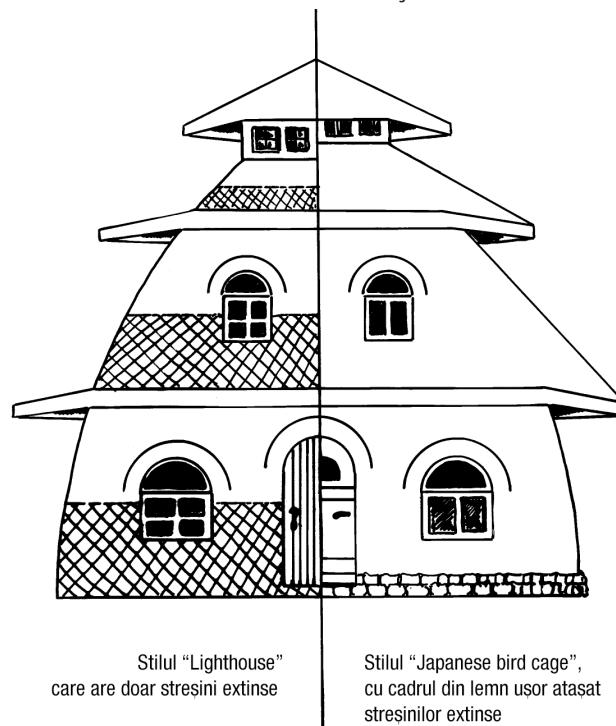


13.9: Cupolă din saci cu pământ cu un cadru de lemn ușor, atasat stresinilor încorporate.

## Acoperișul extern izolat cu baloți de paie

Așezarea baloților de paie deasupra stresinilor solide extinse poate crea o altă versiune a acoperișului înierbat. Stresinile vor avea nevoie de dublaje și de un fel de membrană hidroizolantă, cum ar fi geomembrana (membrană din polietilenă de înaltă densitate), tăiată în secțiuni mari așezate ca niște șindrile pe întreaga cupolă. Apoi, baloții pot fi așezați și fixați în unghi cu paie din baloți, cob, argilă/blocuri din paie etc. Un mortar din pământ lutos aplicat cu generozitate pe baloți va ajuta la susținerea

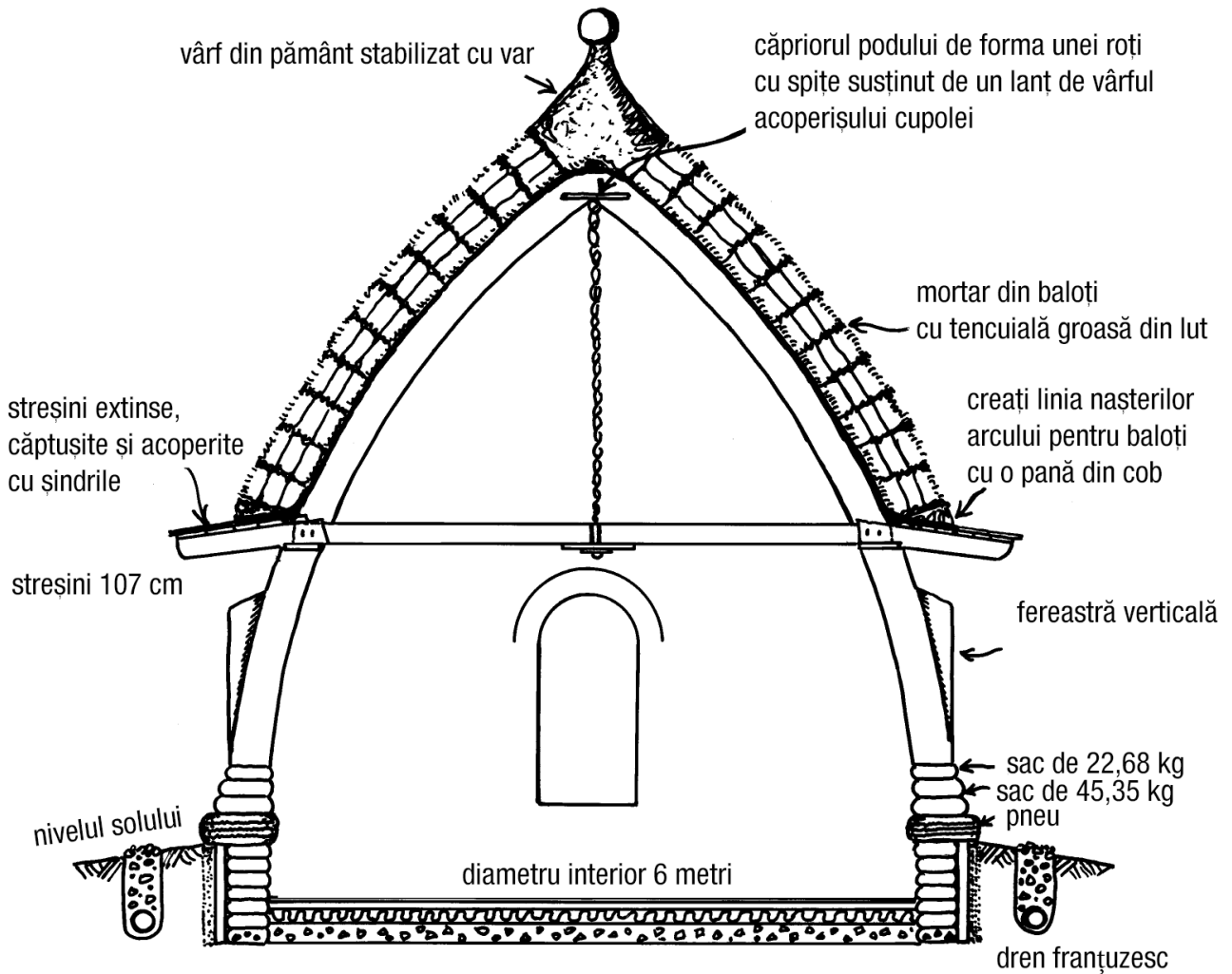
acestora împreună. O altă cale de a asigura baloții este un cablu de sârmă fixat strâns pe centrul a fiecare doi-trei baloți.



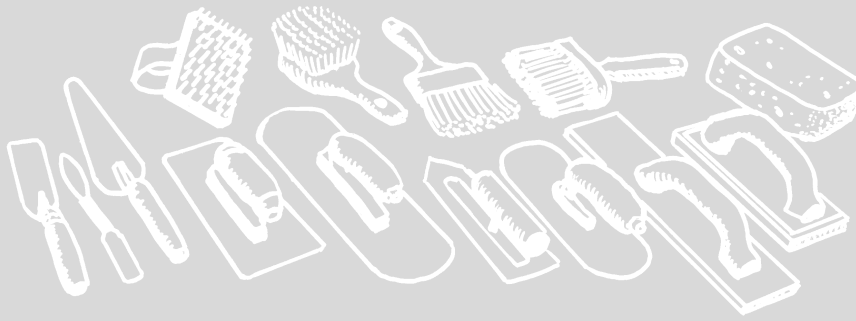
13.10: Imagine împărțită în două pentru a ilustra diferențele de stil ale acoperișului din lemn de pe cupola din saci cu pământ.

Într-un climat uscat, vârful acoperișului poate fi astupat cu cob sau cu tencuială de var. Baloții din paie pot rezista mulți ani în deșert, atâta timp cât nu ating pământul. Într-un climat mai umed, baloții pot fi crescuți într-un acoperiș înierbat. Un lucru interesant de încercat ar fi plantarea unor plante rezistente cu rădăcini migratoare (ca Bermuda) sau a unor plante agățătoare robuste (ca iedera americană sau alte tipuri de iederă, caprifoi etc.) pe suprafața baloților și în materialul nămolos dintre aceștia. Costul inițial este

minim, iar dacă baloții cedează în timp, pot fi înlocuiți cu alții sau cu un acoperiș din șindrile.



13.11: Model la scară al unei cupole de 6 metri în diametru, cu acoperiș extern izolat cu baloți de paie.



## CAPITOLUL 14

### Tencuieli exterioare

Pereții din saci cu pământ pot fi asemuiți cu un schelet gol care își așteaptă învelișul de tencuială protectoare. În acest capitol vom examina tencuielile din lut, varul aplicat pe tencuiala din lut, iar în final vom

aborda utilizarea cimentului. Să începem cu tencuielile din lut, examinând ideile de bază, așa cum am făcut mai înainte cu construirea din pământ.

*14.1: Pereți din saci cu pământ cu un înveliș de tencuială din lut, la mijlocul iernii.*



## Tencuiala din lut

Tencuielile din lut și din var absorb și elimină umezeala prin ziduri, ajutând, astfel, la reglarea umidității interne. Dacă sunt amestecate și aplicate așa cum trebuie, tencuielile din lut sunt ferite de mușcări și paraziți, rezistente la razele ultraviolete, sunt de lungă durată și, mai ales, aspectuoase, fiind o plăcere să lucrezi cu ele, iar mai apoi, să locuiești la adăpostul lor. Acestea sunt în mod natural liniștitoare pentru simțuri, având, în același timp, proprietăți moderate de detoxifiere.



14.2: *Enharradoras în zilele noastre.*

Trăim într-un climat uscat, unde o tencuială din pământ cu multe paie, bogată în argilă, rezistă bine pe zidurile exterioare, fiind necesare mici retencuiri o dată la câțiva ani. O tencuială din pământ bogat în argilă se va fixa pe aproape orice suprafață, eliminând nevoia unei plase de sârmă. Tencuielile din pământ cu conținut mare de argilă sunt mult mai

rezistente la apă decât tencuielile sărace în argilă și cu conținut ridicat de nisip, care tind să se erodeze foarte ușor. Când o tencuială bogată în argilă se udă, argila se umflă, oprind apa să pătrundă prea adânc.



14.3: *Înmuierea bulgărilor de argilă într-o groapă plină cu noroi.*

În climatele cu precipitații scăzute, tencuiala se usucă repede și rămâne stabilă. Pereții noștri originali din saci cu

pământ, construiți în 1994, încă au aceeași tencuială primitivă din pământ pe suprafețele verticale, iar pe cele orizontale un supraînveliș retencuit o singură dată.

Termenul spaniol pentru un tencuitor cu chirpici este enharradora, femeile aplicând, în mod tradițional, tencuiala. Enharradoras din deșertul sud-vestic spun că e nevoie de zece ani pentru a se înlătura de la sine jumătate



de centimetru dintr-o tencuială din lut de pe suprafața unui perete vertical expus (Fig. 14.2).

## Cei trei mari: argilă, nisip și fibră

Argila, nisipul și fibra sunt cele trei ingrediente magice din rețeta pentru tencuieli din pământ, cob și podele din chirpici. Tot ce e de făcut este ajustarea proporțiilor, reglajul fin al texturii și aplicarea amestecului în straturi mai groase sau mai subțiri. În acest moment, argila are rolul principal și, deși nisipul și fibra au rol secundar, de susținere, totuși au un scop important.

### Argila (Fig. 14.3)

Dacă tencuiala din pământ ar fi un drog, argila ar fi ingredientul activ din compoziția acestuia. Pentru tencuielile din lut, argila este elementul esențial care ține nisipul și fibra împreună și care ajută la fixarea pe perete. Faceți un test al borcanului pentru a determina proporțiile unui sol candidat ca material pentru tencuială. Jucați-vă cu acesta. Ar trebui să fie lipicios, plastic, maleabil și

plăcut la atingere. Lăsați mâinile să vă ghideze (vedeți secțiunea Noroiul, în Capitolul 2, pentru mai multe explicații complete despre meritele argilei).

### Nisipul

Având rolul de agent de susținere, nisipul oferă rezistență la frecare, rezistență la compresiune și contracție redusă. Nisipul aspru bine asortat este optim pentru tencuieli. Acesta este cernut printr-o sită fină cu o mărime a ochiurilor de până la 1,25 cm, în funcție de scopul folosirii.

### Fibra

Fibra folosită de noi cel mai des la tencuiala din lut este cea derivată din tulpinile unor cereale ca: ovăz, grâu, orz, orez etc. Paietele scurte, tăiate, sunt cel mai adesea folosite pentru tencuială, însă, cu cât paiul este mai lung, cu atât amestecul este mai gros și puternic. Paietele oferă forță elastică, așa cum plasa de sârmă o face pentru stucul din ciment. Acestea acționează ca o plasă, care se țese pe suprafață ca o pătură uriașă. Aceasta ajută la lupta împotriva eroziunii, expunând o rețea

de mici canale care împrăștie apa uniform pe suprafața peretelui sau a acoperișului unei cupole. Tencuielile exterioare cu o cantitate mare de paie lungi oferă cea mai mare rezistență la eroziune.

Am văzut cum o tencuială frumoasă din lut cu paie scurte s-a dezintegrat ca un cuib de pasăre în jurul perimetrului inferior al pereților, după ce a trecut printr-o ploaie torențială. Tencuiala exterioară conține mai ales paie lungi, pentru că fibrele lor rămân împreună. Alte fibre pe care le-am putea folosi, pe lângă paie lungi (în funcție de locație, disponibilitate și efectul dorit), ar fi bucățele de iarbă decolorată, rumeguș, bălegar de vacă sau cal, hârtie tocată, scoarță de copac fibroasă, cânepă, sisal, coajă de nucă de cocos, papură, păr scurt de animale etc. Mai multe fibre combinate dau textura finală dorită, îmbunătățind, în același timp, forța elastică și rezistența la eroziune (Fig. 14.4).

## Echipamentul pentru tencuire

Am început să facem și să aplicăm tencuiala din lut folosind cel mai simplu echipament: picioarele și mâinile noastre.

Treptat, am progresat până la o varietate de unelte și chiar și unele utilaje. Porniți simplu și adăugați unelte pe măsură ce deveniți mai competenți. Unealta potrivită poate economisi timp și poate crea efecte dorite care nu pot fi realizate fără aceasta. Mistriile sunt ușor de folosit, o mică betonieră pentru ciment fiind de foarte mare ajutor pentru cei care lucrează singuri sau pentru a ține pasul cu o echipă mare.

## Loturi de teste

Obişnuiți-vă cu pământul jucându-vă cu el. Când călătorim pentru a ține atelierile de lucru, trebuie să începem de la zero pentru a descoperi calitățile unui nou lot de sol. Secretul stă în experimentare, principiul fundamental fiind adaptarea proporțiilor celor trei ingrediente magice până când tencuiala se comportă așa cum vreți să o facă. Ca o regulă generală, 30 la sută argilă la 70 de

procente de nisip bine asortat este proporția optimă, cu destule paie pentru a-i da formă și pentru a evita crăpăturile. Paiele reprezintă 20-50 la sută din volum, potrivit părerii proprii și a comportamentului amestecului.



*14.4: O varietate de fibre bine asortate pentru tencuială: în sensul acelor de ceasornic, începând cu partea de sus-stânga; celuloză din hârtie, paie tăiate, paie lungi (pe jos), bucăți de iarbă decolorate și bălegar de cal.*

Folosiți o parte a peretelui ca planșă de încercare. Zona ar trebui să aibă cel puțin 0,1 metri pătrați pentru fiecare lot de mostre. Lăsați-o să se usuce, iar dacă mostra de tencuială se contractă sau se crapă des, adăugați mai mult nisip sau paie sau amândouă. Câteva crăpături mici, cât firul de păr, pot fi trecute cu vederea atâta timp cât tencuiala se lipește pe perete fără a se încreți. Următorul strat va acoperi aceste mici

crăpături. Dacă tencuiala devine prăfoasă după ce se usucă, poate fi vina argilei care este prea expansivă sau a pământului care are un conținut prea mare de mâl. Dacă argila sau pământul, în general, sunt de proastă calitate,

ne rezumăm la a adăuga un liant pastă din praf de piatră (vedeți rețeta la "Aditivi pentru tencuială" în Capitolul 15).

## Cum să preparăm tencuiala din lut pentru exterior

După ani de bătătorire a nămolului cu picioarele, am cumpărat o betonieră pentru ciment la mâna a doua pentru a amesteca tencuiala din lut și cob. Betonierele pentru ciment mici, mai noi sau mai vechi, la mâna a doua, sunt mai ieftine și mai ușor de obținut decât cele pentru mortar. De asemenea, pot face față la un amestec de lut mai dur (mai puțină cernere!) cu paie lungi din abundență.

Cerneți toate ingredientele lutului printr-o sită de 0,625 cm sau, pentru a evita mărunțirea și cernerea bucăților mari și uscate de argilă, înmuiați înainte solul într-o groapă apropiată de locul în care realizați amestecul. Permiteți-i solului să se filtreze peste noapte sau până când argila se înmoaie. În cazul în care folosiți o betonieră pentru ciment, începeți adăugând aproximativ 7,5 litri de apă în amestec, mai multe mâini de paie lungi, amestecând pământul preînmuat cu o lopată, până când amestecul are consistența aluatului pentru prăjituri (adăugarea paielor la început ajută la evitarea stropirii cu nămol). Dacă folosiți două feluri de pământ, cum ar fi rebut de nisip și pământ argilos, păstrați proporțiile optime determinate prin teste (de exemplu, șapte lopeți de rebut la trei lopeți de argilă etc). Continuați să adăugați apă, paie (și orice alt fel de fibre dorite) și pământ, până când amestecul face cocloașe. Uneori, pământul se poate întări și se poate lipi pe fundul betonierei. În acest caz, opriți betoniera, curățați fundul și pereții acesteia, îndesați câteva mâini pline de paie în ea și mai învârtiți-o o dată (Fig. 14.5).



14.5: Adăugarea paielor lungi într-un lot de tencuială din lut.

Bătătorirea cu picioarele poate fi făcută într-o groapă mică săpată în pământ, căptușită cu o prelată sau într-o cadă veche sau jgheab de apă sau un cerc din baloți de paie căptușiți cu o prelată (Fig. 14.6).

Dacă aveți de-a face cu pământ uscat, cerneți-l înainte, pentru a-l mărunți (un zdrobitor e ideal pentru sfărâmarea bulgărilor de argilă). Umpleți groapa sau recipientul cu cantitatea potrivită de apă și împrăștiati pământul cernut cu o lopată. Cernerea ajută la fărâmițarea mai rapidă a solului, fiind mai comod pentru tălpi. Acoperiți amestecul cu paie și începeți să-l bătătoriti cu tălpile.

## **UNELTE DE BAZĂ PENTRU AMESTECAREA ȘI PREPARAREA TENCUIELII**

- mâini și picioare
- lopată
- sapă pentru beton sau pentru grădinarit
- roabă
- prelate
- baloți de paie (pentru a forma un inel/cerc ca o groapă pentru amestecuri/mixuri)
- o sită mare (cu o plasă de sârmă de 0,62-1,25 cm pe un cadru rigid)
- o sită semi-fină (o strecurătoare de bucătărie cu plasă de sârmă)
- furtun cu pistol
- tocător de paie
- betonieră mortar sau ciment (opțional)

## **UNELTE PENTRU APLICAREA TENCUIELII**

- mâinile voastre
- găleți și bidoane
- pensule pentru pictat groase, pulverizator de grădină sau furtun cu pistol (pentru a uda tencuiala tratată sau cobul)
- diverse scule – gletieră metalică rotundă, mistrie pătrată, mistrie ascuțită

la vârf (pentru colțuri greu accesibile), gletieră de lemn, gletieră cu burete (sau burete gros din celuloză)

- capăt de șurubelniță (pentru a imprima suprafeței o textură care să permită o legătură bună pentru învelișuri de tencuială ulterioare)
- targă (unealtă opțională folosită de profesioniști)

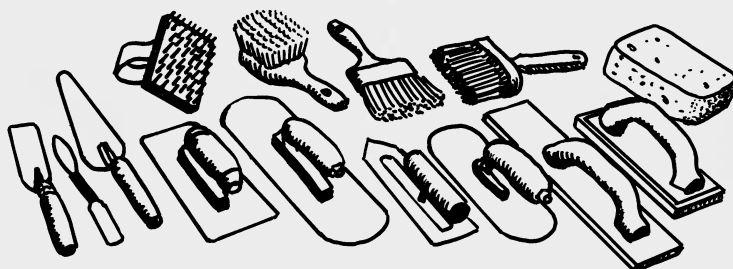
## **ALTE UNELTE PENTRU A FACILITA LUCRUL**

- hârtie și plastic (pentru a proteja ferestrele, ușile, podelele și părțile din lemn sau din metal)
- bandă adezivă (pentru a fixa plasticul sau hârtia pe ferestre, uși și rame)
- scări
- schelărie și scânduri pentru capre sau pentru baloți

## **UNELTE OPȚIONALE**

- compresor aer industrial
- pulverizator cu pistol

*Unele, sau chiar toate aceste unelte și echipamente, pot fi folosite pentru orice fel de tencuială, fie ea din lut, var, ciment sau cob.*





14.6: Preînmuiați pământul într-o groapă și adăugați paie în timp ce bătătoriți noroiul cu picioarele.

## Metodă de aplicare cu mâinile direct pe sacii cu pământ

### Înveliș din șipci

Îndesați cu degetele tencuiala bogată în fibre, solidă dar lipicioasă, în spațiile dintre saci ca și cum ați ciocăni cu degetele într-un perete din grinzi. Fiți generoși și aplicați învelișul de șipci destul de gros, ca tencuiala să iasă puțin deasupra nivelului sacilor. Păstrați o suprafață aspră, cu multe găuri făcute cu degetele, pentru a oferi aderență (Fig. 14.7a).

După ce acest prim înveliș s-a fixat ferm, aplicați 2-2,5 cm de tencuială din același amestec, adăugând dacă este nevoie paie lungi, umplând, de asemenea, spațiile goale (Fig. 14.7b). Uniformizați cu mistria în cazul în care este învelișul final sau păstrați-i textura pentru a servi ca suport unei tencuieli finale ulterioare din lut sau var (Fig. 14.7c și 14.7d). De-a lungul întregului proces de aplicare, păstrați-vă mâna cu care aplicați și mistria ude și alunecoase, pentru a ajuta nămolul să se fixeze pe perete și nu pe uneltele sau mâinile voastre.



14.7a: Stratul de umplere a golurilor.



14.7b: Aplicarea turțițelor de tencuială.



14.7c: Întinderea amestecului cu mistria.

14.7d (jos): Găurirea tencuielii cu degetele pentru aderență.



### NOTĂ:

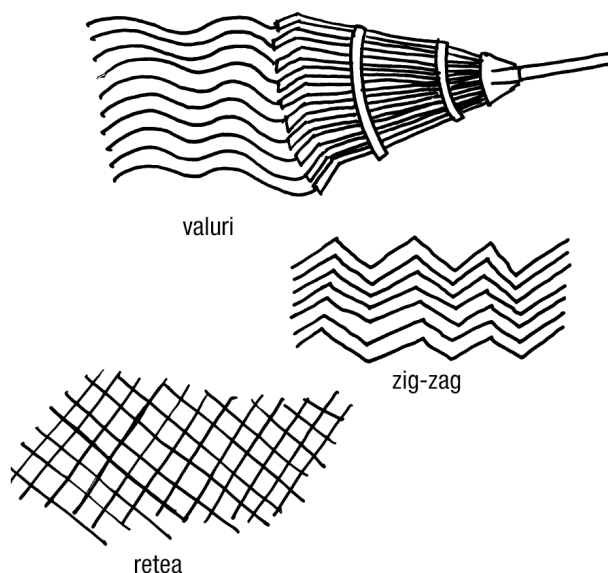
*Dacă aplicați nămolul pe saci din pânză groasă, umeziți peretele în prealabil. În cazul sacilor din polietilenă nu este necesară umezirea.*

## Legătura mecanică

Legătura mecanică se referă la fixarea fizică a tencuielii pe suprafața peretelui. Suprafața învelișului unei tencuieli precedente trebuie să aibă o textură foarte rugoasă, aspră, pentru a oferi un suport următoarelor învelișuri. Un alt termen pentru aderență este o suprafață cu puncte de legătură. Plasa de rabiț oferă aderență pentru stucul convențional din ciment. Aspirea unei tencuieli din lut ajută la crearea unei suprafețe aderente pentru straturile ulterioare de tencuială din lut sau din var.

Învelișul de bază este cel mai gros strat de tencuială, fiind, de asemenea, învelișul de umplură. Un înveliș de umplură este folosit, în mod tradițional, pentru acoperirea spațiilor libere și pentru a constitui baza pentru lucrul în relief, fiind cel mai rugos strat de tencuială. Ne place să ne folosim degetele pentru a găuri suprafața plină de încrețituri. O placă răzuitoare dintr-o bucată de lemn cu multe cuie ieșind pe o parte a acesteia ajută la perforarea suprafeței cu o mulțime de găurele. Pot fi folosite, de asemenea, o greblă rigidă sau o mătură, însă trebuie utilizate cu

grijă, pentru că au tendința să înlătore paietele de pe perete (Fig. 14.8).



14.8: Alte metode pentru a crea aderență pe tencuiala/mortarul lipsit de paie.

## Umezirea

După ce tencuiala s-a uscat complet, reîmprospătați suprafața folosind apă, fie pulverizând-o, fie aplicând-o cu o pensulă lată. Umezirea suprafeței reactivează argila și ajută la fixarea împreună a celor două învelișuri. Lăsați apa să se absoarbă câteva minute înainte de a aplica următorul strat de tencuială/mortar. Suprafața ar trebui să fie umedă dar să nu lucească.

## Învelișul din mortar

De-a lungul anilor, ne-am obișnuit să aplicăm ceea ce numim un înveliș din mortar pe suprafața unei tencuieli tratate, chiar înainte de aplicarea următorului înveliș. Stratul din mortar are consistența brânzei grase moi și este versiunea lipsită de paie a aceluiași amestec de tencuială pe care îl folosim. Acesta acționează ca un lipici, ajutând la fixarea facilă a celui de-al doilea înveliș. Mortarul este cel mai adesea folosit pentru a fixa un strat gros de tencuială care este de multe ori aplicat sub formă de bulgăre, iar apoi uniformizat cu mistria sau cu mâna.

## Aplicarea peste plasa de rabiț

Partea de dedesubt a bolților și a oricăror deschizături pentru ferestre, căptușite cu plasă din sârmă, vor primi un prim înveliș de tencuială fără paie, pentru a facilita pătrunderea în găurile din plasă. Dacă toți pereții au fost acoperiți cu sârmă, putem înlocui rumegușul cu paie, care au diametrul mai mic decât cel al plasei de sârmă.



Rumegușul reduce apariția crăpăturilor și adaugă o bună rezistență elastică.

Rumegușul tinde să fie mai sensibil la apariția mucegaiului, așa că adăugăm, de obicei, o cană de borax într-un amestec cât o roabă de dimensiuni medii, în timpul amestecării. Boraxul este un mineral foarte alcalin care previne apariția mucegaiului (vedeți "Aditivi" în Capitolul 15). Apoi trecem înapoi la un amestec din tencuială consolidată cu paie, acestea din urmă fiind mai rezistente la schimbările atmosferice.

## Aplicarea mecanică

### Pulverizatoare

O altă metodă de aplicare este pulverizarea tencuiei din lut cu un pulverizator, având grijă ca pământul și paiele să fie bine cernute, pentru a putea ieși prin duza pulverizatorului. Pe lângă paiele mărunțite, și hârtia tocată sau bălegarul de cal ori cel de vacă ajută la întregirea amestecului de fibre. Deși sună neplăcut, adăugarea bălegarului mărește aderența amestecului și pare că mărește rezistența la apă a tencuiei după uscare. Fibrele scurte aplicate cu pulverizatorul

scad rezistența tencuiei la eroziune, dar funcționează bine ca înveliș de bază fie pentru o tencuială din lut de final, bogată în paie lungi, fie ca înveliș de legătură pentru tencuiala din var (Fig. 14.9 și 14.10).

(Verificați Ghidul Resurselor pentru informații privind pulverizatorul de tencuială).



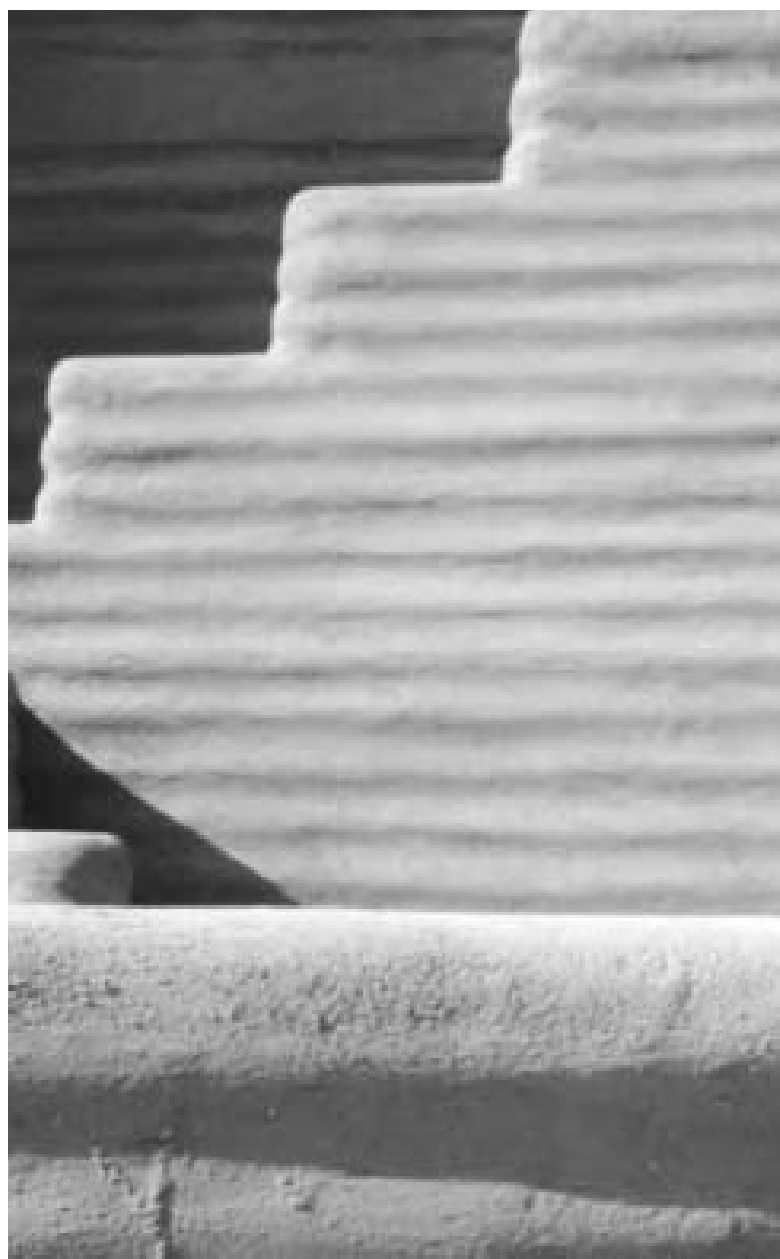
14.9: Pulverizarea nămolului pe un perete din saci cu pământ cu ajutorul unui pulverizator de tencuială.

## Utilizarea cobului pe sacii cu pământ

Folosim cobul pentru o multitudine de scopuri; îl folosim ca material de sculptare, pentru a da formă ferestrelor, jgheburilor, mobilei incorporate și podelelor, sau ca strat de bază peste o cupolă proiectată pentru o tencuială finală din lut sau var. Îi atribuim cobului rolul de material bun la toate datorită diverselor utilizări ale acestuia (Fig. 14.11).

În partea de sud-vest a Statelor Unite, cobul mai este numit și chirpici sculptural, monolitic sau curgător. Amestecul este un sol aspru cu un conținut de argilă de cam 30 de procente, restul constând în nisip cu granule de toate mărimile și în atâtea paie lungi câte sunt necesare pentru a-l păstra aderent și solid. Rebutul de nisip pe care-l obținem din balastiera locală formează baza amestecului din cob, căruia i se adaugă câteva lopeți în plus de sol bogat în argilă și mănunchiuri de paie lungi. Un nisip aspru bine asortat este optim ca sol pentru construirea cu lut, însă, ca material de sculptură, putem folosi o mai largă varietate de pământuri, atâta timp cât conținutul de argilă este destul de ridicat și de o calitate stabilă. Preferăm să facem

cobul într-o betonieră, adăugând cantități copioase de paie. Betoniera va scuipa bulgări la propriu în momentul în care amestecul este gata. Bucățile de cob ar trebui să fie ferme la atingere dar nu uscate (Fig. 14.12).



*14.10: Un finisaj cu pulverizatorul păstrează aspectul unor rânduri de saci sau al unor tuburi încolăcite.*

Autorul fotografiei: Mara Cranic

Pentru a oferi suport pentru lucrări ulterioare, bateți cuie în perete, astfel încât să iasă în afară în unghiuri opuse. Instalarea unor suporturi lași din plasă de rabiț în jurul sacilor evantai care înconjoară o deschidere arcuită oferă buzunare încorporate pentru a fi umplute cu cob, pentru a construi marginea de scurgere sau pentru lucrul în interior. Păstrați suprafața cobului aspră pentru a primi straturi de tencuială adiționale.



14.11: Sculptarea suportilor de la al doilea etaj în jurul formelor arcuite ale cupolei Honey House.



14.13: Crearea primului nostru cuptor pentru cob ne-a inspirat în construirea cupolei din saci cu pământ Honey House.



14.12: Pentru a amesteca bucățile de cob mai groase decât mixerul, aruncăm o bucată mare din amestec într-o roabă căptușită cu paie, frământând cobul ca pe pâine, apăsând în centrul bucăților cu degetele mari.

Prima dată am aflat despre cob dintr-o carte intitulată *The Bread Ovens of Quebec*, care examinează construirea, de-a lungul istoriei, a cuptoarelor de argilă din Quebec, Canada, începând cu mijlocul secolului 17 (Fig. 14.13).

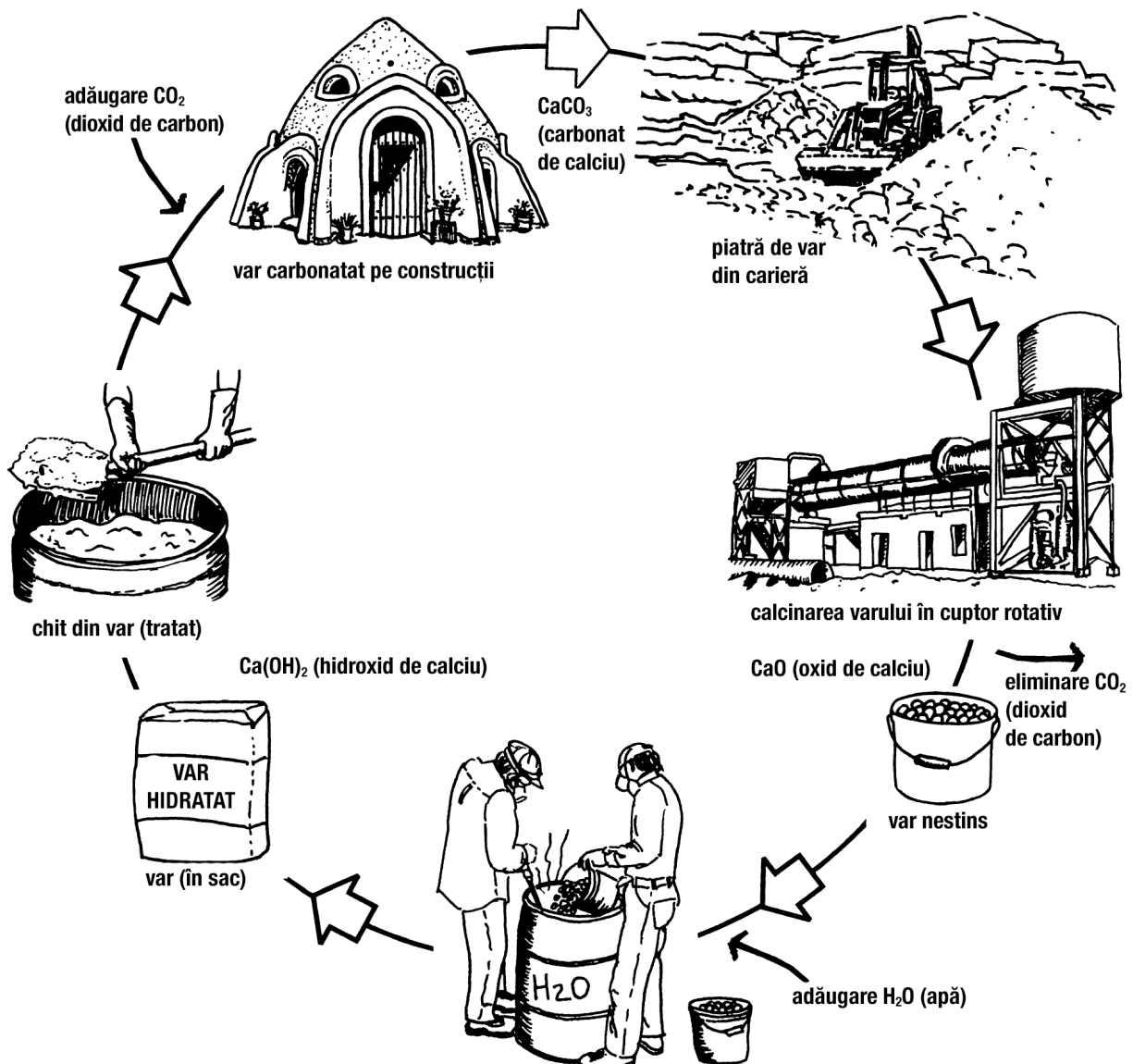
## Tencuiala din var

Mulți oameni trăiesc în locuri în care precipitațiile anuale sunt mai mari decât în partea deșertică din sud-vest. Puteți folosi o tencuială din lut ca înveliș de bază, însă, pentru o protecție mai serioasă împotriva eroziunii, o tencuială din var este o substanță naturală care poate fi aplicată peste o tencuială din pământ. Tencuiala din var se va fixa, în timp, într-un finisaj dur, rezistent la eroziune, ca un înveliș Goretex natural, permițând eliminarea vaporilor de apă și măbind rezistența la

penetrarea apei. În schimb, acest lucru păstrează integritatea structurală a peretelui din pământ. Tencuielile și mortarele făcute din piatră de var arsă sunt folosite ca materiale pentru protejarea pereților naturali de mii de ani.

Există câteva tipuri diferite de var care sunt folosite pentru a obține, în final, același efect. Două dintre cele mai comune tipuri sunt determinate de cantitatea de calciu prezentă în piatra originală de var.

14.14: Ciclul varului.



Un var bogat în calciu conține, de obicei, peste 94 la sută calciu, în timp ce un var din dolomită conține cam 30 de procente de magneziu, restul fiind calciu. O diferență principală între aceste două tipuri de var este durata în care acestea se întăresc pe pereți sau, mai exact, rata lor individuală de carbonatare.

## Ciclul varului (Fig. 14.14)

Piatra de var cu conținut ridicat în calciu, în starea ei naturală de piatră, are compoziția chimică  $\text{CaCO}_3$  (carbonat de calciu).  $\text{CO}_2$  (dioxidul de carbon) este eliminat din piatra de var prin procesul calcinării acesteia, creându-se  $\text{CaO}$  (oxidul de calciu, numit și var nestins).

Piatra de var dolomitică, pe de altă parte, are formula chimică  $\text{CaMgCO}_3$  care, după calcinare, devine  $\text{CaMgO}$ , pierzând o moleculă de  $\text{CO}_2$ , dar reținând calciul și magneziul. Atunci când oricare din aceste pietre de var calcinate (sau varuri nestinse) este recombinată cu apă (proces numit stingere), are loc o reacție exotermică ce transformă oxidul de calciu în hidroxid de calciu ( $\text{Ca(OH)}_2$ ), numit și var hidratat. Principala diferență este aceea că tipul de var cu conținut ridicat de

calciu reacționează de câteva ori mai rapid decât moștra cu conținut ridicat de magneziu. Atunci când acest hidroxid de calciu, cunoscut ca și chit de var, este amestecat cu nisip și aplicat ca tencuială pe suprafața unui perete, are loc o altă reacție chimică, ce reintroduce dioxidul de carbon ( $\text{CO}_2$ ) înapoi în var. Acesta se va întări în timp și va reveni la piatra de var, proces numit carbonatare. Cele două tipuri de pietre de var nu numai că reacționează diferit când sunt stinse, dar și recarbonatează diferit, varietatea conținând un procent ridicat de calciu fiind cea mai rapidă.

Din păcate, varul nestins nu este imediat disponibil celui care-l folosește, dacă nu sunt făcute cercetări în prealabil. Pericolele asociate cu stingerea varului nestins îi intimidează pe cei care încearcă asta pentru prima oară. Drept rezultat, cel mai disponibil var pentru construcții în Statele Unite este varul hidratat calcic.

## Varul hidratat calcic

Varul hidratat calcic este extras din piatra de var dolomitică bogată în magneziu, care a fost calcinată pentru a produce var nestins, măcinată sub formă de pudră, iar

apoi hidratată sub presiune într-un proces industrial controlat, cu suficientă apă pentru a reacționa cu varul nestins fără a-l satura. Este vândut împachetat sub formă de pudră și ar trebui achiziționat într-o stare cât mai proaspătă posibilă.

Problema cu folosirea unui pachet de var hidratat calcic care nu e proaspăt este că procesul de carbonatare poate a început deja. Dacă acesta este expus umezelii din aer, în timp va recarbonata în sac, redevenind carbonat de calciu (piatră de var), pierzându-și toate proprietățile de liant. Stingerea varului și depozitarea acestuia sub formă de chit până în momentul folosirii va opri procesul carbonatării, împiedicând expunerea la aer.

Chitul de var îmbătrânit ar trebui să fie destul de solid pentru a sta în lopată. Dacă este prea lichid, va avea calități slabe de liant. Deși poate fi obținută o tencuială de succes folosind varul tip hidratat, experiența noastră personală cu ambele tipuri de var (cel hidratat și cel stins, bogat în calciu) ne-a arătat că cel cu conținut ridicat de calciu este mult superior celui hidratat, proprietățile de liant și carbonatarea accelerată fiind superioare oricărui tip de var încercat de noi.

## STINGEREA CHITULUI DE VAR CALCIC

Iată o metodă simplă pentru a face chit din var, din var hidratat calcic: umpleți un container de gunoi de plastic cu 60 litri de apă curată și adăugați cu lopata doi saci de var pudră de 22,2 kg fiecare. Dacă varul are cocloașe, plasați o sită de 0,625 cm deasupra containerului și împingeți varul prin ea. Amestecați orice parte de var expus în apă. Adăugați var până când amestecul are consistența smântânii groase sau chiar mai gros. Întregul amestec poate fi amestecat în recipient cu un mixer lung cu mâner atașat unei bormașini de putere mare. Odată ce amestecul are consistența necesară, adăugați aproximativ încă 2,5 cm de apă deasupra acestuia, pentru a proteja chitul de expunerea la aer și sigilați-l cu un capac potrivit bine strâns. Feriți-l de îngheț pentru a evita coagularea acestuia ca brânza congelată.



## Amestecarea tencuielii de var

Un amestec tipic din var cu nisip pentru a obține tencuială conține de la două și jumătate până la trei părți de nisip curat bine asortat, cu o parte pastă de var. În mod normal, un înveliș de bază din tencuială de var folosește un sort de nisip mai dur pentru betoane, urmat de straturi din sort de nisip mai fin pentru mortare. Pe lângă recomandările noastre, o parte importantă în procesul de a afla cum se comportă materialele cu care lucați este experimentarea. Faceți câteva loturi de teste folosind diferite cantități de nisip la părți de chit de var și permiteți-le să se întărească complet înainte de a alege amestecul cel mai potrivit nevoilor voastre.



14.16a: Aplicare cu mâna.



14.16b: Aplicare cu mistria.



14.16c: Aplicare cu pulverizatorul.

Ca și tencuiala de lut, cea de var poate beneficia de adaosul de fibre compatibile tocate mărunț, cum ar fi bălegarul de vacă, părul de animale, paie tocate sau sisal mărunțit fin. De obicei, fibrele care au conținut ridicat de dioxid de siliciu sau proteine (părul animal) sunt potrivite. Tencuielile din var pot fi nuanțate cu pigmenți de oxid colorat compatibile cu varul (la o proporție de până la 10 procente de pigment diluat în chit). Puțin timp în plus folosit pentru a face aceste teste va conta pe termen lung, ajutându-vă, de asemenea, să înțelegeți materialele cu care lucrați.

## Aplicarea

Tencuielile din var pot fi aplicate fie cu mâna, fie prin mijloace mecanice, aderând direct pe un substrat de lut, dacă sunt aplicate cu

ceva presiune. Aruncarea sau pulverizarea tencuielii pe suprafață oferă o legătură mai puternică decât simpla aplicare cu mistria, mai ales pentru învelișul inițial. Evitați folosirea îndelungată a mistriei din oțel pe suprafața tencuielii, deoarece metalul tinde să scoată particulele de var la suprafață și să mărească riscul de a apărea crăpături. Însă tencuiala lucrată cu mistrie din lemn menține spațiile dintre porii microscopici, care acceptă imediat un alt înveliș de tencuială din var sau aplicări de var. Câteva straturi subțiri sunt mai eficiente decât unul gros, putând fi aplicate cu mâna sau cu mistria după ce stratul precedent s-a așezat până la punctul în care poate fi crestat cu unghia, dar nu și cu degetul. Înainte de a aplica următorul înveliș de tencuială, umeziți peretele și permiteți-i apei să se pătrundă; abia apoi aplicați următorul strat (Fig. 14.16a, b și c).

## Tratarea

Varul are nevoie să fie tratat pentru a asigura o carbonatare optimă. Pentru ca întărirea completă să aibă loc, e necesară păstrarea pereților umezi, dar nu îmbibați, în timpul aplicării și pentru cel puțin o săptămână după



aceea. Procesul umezirii și uscării parțiale transportă carbonul în matricea tencuiei din var, activând procesul de carbonatare.

## Protecția

Tencuiala din var are nevoie de condiții de tratare umede, lipsite de îngheț. Momentul optim pentru aplicarea acesteia este cu cel puțin două săptămâni înainte de orice posibilitate de îngheț. Prelatele exterioare de plastic sunt o metodă bună de a păstra un mediu umed într-un climat uscat sau pentru a feri de prea multe precipitații sau îngheț într-un climat umed sau rece.

## Măsuri de siguranță

Atunci când vine vorba de var, e nevoie de o atenție sporită. Este un material caustic ce poate provoca arsuri severe ale pielii, ochilor sau ale membranelor mucoase. Protejați-vă întotdeauna când lucrați cu varul, folosind ochelari de protecție, mănuși de cauciuc, pantaloni lungi, tricouri cu mâneci lungi și încălțăminte rezistentă. Păstrați la îndemână un amestec dintr-o parte apă și o parte oțet atunci când lucrați cu varul și spălați orice

stropi și picături rătăcite cu acest amestec, întrucât acidul din oțet contracarează alcalinitatea varului. Nu lăsați, însă, aceste avertismente să vă îndepărteze de lucrul cu acest material remarcabil.

## Apa de var

Atunci când umeziți suprafața unui perete din pământ înainte de a aplica varul, este recomandabil să folosiți apă tratată cu un mic procent de var. Acest lucru permite apariția procesului de carbonatare pe suprafața exterioară de argilă a peretelui și crearea unei legături chimice între substratul de pământ și tencuiala de var.

Apa de la suprafață, care apare pe măsură ce chitul de var se stabilizează, se numește apă de var, formându-se un strat limpede de cristale de calcit. Pe scurt, apa de var este o soluție saturată de hidroxid de calciu în apă. Cea mai ușoară cale de a obține apă de var pentru pregătirea suprafețelor pereților este utilizarea apei de deasupra chitului de var, fără a mai fi nevoie de altceva. Amintiți-vă să adăugați puțină apă deasupra chitului pentru a înlocui apa de var folosită. Dacă chitul pe care l-ați preparat nu are apă la suprafața lui,

câteva linguri de chit amestecat cu 3,75 litri de apă curată vor fi de ajuns pentru a face apă de var.

## Lapte de var

Laptele de var (numit astfel de Holmes și Wingate în cartea lor *Building with Lime*), este un lichid aflat în suspensie din var hidratat în apă, care seamănă cu laptele. Este o formă simplă de vopsea preparată din var și poate fi folosită singură sau colorată cu pigmenți minerali pentru a crea culori pastelate. Laptele de var este folosit ca material de întreținere periodică a tencuielilor de var, deoarece umple crăpăturile mici și are uimitoarea abilitate de a se "vindeca" singur. Pe măsură ce apar crăpături, laptele de var creează mici cristale care le acoperă. Varul stins este folosit, cel mai adesea, pe tencuieli de var pentru a le finisa și pentru a le crește rezistența la crăpături și schimbări climatice (Fig. 14.17).

Pentru obținerea laptelui de var, combinați cam 3,75 litri de chit de var solid cu aproximativ 15 litri de apă și amestecați până obțineți consistența laptelui. Dacă este prea subțire, mai adăugați puțin chit, iar dacă este prea gros, mai adăugați apă, până când se obține

consistența dorită. Dacă este prea gros, pot apărea multe crăpături fine după ce laptele se usucă, crăpături numite „microfisuri”. De obicei, cel mai bine este să optați pentru aplicarea mai multor învelișuri subțiri, până la obținerea grosimii dorite. O versiune mai groasă de lapte de var se poate obține adăugând nisip silicios fin (0,2-0,3 mm) la o proporție de 50:50 nisip la chit de var.



14.17: Casă din chirpici în vârstă de o sută de ani protejată cu un înveliș gros de tencuială din var.



14.18: Aplicarea stucului din var pe bază de ciment peste plasa de rabiț de pe Sand Castle, în Rum Cay, Bahamas. Fotografie realizată de Steve Kemble și Carol Escott



14.19: Până și tencuiala din ciment de pe chirpiciul stabilizat al acestei case moderne construită în stil sud-vestic s-a crăpat.

## Viitorul varului

Tencuiala de var a fost folosită cu succes de secole și încă este disponibilă ca beton Ready-Mix în Marea Britanie. Aici, în Statele Unite, aceasta trece printr-o renaștere, meritele și beneficiile sale devenind din ce în ce mai evidente. Astfel, poate că pe măsură ce cererea va crește, la fel va face și piața pentru chitul de var stins din var nestins bogat în calciu. (Pentru mai multe informații detaliate consultați referințele cuprinse în Ghidul Resurselor de la sfârșitul acestei cărți).

## Tencuiala de ciment (Fig. 14.18)

Cimentul a devenit disponibil publicului larg aproximativ acum 75-100 de ani și ar fi trebuit

să însemne sfârșitul căutării unor tencuieli și mortare dure și rapid de preparat, cu costuri scăzute de întreținere, înlocuindu-le pe cele tradiționale din var, mai moi. Ne-am îngrămădit la achiziționarea lui ca moliile la lumina focului pentru ca, în final, să ne frigem pe termen lung. Multe misiuni istorice din sud-vest au fost îngenuncheate din cauza înlocuirii materialelor tradiționale pe bază de var cu cele din ciment.

Așa cum am menționat în Capitolul 4, problema cu stucul din ciment aplicat peste substraturi de pământ este aceea că cimentul este impermeabil și nu permite eliminarea vaporilor de apă. Ceea ce este ciudat e faptul că permite trecerea apei în substraturi, dar nu și eliminarea vaporilor acesteia. Din această cauză, foarte multe construcții din chirpici din sud-vest, ale căror tencuieli tradiționale de var au fost înlocuite cu stuc din ciment, arată, acum, semne de căderi iminente (Fig. 14.19).

Evident, nu susținem folosirea cimentului; așa cum am spus mai înainte în această carte, fabricarea cimentului contribuie destul de mult la poluarea mediului. Apar, însă, situații în care uneori suntem nevoiți să trecem peste mândrie și să admitem că există câteva utilizări foarte bune pentru acest material pe

care, în mod normal, nu l-am folosi. Există situații în care tencuiala de ciment nu este numai o tencuială bună, dar și cea mai bună alegere, cum ar fi în cazul construirii în locuri în care argila nu este disponibilă.

În timp ce îi ajutam pe prietenii noștri cu un proiect cu saci din pământ în Bahamas, eram adesea uimiți de indisponibilitatea anumitor materiale de construcție. În mod normal facem un drum până la magazinul de bricolaj pentru ceva ce nu avem, însă, când cel mai apropiat magazin este la 320 km distanță de mers pe apă, trebuie să ni le confecționăm singuri.

Ceea ce aveau din abundență era cimentul și produsele pe bază de ciment. Chiar dacă vechile ruine de pe insulă conțineau mortare și tencuieli din var care, fără îndoială, fuseseră produse local, aceste locații îndepărtate au căzut pradă, de asemenea, promovării misterioase a cimentului în secolul 20.

Dacă locuiți într-o zonă care este rar sau deloc expusă gerului (ca Bahamas), probabil că este în regulă utilizarea stucului pe bază de ciment peste sacii cu pământ. Tencuielile pe bază de ciment sunt potrivite pentru sacii umpluți cu pământ nisipos, aspru, care elimină bine apa, deoarece solurile nisipoase o rețin mai puțin

și rămân, astfel, stabile în condiții de îngheț sau de umezeală.

Rabițul, plasa de stuc sau cea din plastic extrudat pot fi folosite în combinație cu tencuiala din ciment. Plasa oferă rezistență elastică cimentului, care s-ar separa de suprafața sacilor cu pământ fără ajutorul acesteia.

## Instalarea plasei din sârmă/ plastic

Cea mai ușoară metodă de instalare a plasei de stuc este prinderea acesteia de marginea ei verticală pe perete și desfășurarea acesteia de-a lungul peretelui. Întindeți-o bine pe măsură ce o faceți și prindeți-o în cuie pentru acoperiș galvanizate, de 5-6,25 cm, de suprafața sacilor. Un sol compact și tratat de bună calitate va susține cuiele și chiar le va îndoi în unele locuri. Totuși, dacă pământul este moale, va trebui să vă bazați pe firele din sârmă pe care le-ați instalat în timpul construirii pereților, în funcție de rezultatele obținute la testele preliminare legate de sol (Fig. 14.20).

Mergem mai departe și întindem sârma pe toată suprafața peretelui, inclusiv pe uși și ferestre, apoi o fixăm bine și o prindem. Plasa ar trebui să fie bine întinsă, dar nu foarte strâns, pentru a evita ca sârma să ajungă prea adânc între saci. Încercați să o păstrați la același nivel cu suprafața proeminentă a sacilor pe toată suprafața peretelui. Apoi răsușiți bine sârmele, pentru a înlătura orice joc. În ceea ce privește aspectul, poate veți dori să rotunjiți colțurile folosind plasa de sârmă.

Având în vedere că ne concentrăm pe utilizarea materialelor naturale și mai puțin pe folosirea cimentului, nu vom descrie aici cum să amestecați și să aplicați ciment pe o construcție din saci cu pământ. Procesul universal de amestecare și aplicare a cimentului este acoperit pe larg în reviste comerciale și cărți de către susținătorii cimentului, care cunosc și se bucură de acest material mai mult decât noi.

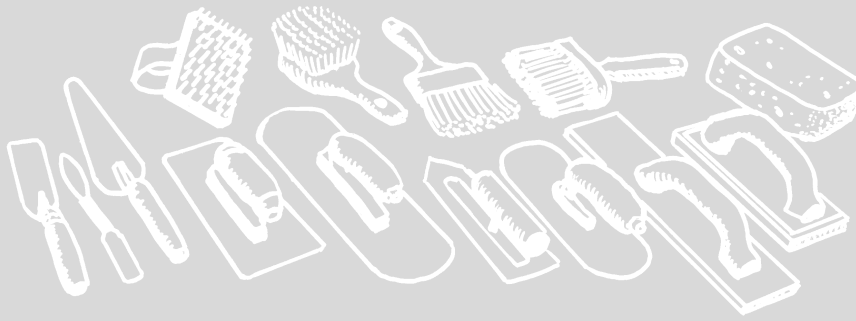


14.20: Carol Escott fixează plasa de sârmă folosind o combinație de fire de sârmă și cuie. Sursa fotografiei: Sustainable Systems Support.

## Amestecul cimentului cu var Concluzie

Dacă o construcție din saci cu pământ se află într-o zonă umedă, care nu este ferită de îngheț iarna, stucul de ciment poate fi folosit dacă este adăugat var în amestec. În timp ce adăugarea cimentului în var va afecta negativ abilitatea acestuia de a carbonata complet, adăugarea a până la 50 de procente de var în ciment (din volum) mărește abilitatea cimentului de a elimina umezeala, păstrând calitățile de liant inerente acestuia. Chiar și în această situație, recomandăm umplerea sacilor cu un sol nisipos, aspru, care elimină bine apa, pentru a opri apariția umezelii pe pereți și pentru a scădea numărul crăpăturilor de pe suprafața tencuiei.

Ce trebuie reținut este că noi lucrăm cu materiale naturale care interacționează cu mediul și cu schimbările sale mai mult sau mai puțin subtile. Tencuielile din lut reacționează la schimbările umidității, temperaturii și chiar și cele legate de anotimpuri, dilatându-se și contractându-se. Ceea ce încercăm să oferim este un înveliș exterior final care permite peretelui să se adapteze la schimbările mediului, păstrându-și integritatea structurală. Aceasta oferă protecție împotriva vremii aspre, fiind, de asemenea, o sursă de frumusețe și simplitate.



## CAPITOLUL 15

### Tencuieli interioare

În vara anului 2002 am fost angajați să finalizăm interiorul unei construcții cu pereți de rezistență din saci de pământ proiectată de US Interior Department, Bureau of Land Management. Această stație de contact a pădurarului, de 72,5 metri pătrați, în stil Pueblo, se află pe malul râului San Juan, la rampa pentru bărci Sand Island din partea de sud-est a statului Utah. Fusesem contractați cu un an înainte pentru a învăța o echipă și pentru a asista la construcția cu saci de pământ. Să funcționeze banii din taxele noastre! (Fig 15.2).

Deși le-am acordat încredere deplină în ce privește tencuiala exterioară cu Dryvit peste spumă, peste placaj (în ciuda sugestiei noastre pentru sisteme cu un grad mai mare

de compatibilitate), ei ne-au oferit șansa de a fi creativi în ce privește tencuiala interioară cu argilă provenită de la fața locului, de pe terenul public, și cu sol nisipos provenit de la o balastieră locală.



15.1 (sus): Ruina Moon House, Utah. Tencuiala originală datează din circa 1.200 î.e.n.



15.2 (stânga): Am fost încântați de oportunitatea execuției unei tencuieli pentru un perete creat în totalitate din pământ natural, într-o clădire guvernamentală deschisă publicului.

Pentru tencuielile interioare, mai întâi ne îndreptăm atenția către pământ. Am ales acest material pentru faptul că este disponibil, ușor de folosit, este familiar și deoarece este compatibil cu sistemul de construcție cu saci de pământ. Atunci când nu sunt disponibile componente ale tencuielii cu pământ, cimentul, varul și gipsul sunt opțiuni viabile. (Pentru mai multe informații despre aplicarea de ciment și var consultați Capitolul 14).

## Tencuiala grasă

Deoarece alegerea noastră în ce privește tencuiala în acest proiect trebuia să se potrivească unei facilități de uz public, am fost provocați să dezvoltăm un nou standard pentru o tencuială cu pământ mai durabilă,

rezistentă la mușcături, ușor de aplicat. Astfel s-a născut tencuiala grasă. Este doar atât. Este un strat de tencuială foarte gros care se face în două etape. Tencuiala grasă este solidă, durabilă și ușor de aplicat. Dacă și culoarea pământului este una atractivă, tencuiala poate fi aplicată ușor cu mistria și lăsată astfel ca perete finalizat, sau poate fi ușor texturată pentru a primi straturi ulterioare de finisaj, sau o tencuială mai rafinată, alis (vopsea pe bază de argilă), sau vopsea de lapte. Tencuiala grasă reduce timpul de pregătire prin faptul că poate folosi materiale mai grosiere. Acest lucru înseamnă că cernerea materialelor durează mai puțin timp. Tencuiala grasă poate fi adaptată pentru a se comporta ca metodă eficientă de tencuit pentru aplicarea



tencuielii pe construcții cu saci de pământ, cu sau fără instalarea rețelei de plasă de sârmă.

## Cheia succesului pentru tencuielile grase constă în varietatea dimensiunilor fibrelor

La fel cum la o construcție de pământ tencuiala de pământ beneficiază de includerea nisipului bine asortat, am găsit că același beneficiu se aplică pentru fibra unei tencuieli grase de bază. Deși există multe opțiuni pentru fibră, am selectat trei varietăți care s-au dovedit a fi până acum cele mai bune pentru nevoile noastre. Cele trei varietăți de fibră la care ne-am oprit sunt: paie tocate lungi de până la 4 cm, tăieturi de iarbă uscată la soare lungi de până la 4 cm și fibre de celuloză pentru hârtie (la fel ca cele folosite în izolația cu celuloză).

Paiele oferă puțină cantitate și adaugă matricei rezistență la întindere. Tăieturile de iarbă adaugă de asemenea rezistență la întindere, făcând în același timp tencuiala mai maleabilă și mai ușor de sculptat. Hârtia de celuloză este crème-de-la-crème, făcând tencuiala

foarte cremoasă, în timp ce oferă rezistență la întindere la un nivel microscopic. Combinația de trei dimensiuni diferite de fibră foarte bine asortate, în amestec cu o tencuială de pământ tipică de aproximativ 25 de procente argilă și 75 de procente nisip bine asortat, a produs o tencuială puternică, rezistentă la crăpare, care este ușor și distractiv de aplicat.

## Aditivi pentru tencuiala grasă

Pe lângă fibră, adăugăm de asemenea și un inhibitor de mușgai. Deși mediile interioare sunt ferite de eroziunea datorată condițiilor meteorologice, generează totuși o cantitate considerabilă de umezeală internă provenită de la dușuri, gătit, plante de interior și, specific zonei de sud-vest, sisteme de răcire cu evaporare.

## Borax

Fibrele organice sunt supuse riscului de mușgai ca rezultat al umezelii. Am adăugat o cantitate mică de borax (de tipul celor vândute în magazine pentru înălbirea rufelor)

în tencuiala noastră. Aproape o cană de borax la fiecare roabă de 4 metri cubi pare să meargă foarte bine. Pentru a pregăti boraxul, cerneți pudra printr-o strecurătoare fină de bucătărie și amestecați pudra cernută cu o cană de apă. Adăugați acest amestec în apa pentru tencuială.

## Pasta de făină fiartă

Celălalt aditiv de care am devenit dependenți este pasta de făină fiartă. Aceasta adaugă rezistență și previne formarea prafului de tencuială uscată. De asemenea, conferă un grad suplimentar de aderență în timpul procesului de aplicare și poate fi folosită pentru a susține proprietățile de omogenizare ale unei tencuieli căreia îi lipsește argila, sau argilei care nu are putere de omogenizare.

De asemenea, pasta de făină fiartă conferă peretelui și o suprafață ascuțită, ca de glaspapir, atunci când tencuiala încă proaspătă este aplicată cu buretele sau frecată cu mănuși de cauciuc, ceea ce creează o excelentă suprafață rugoasă pentru aplicarea ulterioară a unei vopsele de lapte sau a unui alis. Suprafața poate fi raclată sau scobită mai dur pentru o tencuială finisată aplicată cu mistria sau aplicată fin cu mâna și lăsată așa cum este. În general,

adăugăm între 1,4-2,8 litri de pastă de făină fiartă la o roabă de patru metri cubi. Fiecare pământ este diferit desigur, deci va trebui să experimentați în ce privește cantitățile.

În afară de borax și de pastă de făină fiartă, nu mai folosim niciun alt aditiv pentru realizarea tencuielii grase. Există multe alte opțiuni pentru rețete de tencuială cu tot felul de aditivi. Acestea sunt doar preferințele noastre personale și am aflat că sunt niște amestecuri de tencuit foarte bune și ușor de folosit direct pe pereții construiți cu saci de pământ.

## Rețeta pentru tencuială grasă (Fig. 15.3)

- 11,3-15 litri de apă curată (cantitatea totală necesară)
- 2 cutii #10 (3,8 l) de paie tocate
- 2 cutii #10 de iarbă uscată tocată
- 4 cutii #10 de hârtie de celuloză
- 6 lopeți de pământ bogat în argilă, cernut la 0,625 sau 1,25 cm
- 18 lopeți de pământ nisipos cernut la 0,625 sau 1,25 cm
- 1,4-2,8 litri de pastă de făină fiartă
- 1 cană de borax dizolvată într-o cană de apă

## REȚETĂ PENTRU 15 LITRI DE PASTĂ DE FĂINĂ FIARTĂ

Această rețetă va crea o cantitate pentru o roabă de 4 metri cubi. Fiecare are tendința de a-și dezvolta propriul stil de amestecare. De obicei este cel mai bine să începeți cu o parte din apă (să zicem o jumătate sau două treimi din cantitatea totală). Adăugăm boraxul diluat și pasta de făină la început pentru a amesteca bine boraxul, pasta de făină și apa. Adăugăm pământul bogat în argilă pentru a ne asigura că este saturat complet. Dacă după adăugarea argilei amestecul devine prea gros, adăugați suficientă apă pentru a-l menține lichid. Apoi adăugăm fibra și nisipul, folosind mai mult sau mai puțin nisip pentru a atinge consistența dorită. Ne străduim să avem o consistență îndeajuns de fermă pentru a putea fi modelată ca o minge și îndeajuns de flexibilă pentru a fi sculptată cu mistria.

Rețeta pentru tencuiala grasă este doar un exemplu. Această rețetă a funcționat bine pentru noi într-un proiect particular, dar alte metode sau amestecuri pot funcționa mai bine pentru voi. După ce am experimentat

Într-un recipient mare de 18,75 litri turnați 11,25 litri de apă la fiert. Într-un alt recipient adăugați 10 căni de făină albă de grâu la 3,75 litri de apă rece. Amestecați până la o consistență cremoasă. Când apa clocotește, turnați repede crema de făină amestecând continuu. Consistența se va transforma dintr-una de un alb opac, într-una îngroșată, translucidă, ca de jeleu. Noi preferăm să o mai fierbem câteva minute în plus, amestecând la fund cu o spatulă de cauciuc, rezistentă termic și cu mâner lung, sau cu o lingură de lemn, până ce devine groasă ca o budincă. Luați de pe foc și turnați într-o găleată de 18,75 litri. Acoperiți găleata cu un capac și depozitați-o într-un loc răcoros pentru a fi folosită ulterior.

*15.3: Un amestecător de mortar ușurează munca în cazul tencuiei grase.*



cu cantitățile pentru tencuiala grasă, este momentul să facem câteva teste.

## Realizarea de teste pentru tencuială

Înregistrați cantitățile pentru diferitele amestecuri pe care le faceți. Aplicați tencuiala pe o porțiune de perete sau pe o tablă de mostre. După ce porțiunile pentru testare s-au uscat, examinați mostrele în ce privește fisurarea și rezistența. Noi facem găuri cu șurubelnița și le lovim cu o bucată de lemn. Aceleași principii care se aplică la tencuielile exterioare sunt relevante și pentru tencuielile interioare (Fig. 15.4).



15.4: Porțiuni de tencuială pentru testare la Cantonul forestier din Sand Island.

Dacă observați crăpături:

- Reduceți cantitatea de apă, SAU
- Măriți cantitatea de nisip, SAU
- Măriți cantitatea de fibră SAU
- Încercați-le pe toate trei.

Dacă tencuiala este slabă sau are o consistență de cretă:

- Măriți cantitatea de pastă de făină SAU
- Folosiți argilă de o calitate mai bună

Am aflat că, în cazul anumitor soluri, combinația varietății fibrelor (în special fibra de celuloză) cu pasta de făină produce un efect neobișnuit de marmoră care este destul de frumos. Avem suspiciunea că acest lucru se datorează unei reacții chimice între toate ingredientele și diferitele grade de uscare ale fibrelor într-un strat de tencuială atât de gros.

## Aplicarea directă pe sacii de pământ: voi stabiliți cât de groasă va fi

Tencuiala grasă se face în două etape, cea de-a doua urmând imediat după ce prima s-a așezat puțin, dar este încă proaspătă și ușor flexibilă la atingere. (Va rugăm să consultați

secțiunea intitulată “ Metodă de aplicare cu mâinile direct pe sacii cu pământ” din Capitolul 14 pentru o descriere detaliată a acestui proces).

În caz de vreme uscată și toridă lucrați suprafețe mici, cum ar fi de 1,5 pe 1,5 m, astfel încât să puteți aplica al doilea strat cât primul strat este încă umed. Adecvați acoperirea conform condițiilor de mediu. După ce tencuiala s-a uscat și a atins o consistență de piele uscată (încă proaspătă, dar fermă), poate fi lucrată cu mistria și lăsată așa cum este sau frecată cu mânuși de cauciuc sau cu un burete pentru a pregăti porii suprafeței, pentru aplicarea unei vopsele de lapte sau a unei vopsele pe bază de argilă.

## Legătura mecanică pentru straturile finale de tencuială

În vederea pregătirii suprafeței pentru o ulterioară tencuială finală fină, aceasta trebuie raclată sau trebuie înțepată prin lovire cu o scândură cu cuie, sau zgâriată cu o perie aspră, sau trageți orizontal o racletă de-a lungul suprafeței, pentru a-i conferi o textură dințată pentru o mai bună aderență

a stratului ulterior. Suprafața este cel mai ușor de texturat cât este încă umedă și flexibilă. (Puteți găsi mai multe informații despre legătura mecanică în Capitolul 14).

## Tencuială slabă sau fără grăsime peste plasă rabiț

Tencuială slabă este un termen pe care l-am inventat pentru a descrie o tencuială cu mai puțină fibră decât tencuielile grase. Lungimea paielor și a firelor de iarbă tăiată trebuie să fie potrivită pentru a trece ușor prin ochiurile plasei rabiț. O altă opțiune pentru tencuiala slabă este de a omite tăieturile de iarbă sau de paie și de a mări cantitatea de hârtie de celuloză și de nisip. Ideea este să aveți o fibră îndeajuns de fină pentru a trece prin ochiurile de 1,25 cm ale plasei rabiț și a umple perfect spațiile din spatele plasei.

Rezultă astfel că o tencuială fără grăsime este una care nu are nicio fibră. Tencuiala fără grăsime este o alegere bună atunci când lucrarea se face într-un climat cald, umed, unde procesul de uscare este foarte lent. Tencuiala fără fibră ajută la scăderea probabilității de apariție a mușgaiului pe

pereți. Mușgaiul poate păta și decolora peretele și poate fi dăunător pentru sănătate. Nu mai este nevoie să spunem că această tencuială fără grăsime va aluneca ușor printre și în jurul ochiurilor plasei rabiț. Plasa trebuie să fie strânsă bine în jurul sacilor, fără să aibă zone în care să fie lăsată.

Poate fi aplicată cu mâna sau cu mistria. Permiteți ca tencuiala să se așeze puțin și apoi aplicați un alt strat cu mistria, la aproape 0,625-0,9 cm sub plasă (Fig. 15.5).

## Tencuială fără grăsime peste tencuială grasă

Ne-am confruntat cu apariția mușgaiului în câteva zone pe care am folosit tencuiala grasă. După ce s-a uscat complet, s-a putut îndepărta ușor cu peria și nu a mai apărut niciodată. S-a datorat probabil lipsei de ventilație din timpul procesului de uscare. Din moment ce prezența fibrei organice face tencuiala mai expusă la mușgai, fibra poate fi omisă în aplicarea celui de-al doilea strat și poate fi folosită doar în primul strat. Pentru pereții pe care intenționați să îi acoperiți cu vopsea de lapte, finisarea va fi mai bună

dacă suprafața finală nu are fibră. Pentru stratul de acoperire din a doua etapă, luați în considerare folosirea unei tencuieli slabe sau a uneia fără grăsime.

Omiteți fibra și măriți cantitatea de nisip, până ce tencuiala se usucă fără crăpături. Experimentați de asemenea și cu cantitatea de pastă de făină. O tencuială de lut fără fibră și bogată în nisip este mai puțin expusă la mușgai. Amestecul funcționează cel mai bine atunci când este ferm, dar încă flexibil și puțin lipicios. Dacă există un amestec adecvat de nisip cu argilă stabilă, necontractilă, chiar și o tencuială mai groasă fără fibră se va usca fără crăpături. Nisipul aspru bine asortat este o bună premisă pentru succes.



*15.5: Tencuiala fără fibră se aplică repede și umple bine toate golurile dintre rândurile de saci, până când se așază la același nivel cu plasa de sârmă.*

## Rajuelas sau piatra spartă

Indienii Anasazi puneau orice în tencuielile lor: cioburi, cărbuni de lemn, bucățele de oase, paie de grâu tocate, pănuși de porumb și știuleți măcinați, yucca și fire de iarbă. De cele mai multe ori, totuși, ei foloseau mici pietre neregulate presate în mortar de lut între pereții cu zidărie de piatră. Spaniolii numeau aceste mici pietricele Rajuelas. Rajuelas reduc contractarea lutului. În orice caz, umplerea golurilor adânci cu un amestec de pietriș grosier va reduce riscul fisurării, dacă se dorește o singură aplicare a unui strat de tencuială fără grăsime.

## Tipuri de nisip pentru tencuieli de lut de finisare

Tencuielile de finisare, în general, sunt doar lut și nisip care au fost cernute printr-o sită de sârmă mai groasă (Fig. 15.6).

Dimensiunea nisipului stabilește grosimea tencuielii. Fibrele trebuie să fie scurte și fine, iar cantitatea trebuie redusă sau chiar omisă în funcție de preferințele personale. Liantul de cazeină sau pasta de făină fiartă pot fi adăugate pentru a preveni prăfuirea pereților

și pentru a oferi o rezistență suplimentară unei tencuieli slabe de lut.



15.6: Noi practicăm un stil cu adevărat rustic de tencuială, folosind, în principiu, o strecurătoare de bucătărie de sârmă de dimensiuni între 0,1 și 0,3 centimetri pentru cernerea tencuielilor de finisare.

Cantitățile pentru lut și nisip sunt de obicei de 25-30 de procente lut și 70-75 procente de nisip bine asortat. Pământul argilos și cel nisipos reprezintă prima noastră opțiune pentru tencuieli, deseori amendată cu nisip curat, fin, bine asortat. Cea mai ieftină sursă de nisip fin este nisipul de construcție spălat provenit de la o balastieră. Îl mai puteți cerne pentru un finisaj mai fin sau îl puteți folosi așa cum este. Nisipul de cuarț foarte fin poate fi comandat la cele mai multe depozite de lemn sau de la outlet-urile de ceramică, pentru a obține o tencuială finală foarte fină. Un

avantaj al folosirii nisipului de cuarț ambalat este faptul că strălucirea sa îmbunătățește culoarea unei argile din natură, în timp ce un nisip de mortar va avea tendința de a întuneca sau poate chiar de a schimba ușor culoarea argilei.

## Finisaje întărite cu cazeină

O tencuială grasă făcută cu un pământ argilos bun constituie ea însăși o bună finisare. Pentru a conferi și mai multă protecție, putem adăuga un strat sau două de adeziv pe bază de cazeină. Aceasta este derivată din proteina de lapte. Formează baza unui liant natural non-toxic, ce poate fi folosit ca adeziv, ca grund, vopsea de lapte și ca liant la tencuielile fine de lut. Ați observat simbolul laptelui de vacă Borden pe eticheta adezivului alb Elmer? Este adezivul din lapte original comercializat. Un liant pe bază de cazeină este ușor impermeabil, dar permite totuși umezelii să transpire prin pereți, ceea ce îl face compatibil cu suprafețele de lut.

Noi ne facem proprii lianți din cazeină, atât din lapte proaspăt, cât și din lapte procesat, pudră de cazeină.

Următoarele rețete produc același rezultat (pentru doze mici este mai ieftin să folosiți lapte proaspăt).

## Liantul pe bază de lapte făcut de Kaki acasă

Această rețetă are ca rezultat 1,9 litri de liant concentrat pe bază de cazeină.

### Ingrediente

- 3,75 litri de lapte degresat
- 1/2 ceașcă oțet alb
- 1/3 ceașcă borax (înălbitor de rufe 20 Mule Team)

Încălziți laptele la aproape 43°- 46°C, aproape fierbinte. Aveți grijă să nu încălziți prea tare pentru că veți găti cazeina. Adăugați 1/4 ceașcă de oțet. Amestecați ușor. Laptele va începe să se separe. Adăugați cealaltă cantitate de 1/4 ceașcă de oțet. Amestecați ușor. Proteina din lapte (cazeina) va ieși la suprafață, iar zerul trebuie să se transforme într-un lichid galben limpede (dacă nu se întâmplă acest lucru mai așteptați puțin). Când s-au separat complet, strecurați conținutul cu o strecurătoare de sârmă sau cu una din tifon pentru brânză. Clătiți ușor globurile de cazeină în apă rece pentru a îndepărta zerul. Lăsați deoparte.



Dizolvați 1/3 ceașcă de borax într-un litru de apă foarte fierbinte, până ce cristalele se dizolvă complet și apa se limpezește. Amestecați cazeina cu soluția de borax și bateți o spumă cremoasă, folosind un blender sau un mixer pentru ouă manual sau electric. Strecurați acest amestec de cazeină/borax printr-o strecurătoare de sârmă, într-o găleată. Adăugați un litru de apă pentru a obține o cantitate de aproximativ 2 litri și amestecați bine. Acum aveți aproximativ 2 litri de liant pe bază de cazeină concentrat.

## Variații

Liantul pe bază de cazeină poate fi făcut de asemenea și din lapte proaspăt, folosind mai puțin oțet decât în rețeta de mai sus, dar va dura mai mult. Puneți aproximativ 4 litri de lapte degresat într-un bol într-un loc cald. Adăugați o lingură de suc de lămâie, oțet, lapte acru sau iaurt. Lăsați să se covăsească — poate dura o zi sau două până se separă. Strecurați cu o strecurătoare sau cu un tifon pentru brânză. Din moment ce așa se prepară brânza panir din India, o puteți fie mânca, fie puteți folosi rețeta anterioară pentru a face un liant pe bază de cazeină.

## Liant pe bază de cazeină făcut din cazeină pudră

Amestecați bine: 1 și 1/3 ceașcă de pudră de cazeină cu 1/3 ceașcă de borax uscat, cernut. Amestecați ingredientele în 1,9 litri de apă (nu aveți nevoie de blender pentru asta!). Lăsați amestecul să se închege 1 până la 2 ore. Asta e tot!

Această cantitate de aproape 2 litri de liant pe bază de cazeină poate fi folosită concentrată, ca bază pentru vopseaua de lapte, sau mai diluată, ca grund sau liant pentru tencuială de finisaj, pentru pereții sau podeaua de lut.

## Grunduri pe bază de cazeină

Cazeina poate fi folosită pentru a furniza protecție suplimentară împotriva umezelii atunci când este pusă peste o tencuială de lut. Diluați doi litri de liant pe bază de cazeină cu alți doi litri de apă, ceea ce va rezulta un volum de patru litri. Liantul trebuie diluat până la o consistență îndeajuns de subțire ca, atunci când va fi aplicat cu bidineaua pe perete, să fie absorbit și să se usuce fără a lăsa o suprafață vizibil strălucitoare. Faceți mici

porțiuni de test pe perete sau, de preferință, pe o tablă de mostre, pentru a determina dacă mai trebuie adăugată apă. În unele cazuri, patru litri de apă (sau mai mult) trebuie adăugați pentru a obține rezultatele dorite.

## Pete de culoare deschisă

La acest grund pe bază de cazeină, se pot adăuga pigmenți oxizi de lut sau minerali pentru a nuanța liantul și pentru a obține pete de culoare mai deschisă. Oxidul roșu de fier, galbenul ocru, lutul roșu ars și albastrul ultra marin sunt câteva exemple. Evitați coloranții acizi pentru că ei vor încheaga vopseaua de lapte.

## Vopsea de lapte

Din această rețetă vor rezulta patru litri de vopsea de bază alb-opac. Toate ingredientele trebuie să fie la temperatura camerei.

- 2 litri de liant pe bază de cazeină concentrat
- 10-15 cești de argilă albă de caolin
- 10-15 cești lapte de var (carbonat de calciu, pudră de piatră de var)
- 1½ cești dioxid de titan (pigment alb)

Alternativ, adăugați pe rând câte o ceașcă de caolin și una de lapte de var, în timp ce amestecați bine, până la consistența unei creme groase. Amestecați dioxidul de titan cu suficientă apă pentru a obține o consistență cremoasă ca de pastă de dinți. Amestecați pasta de dioxid de titan în pasta cremoasă de liant, caolin și lapte de var. Dacă vopseaua de lapte se subțiază mai adăugați caolin. Faceți câteva teste pentru a nimeri consistența corectă. Trebuie să fie îndeajuns de uscată pentru a nu se scurge de pe pensulă, dar îndeajuns de subțire pentru a se împrăștia ușor.



15.7: Vopseaua de lapte uscată va fi cu opt până la zece nuanțe mai deschisă decât atunci când este udă. Vopseaua de lapte poate fi aplicată cu o pensulă sau cu un trafalet, exact ca și vopselele comercializate.

Cu această rețetă se va obține o minunată vopsea alb-opac. Pentru a obține o culoare de coajă de ou, adăugați o lingură de galben ocru în pudra de dioxid de titan. Dacă adăugați un sfert de ceașcă de galben ocru va rezulta o culoare ca de unt proaspăt bătut. Caolinul, laptele de var și dioxidul de titan se pot găsi la depozitele de ceramică. De obicei sunt disponibile la saci de 11,1 și 22,2 kg sau la cantități mai mici.

## Aplicarea vopselei de lapte

Vopseaua de lapte udă pare transparentă atunci când este aplicată pentru prima dată pe o suprafață, deși atunci când se va usca va fi de un alb opac. Uneori, chiar și peste un lut maro închis, un strat este de ajuns, dar de obicei este mai bine dacă aplicați două straturi. Aplicați întotdeauna vopseaua de lapte la temperatura camerei, pentru că temperaturile scăzute o vor subția considerabil. Puneți la frigider cantitatea nefolosită. Vopseaua va ține cam două săptămâni într-un frigider rece. Atunci când este gata pentru a fi folosită, lăsați-o să ajungă la temperatura camerei. Rata de acoperire variază în funcție de suprafața peretelui, dar, în medie, 3,75 litri vor ajunge pentru 14,5-19,3 metri pătrați pe o suprafață cu pori fini (Fig. 15.7).

## Tencuială de finisare stabilizată cu liant pe bază de cazeină

Trăim în Deșertul Pictat, înconjurați de pământuri colorate natural într-o paletă bogată. Așadar, este normal să profităm de avantajele

pe care ni le oferă natura și să strângem propriul nostru pământ pentru tencuială. Aceste soluri argiloase colorate sunt cernute printr-o strecurătoare de bucătărie de 0,15-0,3 cm în găleți. Apoi amestecăm pământul cernut cu mortarul de nisip cernut și spălat (sau nisipul de cuarț) în proporție de 1:3.

Diluțați liantul pe bază de cazeină concentrat pentru a obține până la doi litri. Aceasta este concentrația pe care noi o amestecăm de obicei cu lut și nisip. Consistența este suficient de fermă pentru a sta pe mistrie și în același timp ușor de aplicat. Acest amestec pentru tencuială are ca rezultat un strat de finisare bun și pentru podele. Tencuielile stabilizate cu cazeină sunt foarte lipicioase — aproape ca niște adezivi. Ceea ce ne place la ele este că adaugă rezistență și un grad de impermeabilitate, fără a altera culorile subtile ale pământurilor naturale. Pasta de făină are tendința de a întuneca tencuiala sau chiar a altera culoarea, ceea ce poate fi de dorit sau nu.

## Blaturi de pământ rezistente la apă și zone pentru baie

Cartea *Earth Construction Handbook* de Gernot Minke are exemple de chiuvete și zone

pentru baie sculptate din „lut stabilizat cu cazeină” și grunduit cu ulei de in. Așa cum se spune în carte, aceste obiecte de baie au fost folosite timp de opt ani. Tencuiala de pământ stabilizată cu cazeină poate fi întinsă, pentru a face blaturi rezistente la apă și pervazuri interioare pentru ferestre, și pot fi grunduite cu straturi multiple de ulei de in fierbinte și câteva straturi de grund de podele, care are la bază uleiul natural, conform celor descrise în Capitolul 16.

## Alis (Vopsea pe bază de argilă)

Am învățat de la Carole Crews cum să facem un alis frumos, stabilizat cu pastă de făină fiartă, argilă de caolin cumpărată și pigmenți. Aceeași rețetă poate substitui lutul natural cernut fin, dar pasta de făină are tendința de a închide culoarea originală. Pentru cei cu acces limitat la luturile din natură sau la selecția culorilor, vă oferim o rețetă de alis de bază și surse de contact pentru tehnici de finisare mai detaliate, de la Carole și alte enharradoras.

## Rețetă pentru alis din pastă de făină

Umpleți o găleată de 18,75 litri cu 11,25 litri de apă și 2 litri de pastă de făină fiartă. Adăugați părți egale pudră din argilă de caolin alb și nisip silicios fin de 0,2 mm sau alt nisip fin spălat (lui Carole îi place să adauge o cantitate de mică fină în nisip pentru o finisare mai strălucitoare). Amestecați până obțineți o consistență fină, cremoasă. Pentru a ajuta argila să rămână în suspensie, adăugați o lingură de silicat de sodiu (un sirop clarificat pe care olarii îl folosesc pentru a menține bucățile de argilă în suspensie echilibrată). Adăugați orice pigment de culoare pregătit. Faceți mostre de testare. Consistența trebuie să fie îndeajuns de groasă pentru a putea fi întinsă cu o bidinea sau cu un trafalet, fără să picure.

Suprafața peretelui trebuie să aibă o structură poroasă, ca de piele de căprioară, pentru ca alisul să adere. De asemenea, trebuie să fie uscată și să nu aibă praf. La fel ca în cazul tuturor vopselelor sau tencuielilor, aplicarea de sus în jos împiedică picurarea pe suprafața deja finisată. Dacă este nevoie de două

straturi, permiteți primului strat să se usuce complet înainte de a-l aplica pe al doilea.

Atunci când stratul final are încă o consistență ca cea a pielii, poate fi raclat cu ajutorul unei mistrii flexibile din oțel inoxidabil sau folosind mișcări circulare mici, cu un capac de la recipientele pentru iaurt, așa cum face Carole Crews. Este nevoie de puțină practică pentru a stăpâni tehnica ei (noi încă ne străduim!), dar încercați. Este o alternativă mai puțin costisitoare la mistriile din oțel inoxidabil.

O altă tehnică de finisare este de a „tampona ușor” suprafața cu un burete de celuloză mare și umed, folosind mișcări circulare pentru a corecta orice imperfecțiune făcută de bidinea. Aceasta se face cel mai bine atunci când ultimul strat de alis este încă proaspăt dar ferm. Întotdeauna alegeți o zonă cu dimensiuni mici pentru a testa, înainte de a aplica totul pe întregul perete. Un strat sau două de grund simplu pe bază de caseină poate proteja un finisaj cu alis.

## Tencuială finală întărită cu pastă de făină

O rețetă similară pentru alisul menționat anterior poate fi folosită, de asemenea,

pentru a obține o tencuială bună. Doar măriți cantitatea de nisip la 2½ sau 3 părți. Folosiți un nisip de mortar cu granulație continuă, cernut și spălat. Sau luați în considerare folosirea unui nisip de cuarț de diferite dimensiuni, cum ar fi 0,2, 0,3 și 0,6 mm. Amestecați până obțineți o consistență îndeajuns de flexibilă pentru a fi aplicată cu mistria. Umeziți peretele înainte de aplicare. Permiteți umezelii să fie absorbită — aplicați tencuiala cu mâna și apoi dați cu mistria, sau aruncați-o pe perete cu mistria. Păstrați-vă mâna și mistria cu care aplicați ude și alunecoase, pentru ca lutul să se lipească de perete și nu de mâini sau de unelte.

## Grunduri de etanșare

Uleiul de in și finisajul de podele din rășină naturală BioShield sunt aproape singurele grunduri de etanșare de categorie grea pe care le-am folosit pe un blat turnat de lut cu paie, stabilizat cu cazeină, pe pervazuri sau pe podele interioare, sau ca strat protector lavabil peste un lambriu, așa cum am făcut pentru camera de vizitatori de la cantonul forestier BLM din Sand Island. Urmăriți aceleași indicații din capitolul 16.

Unii aplică uleiul de in ca grund pe toți pereții, pentru a menține aspectul ud al lutului, așa cum era când a fost aplicat. În orice caz, un singur strat de ulei de in fierbinte poate fi folosit ca grund de etanșare/ stabilizator peste o tencuială grasă pentru a inhiba mucegaiul și pentru a adăuga elasticitate. Faceți teste!

## Gips

Gipsul poate fi aplicat direct pe o tencuială de pământ. Rareori folosim gipsul, deci orice am spune despre el va fi ceva second hand în cel mai bun caz. Așadar, vă recomandăm să citiți *The Natural Plaster Book*, de Cedar Rose Guelberth și Dan Chiras, sau să căutați la bibliotecile locale sau pe internet cărți ale meșterilor în gips. Țineți minte — gipsul, la fel ca și cimentul, sunt sensibile la trecerea timpului, deci prelucrarea lor este limitată la timpul de întărire, față de pământ, care poate fi prelucrat când doriți.

## Finisaje pe bază de var

(Consultați Capitolul 14 pentru o discuție mai detaliată despre var).

Noi folosim varul de cele mai multe ori pentru tencuielile exterioare, dar nu există un motiv

pentru care să nu fie folosit și în interior. Din moment ce varul este un blocant natural pentru mușegai, putem decide să aplicăm un strat subțire de apă de var sau putem vărui suprafața cu tencuială grasă înainte de a trece la o finisare cu tencuială de pământ.

Aveți grijă să diluați apa de var îndeajuns, astfel încât să se absoarbă în suprafața tencuită și să adere bine. Mai multe straturi subțiri sunt mai bune decât unul sau două groase; altfel, varul se poate degrada (aspect similar chipsurilor din cartofi). Amestecarea unui procent de liant pe bază de cazeină în var îl va împiedica să se prăfuiască. Doi litri de liant concentrat, pe bază de cazeină, amestecat cu 2 litri de apă, pot fi folosiți pentru a dilua chitul de var, în loc de apă.

Tencuiala pe bază de var poate fi folosită de asemenea în interior, peste un substrat de lut aspru și raclat până la o suprafață fină. Pigmenții de culoare care se adaugă trebuie să fie stabil-alkalini, la fel ca cei folosiți pentru ciment/beton, cum sunt oxizii de metal sau pigmenții minerali.

## Fresca

Pentru pereții din interior, tencuiala pe bază de var poate fi un suport pentru frescă, prin aplicarea pigmentilor puri, amestecați cu suficientă apă, pentru a obține vopsea și aplicându-i pe o tencuială de var proaspătă, încă umedă. Pigmentul este practic supt în tencuială prin procesul de carbonizare, ceea ce face ca pigmentul să fie legat permanent de tencuială. Michaelangelo, ai grijă!







# CAPITOLUL 16

## Podele

Podelele de chirpici sunt o extensie naturală a pereților de lut. Podelele din chirpici turnat sau din pământ compresat oferă o ambianță caldă și o suprafață elastică, ce poate fi lustruită până la luciu. Ușurința lucrului și frumusețea finisării fac din ele ceva natural pentru cineva care construiește pentru prima dată.

Când vorbim despre podele în termeni de construcție, ne gândim de obicei la o placă de beton turnat, scânduri de lemn sau la o dușumea peste grinzi de lemn. Totuși, odată ce ați lucrat cu o podea din lut natural, nu vă veți mai întoarce la acestea. O construcție de pământ poate avea orice sistem de podele, dar noi ne vom concentra pe podelele de pământ.

Podelele de pământ, fie din chirpici turnat, pământ compresat, sau mortar din piatră cu pământ, sunt toate construite în straturi, începând cu întreruperea capilarității, urmată de un strat de izolație și terminând cu o suprafață de finisare (Fig. 16.1).

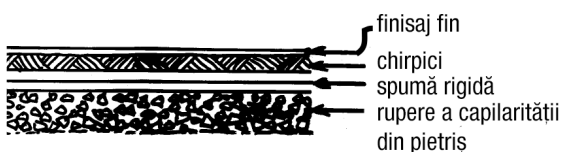
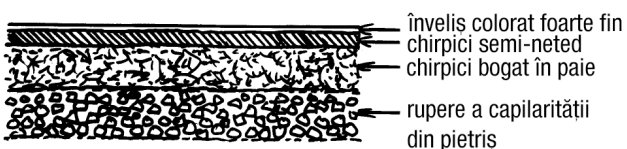
Există modalități infinite de finisare a unei podele din chirpici turnat. Ceea ce vom prezenta în următoarele pagini este doar o variantă. Să începem de la bază și să lucrăm fiecare strat (Fig. 16.2).



16.1: Patina frumos finisată a acestei podele de pământ îmbunătățește casa din baloți de paie a lui Kalen Jones și Susie Harrington din Moab, Utah.



16.3: Greblați acest strat de pietriș și stratul cel mai de jos al podelei voastre de pământ este gata.



16.2: Trei modalități de izolare a unei podele din chirpici.

## Sub podea: ruperea capilarității

Exact cum pereții și acoperișul protejează interiorul unei clădiri și locuitorii săi de intemperiiile vremii, tot așa o podea protejează clădirea și ocupanții ei de neplăcerile cauzate de pământul expus. Una dintre cele mai mari distrugereri la care este supusă o podea de pământ este umezeala care se ridică în ea. Această mișcare a apei în sus, printr-o suprafață

poroasă, se numește acțiune capilară. Pentru a o evita, o întrerupere de capilaritate este instalată între pământ și podeaua finalizată. Pietrișul este cea mai simplă și totuși cea mai eficientă rupere a capilarității.

Greblați și tasați podeaua excavată cât mai nivelat posibil. Noi folosim maiurile de mână, dar un spațiu mare poate fi bătut mai repede cu un compactor electric, cum sunt cele folosite pentru trotuare. Deși nu este obligatoriu să îl faceți neted, este mai ușor să faceți următoarele straturi nivelate dacă începeți astfel.

Apoi împrăștiem pietriș spălat de 2 centimetri, la cel puțin 10 cm adâncime. Spațiile cu goluri mari, cum sunt spațiile de aer din pietriș, previn migrarea în sus a apei. În schimb, forța gravitațională își spune cuvântul, împiedicând apa să urce. Pietrișul reprezintă mijlocul de precauție pe care ni-l luăm pentru a evita infiltrarea umezelii din pământ (Fig. 16.3).

## Stratul de mijloc: Zona de confort

Pentru o podea de pământ neizolată, am putea să trecem la turnarea de chirpici deasupra pietrișului. Țineți minte că pământul

sub nivelul de îngheț menține o temperatură relativ constantă de 11-14°C. Acest lucru poate crea o podea confortabilă pentru lunile calde de vară, dar în lunile cu vreme mai rece se poate transforma într-o podea rece și neconfortabilă. Din acest motiv, este în avantajul nostru să izolăm împotriva acestei răcirii care vine prin podea.

Pentru o podea cu izolație mai simplă, amestecăm o cantitate mai mare de paie în lutul pentru chirpici. Pentru a împiedica penetrarea prea adâncă a chirpiciului în baza de pietriș, împrăștiem mai întâi un strat de paie de 5 cm, uscate și curate (Fig. 16.4).

În general, un amestec ce conține 25 până la 35 de procente de pământ argilos și 65 până la 75 procente de pământ nisipos, cum este rebutul de nisip sau amestecul pentru baza drumurilor, se combină cu o cantitate de paie, pe măsură ce amestecul se așază și este încă aspru, dar nu uscat. Aceasta este deseori o ocazie pentru o petrecere de amestecat lutul, cu multă murdărie și țopăială (Fig. 16.5).

Acest strat de bază bogat în paie trebuie să ajungă la o grosime de 10-15 cm, în funcție de rezistența pe care o aveți.

Turnați o șapă din acest strat sau nivelați pe cât posibil cu mistria. O modalitate care ajută

la menținerea unei suprafețe nivelate este folosirea unor corzi sau împărțirea podelei în secțiuni cu plăci care să delimiteze înălțimea turnării (Fig. 16.6).

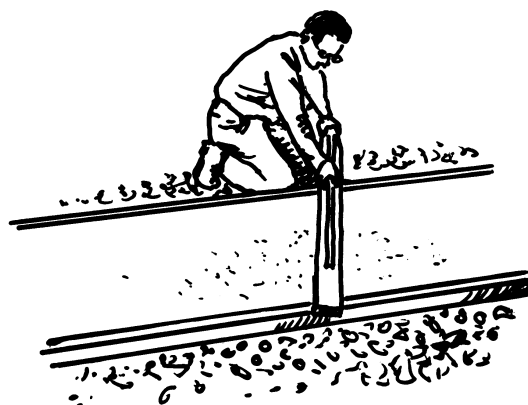
Lăsați suprafața texturată pentru a furniza aderență următorului strat. Deși pare evident, trebuie amintit să lucrați spre o ușă, mai bine decât să vă blocați lângă un perete, fără altă cale de trecere în afară de podeaua la care ați lucrat atât să o nivelați.



16.4: Paiele așezate lejer absorb umezeala în exces din chirpici și conferă un grad mai mare de izolație.



16.5: Amestecarea unui strat izolator bogat în paie poate fi asemănată cu șamponarea unui câine mare cu multă blană.



16.6: Când o secțiune este turnată și nivelată, plăcile sunt mutate și chirpiciul este turnat în noua secțiune. Continuați această metodă până ce turnarea este finalizată.



*16.7: Sfat pentru podeaua finisată cu mistria: o placă va proteja și podeaua, și genunchii voștri. Susținerea greutății voastre pe o placă de lemn vă eliberează cealaltă mână pentru a folosi mistria cu același grad de presiune.*

Această turnare înaltă cu multe paie se va usca în câteva zile, pe vreme caldă și uscată, și în mai mult timp într-un climat mai umed. Pe vreme ploioasă sau rece poate dura câteva săptămâni. În acest caz, pentru a inhiba mucegaiul, adăugați o cană de Borax la fiecare roabă (vedeți mai multe despre acest inhibitor natural de mucegai în Capitolul 15, la secțiunea "Aditivi"). Noi folosim o betonieră pentru toate tencuielile cu pământ, amestecurile de cob și materiale turnate pentru podea. Betonierele sunt mai ieftine și mai ușor de manevrat decât amestecătoarele de mortar. De asemenea, o betonieră poate procesa și un material grosier, cum este pietrișul sau cum sunt paiele mai lungi.

De îndată ce baza de paie/lut s-a uscat, trebuie să sune a gol atunci când ciocăniți în ea. Dacă nu sună a gol, este posibil să nu se fi uscat complet sau raportul dintre pământ și paie să nu fie cel bun. Un sunet de gol indică multe spații de aer, ceea ce înseamnă un succes în ce privește izolația. Este obligatoriu ca stratul de izolație să fie complet uscat înainte de a continua cu finisarea. Uscarea completă oferă timp pentru orice contractare ce poate apărea. Pot apărea fisuri în procesul de uscare, dar următorul strat le va umple, iar fisurile mici oferă aderență pentru stratul final. Dacă stratul izolator nu se usucă înainte de aplicarea stratului final, pot apărea fisuri care ajung la și apoi în stratul final. Deci lăsați-l să se usuce complet, pentru a nu avea parte de neplăceri sau de lucru suplimentar.

## Stratul final — stratul estetic

După uscarea completă a stratului izolator, se poate turna un strat de finisare. Acest strat este un amestec de pământ cernut, cu aproximativ 25 procente sol argilos și 75 procente sol nisipos trecut printr-o sită de 0,625 cm. Se pot adăuga paie tăiate dacă se

dorește, dar paiete să nu depășească 4 cm în lungime. Acest amestec este bun atunci când are o fermitate moderată dar este încă ușor de întins. Ajustați amestecul experimentând cu cantitățile, până ce porțiunile de testare se usucă fără fisuri. Întindeți acest strat la o grosime de 2-2,5 cm. Înainte de aplicarea fiecărui strat de chirpici, umeziți sub-stratul cu apă. Permiteți să se absoarbă, iar apoi puteți aplica următorul strat. Umezeala ajută la reactivarea lutului, pentru a conferi o bună legătură între cele două straturi.

Micile fisuri care apar pot fi umplute cu un amestec mai fin de pământ de grosime 0,15-0,3 cm. Dimensiunea nisipului dictează grosimea finisajului. Puteți continua la nesfârșit aplicând straturi mai fine (Fig. 16.7). Puteți omite paiete în acest strat final sau puteți adăuga câteva mâini de paie tăiate fin la 0,5 cm. Aceasta ține doar de preferința personală; doar de modul în care voi doriți să apară stratul final. Se poate adăuga pigment în acest strat, pentru a crea o culoare sau un model distincte.

## Piatră sau faianță Saltillo cu mortar de pământ (Fig. 16.8)

Dacă doriți să aveți piatră sau faianță în stratul de finisaj, procedați conform explicațiilor pentru primele două straturi: pietriș, urmat de un strat izolator. Când acesta este complet uscat, amestecați o compoziție similară celei descrise pentru stratul final. Decât să îl împrăștiati și apoi să îl nivelați, aruncați-l unde doriți să montați piatra sau faianța. Prelucrați piatra sau faianța în compoziția cu pământ astfel încât să rămână cel puțin 0,5 cm deasupra nivelului mortarului de pământ. Nivelați piatra și apoi mai aruncați mortar și următoarea cantitate de piatră. Nivelați această piatră sau faianță cu cea din urmă și apoi continuați la fel. Uneori folosirea unui ciocan de cauciuc ajută la introducerea mai bună a unei pietre în mortarul de pământ.

Pe măsură ce înaintați de la piatra sau faianța inițială, devine necesară nivelarea următoarelor pietre în toate direcțiile, pentru a obține o suprafață dreaptă. După ce toată piatra și/sau faianța este pusă la locul ei și nivelată, permiteți să se usuce complet înainte de a continua cu următoarea fază: rostuirea.

## Rostuirea

Chitul de rost din pământ este precum chitul de rost comercial folosit pentru lucrările convenționale cu faianță. Umple spațiile dintre plăcile de faianță sau piatră, creând o suprafață dreaptă. Avantajul rostuirii cu pământ este acela că este mult mai ieftin și nu conține aditivii chimici dăunători care se găsesc în chiturile de rost comercializate.

Începeți cu amestecul descris mai sus pentru stratul de finisaj. Folosiți un amestec ce conține cam 25 procente sol argilos și 75 procente sol nisipos cernut fin. Cu cât sita este mai fină, cu atât este mai bine și încercați să nu depășiți 0,3 cm. Nu se adaugă paie în amestec. Trebuie să fie mai moale decât amestecul de mortar pentru montarea pietrei. Trebuie să fie îndeajuns de moale pentru a intra în rosturile dintre piatră și faianță, dar nu atât de moale încât să curgă. Folosind o mistrie cu burete sau un burete de celuloză umed, lucrați rosturile umplute cu mișcări circulare. Acest lucru forțează intrarea chitului în rosturi și scoate orice bulă de aer. Adăugați mai mult chit în locurile care sunt mai jos decât piatra/faianța montată. Încercăm să ajungem la o suprafață dreaptă, deci pe suprafața pietrelor

va fi foarte mult material fin. Aceasta nu este o problemă, pentru că piatra/faianța se curăță foarte ușor mai târziu cu o cârpă umedă. Pentru a crea un chit de rost rezistent la apă, în loc să adăugați apă la amestecul uscat de chit, încercați să folosiți un liant pe bază de cazeină ca agent de umezire.

## Chitul de rost din pământ stabilizat cu cazeină

Noi am folosit un amestec de chit de rost stabilizat cu cazeină, din argilă roșie/nisip spălat, pentru a umple golurile dintre plăcile de faianță și piatră montate aleatoriu în podeaua domului Honey House. În dimineața în care am intrat în dom să impregnăm podeaua cu ulei de in fierbinte, am fost surprinși să descoperim că plutea înăuntru un strat 17,5 cm de apă roșie, cu pământ. Cu o noapte înainte fusese o furtună care traversase proprietatea noastră și care a făcut ca ploaia să intre în casă.



16.8: Pavajul de plăci și faianță antică de Malibu, rostuit cu pământ, înfrumusețează podeaua domului Honey House.

Ceea ce ne-a impresionat a fost modul în care chitul stabilizat cu cazeină a rezistat la penetrarea apei, chiar și după ce trecuse o noapte întreagă. Am scos apa cu găleata și cu buretele și am găsit chitul de rost puțin moale cam 0,3 cm, dar dedesubt era solid. Dacă nu ar fi fost cazeina, apa s-ar fi absorbit imediat în sub-stratul podelei izolate cu paie/lut.

Rețeta completă pentru liantul de cazeină, care poate avea o varietate de aplicări, poate

fi găsită în Capitolul 15 la subsecțiunea intitulată "Aditivi".

## Impermeabilizarea unei podele de pământ

Din moment ce podelele au parte de trafic intens, o podea de pământ va ceda în timp și va crea foarte mult praf dacă nu este impermeabilizată. Alegerea noastră este calea non-toxică, naturală, care va înfrumuseța pământul, în timp ce va oferi un nivel mai înalt de protecție. Substanța de impermeabilizare cel mai des folosită pentru o podea de pământ este uleiul de in. Aplicat corect, uleiul de in poate oferi nu numai trăinicie, ci și rezistență la apă, permițând spălarea unei podele de pământ. Cheia pentru aplicarea uleiului de in pe o suprafață de pământ este modul în care se face aceasta.

Cu cât uleiul de in penetrează mai mult suprafața de pământ, cu atât oferă mai multă protecție. Există două modalități de a atinge o penetrare cât mai profundă. O modalitate este de a tăia uleiul de in cu o cantitate de diluant. Noi preferăm folosirea unui solvent pe bază de citrice, decât a unuia pe bază



de petrol, datorită riscurilor asociate cu produsele petroliere, mai ales într-un mediu închis. Chiar și cu un diluant pe bază de citrice, aerisiți bine pentru a se usca.

Uleiul de in va întuneca în mod considerabil culoarea pământului uscat pe care este aplicat. De asemenea, va și schimba într-un fel culoarea — roșu va deveni maro închis etc. Pentru a încerca să menținem culoarea pe cât posibil, amestecăm stratul de tencuială finală, aplicată cu mistria, cu liant pe bază de cazeină. Liantul pe bază de cazeină pare să adauge un nivel de protecție a culorii, în timp ce permite grundului pe bază de ulei să penetreze. Pentru a fi siguri, încercați un petic de testare într-o locație discretă, pentru a vedea ce funcționează mai bine.

În mod tipic, o podea de pământ primește cel puțin trei straturi de ulei. Acest lucru permite penetrarea suprafeței de pământ. Există două modalități în ce privește amestecarea și aplicarea uleiului și a solventului. O modalitate este de a merge de la mai subțire la mai gros. Adică primul strat trebuie să conțină 75 procente solvent pe bază de citrice și 25 procente ulei de in. Cel de-al doilea strat va merge la 50:50, iar cel de-al treilea este format din 25 procente solvent și 75 procente ulei.

Orice start suplimentar va avea un raport mai mic. Lăsați fiecare strat să se usuce complet înainte de a-l aplica pe următorul. Acest lucru poate dura între 24 și 48 de ore, în funcție de umiditatea relativă.

Frank Meyer creează podele de pământ bătătorit în Texas. El susține că, datorită umidității, stratul de ulei trebuie proporționat invers față de ceea ce am descris mai sus. Primul strat conține 25 procente solvent la 75 procente ulei, iar fiecare strat următor primește din ce în ce mai mult solvent, până ce ultimul strat va conține cel puțin 75 procente solvent la 25 procente ulei. Bill și Athena Steen creează structuri superbe din baloți de paie cu podele de pământ. Și ei sugerează începerea cu un ulei mai gros și finalizarea cu unul subțire, deși ei locuiesc în zona aridă de sud-vest. O alternativă este folosirea unei a treia metode, care funcționează bine atât în mediile umede, cât și în cele aride.

Mai degrabă decât să adăugăm un procent de solvent, noi încălzim uleiul într-un boiler dublu. Acest lucru subțiază uleiul în mod natural, ceea ce îi permite să penetreze în podeaua de pământ. Ceea ce am aflat este că și la a treia sau a patra aplicare, uleiul încălzit încă penetrează. Deseori, în cazul uleiului

diluat cu citrice, al treilea strat începe să se așeze pe suprafață în zone în care nu mai penetrează, lăsând o urmă de reziduu lipicios. Acest lucru nu se întâmplă la fel de repede cu uleiul încălzit. Deoarece solventul pe bază de citrice este destul de puternic, aplicarea acestui ulei cald este mai ușor de făcut și pare că se usucă mai repede și miroase mai puțin. Indiferent de modalitatea în care uleiul se aplică pe podea, acest lucru se face în aceeași manieră. Folosim o bidinea mare, moale, pentru a aplica uleiul, împrăștiindu-l în mod egal pe suprafața de pământ. După două sau trei straturi, podeaua de pământ capătă un grad de tărie și rezistență la apă, dar doar un grad. Putem să ne oprim aici și să facem mentenanță periodică prin aplicarea straturilor suplimentare în fiecare an dacă este nevoie. Dar, așa cum am menționat mai devreme, uneori o cantitate de ulei stă la suprafață și rămâne lipicioasă. Pentru a corecta acest lucru și pentru a crea o suprafață tare, lavabilă și (dacă se dorește) ceruită, trebuie să mai adăugăm un pas.

Acest pas final înseamnă aplicarea unui grund natural peste podeaua pe care s-a aplicat ulei. Folosim o finisare naturală pe bază de ulei, care este făcută pentru lemn, dar merge

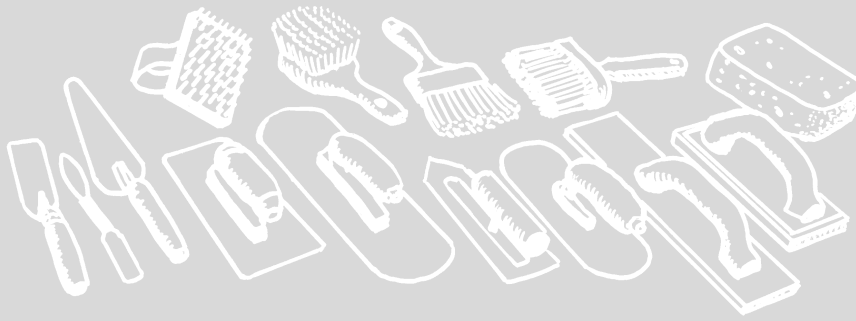
la fel de bine și pe suprafețele de pământ. Aceasta se numește Finisaj pentru podele din rășină naturală și este făcută de Bio-Shield Paints. Două sau trei straturi din acest finisaj vor crea o suprafață îndeajuns de tare pentru a fi spălată și chiar ceruită. Două straturi au rezistat ani de zile pe podeaua noastră de pământ cu piatră de la Honey House, fără alte lucrări de mentenanță.

În ceea ce privește aplicarea uleiului sau a unei combinații de solvent/ulei, permiteți ca fiecare strat să se usuce complet înainte de a continua cu straturi succesive. Acest lucru poate dura cel puțin 24 de ore per strat, dacă vremea este uscată și caldă, și până la 48 de ore între straturi, dacă vremea este rece sau umedă. Este mai bine să așteptați mai mult pentru a vă asigura că stratul precedent este complet uscat înainte de a trece la următorul. Pentru cele mai bune rezultate, acest strat de finisaj tare trebuie aplicat cu pensula, în toate direcțiile și în strat subțire. Acest grund merge la fel de bine pe pământ, piatră și lemn. Deși este destul de scump, compatibilitatea sa, ușurința cu care se prelucrează și rezultatul final frumos merită cheltuiala.

O podea de pământ construită și finisată corect este neîntrecută în frumusețe și

confort. Începeți cu proiecte mici și treceți gradat la proiecte mai mari. Când cineva observă cât de frumoasă și practică este podeaua voastră de pământ, timpul de lucru pare ne semnificativ. Materialele pentru construirea unei podele de pământ sunt de obicei disponibile la locul construcției și ușor de procurat, cu puțin efort din partea voastră. Eforturile vor fi răsplătite de experiența de a fi creat ceva frumos, cu propriile voastre mâini, ceva ce este și confortabil, și blând cu mediul înconjurător.





## CAPITOLUL 17

### Proiectarea pentru climatul propriu

Controlul climatului interior natural al unei clădiri este o artă și în același timp o știință, ce se bazează pe o varietate de considerații de proiectare. Ceea ce oferim noi sunt exemple de bază, comune, care sunt simple, cer puține

mijloace tehnologice și au un preț accesibil. Noi sugerăm efectuarea unui curs de permacultură pentru orientarea și amplasarea unei locuințe în zona voastră.

*17.1: Umbra reprezintă o prioritate în zonele fierbinți, însorite, și extinde spațiul de locuit în afară.*



Cartea *Alternative Construction*, de Lynne Elizabeth și Cassandra Adams, oferă scenarii pentru șase zone cu climat diferit și menționează ce combinații hibride de materiale și izolații se potrivesc fiecărui climat. Un expert poate personaliza proporția adecvată de izolare relativă la masă, dar prin observarea naturii și locuințelor concepute de către populația indigenă, ne putem da seama de caracteristicile de proiectare pe care le-am considera confortabile.

Să vedem strategiile de proiectare pentru răcirea, încălzirea și menținerea uscată a unei case din saci de pământ, care pot fi adaptate pentru mai multe tipuri de climat.

## Strategii pentru răcire

### Masa pereților

În deșert, unde răcoarea este o prioritate, pereții groși de pământ reușesc în mod excelent să mențină o temperatură interioară plăcută. Cuvântul cheie aici este gros. Temperaturile exterioare penetrează un perete de pământ până la o adâncime de 30 cm, înaintea momentului în care temperatura

exterioară este împrăștiată. Când vă bazați doar pe materialul din care este făcut peretele pentru a modera temperatura internă, luați în considerare folosirea sacilor mai mari, de 45-50 cm, de 45 kg, sau două rânduri de saci continui, de 30 cm, așezați unul lângă altul etc.



*17.2: Pereții dați cu var alb reflectă intensitatea soarelui în zonele cu climat însorit.*

### Reglarea zilnică a temperaturii

Vara, în mijlocul deșertului, unde zilele sunt fierbinți și nopțile sunt reci, deschidem toate ferestrele și ușile înainte de culcare, pentru a primi în casă aerul răcoros. Dimineața baricadăm din nou casa. Aerul răcoros captat de masa internă este eliberat încet în spațiul

de locuit pe parcursul zilei. Seara, căldura zilei ne prinde din urmă. În curând, aerul de afară începe să se răcească din nou și îl lăsăm să intre în casă. Acesta este un exemplu simplificat al unui efect de inerție termică de 24 de ore.

## Umbră

Streșinile lungi protejează pereții de soarele direct. Verandele de jur-împrejur, zăbrelele, plantele agățătoare și copacii ajută la împiedicarea supraîncălzirii pereților (Fig. 17.1).

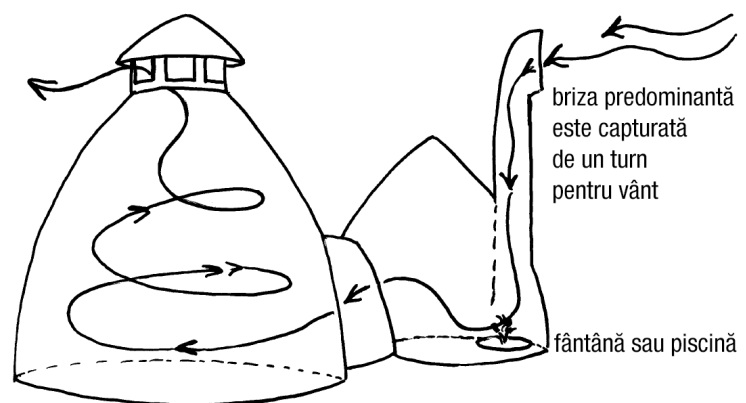
## Culoarea exterioară

Culoarea exterioară a pereților (sau a acoperișului unui dom) afectează în mod semnificativ temperatura de suprafață a unei clădiri. Cu cât culoarea este mai închisă, cu atât se absoarbe mai multă căldură, în timp ce o culoare mai deschisă reflectă căldura. O suprafață văruită cu alb reflectă până la 70 de procente din radiația solară. Iată de ce oamenii văruiesc în fiecare an, în multe din

țările mediteraneene scăldate în soare, cum sunt sudul Italiei și Grecia (Fig. 17.2).

## Ventilația

În Orientul Mijlociu, structurile înalte ca niște coșuri de fum, numite captatoare sau linguri de vânt, se folosesc pentru a capta briza predominantă și a o transporta în jos, până la spațiul de locuit, trecând deseori printr-o mică fântână sau piscină pentru a umidifica aerul (Fig. 17.3).

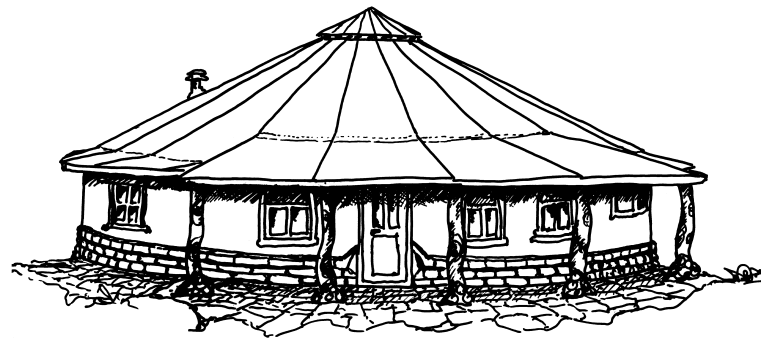


17.3: Captatoare de vânt.

## STRATEGII PENTRU A MENȚINE RĂCOAREA

Printre strategiile pentru menținerea aerului răcoros se includ:

- Grosime suficientă a pereților
- Umbrirea pereților: verandele mari și marchizele
- Verdeța: copaci, zăbrele, plante agățătoare
- Acoperiș natural sau izolat foarte gros
- Ventilație: captatoare de vânt
- Culori deschise pentru pereții exteriori și pentru acoperiș
- Reglajul zilnic al temperaturii
- Structuri subterane, îngropate sau săpate
- Izolație exterioară
- Jaluzele



*17.4: Streșinile lungi, marchizele și soclurile înalte mențin o casă cu saci de pământ uscată și sănătoasă.*

Captatoarele eoliene sunt sistemele originale de răcire pasivă, care au funcționat timp de secole - înainte de introducerea răcitoarelor prin evaporare mecanizate și a aerului condiționat.

## Acoperișuri vii

Dacă este suficientă apă disponibilă, acoperișurile vii sunt unele dintre cele mai bune învelitori pentru acoperișuri, pentru a păstra răcoarea pe suprafața cea mai expusă a unei clădiri. Ierburi înalte, succulente, sau plante de cactus oferă umbră și umiditate deasupra capului.



## STRATEGII PENTRU A MENȚINE USCĂCIUNEA

- Streșini mari
- Socluri înalte

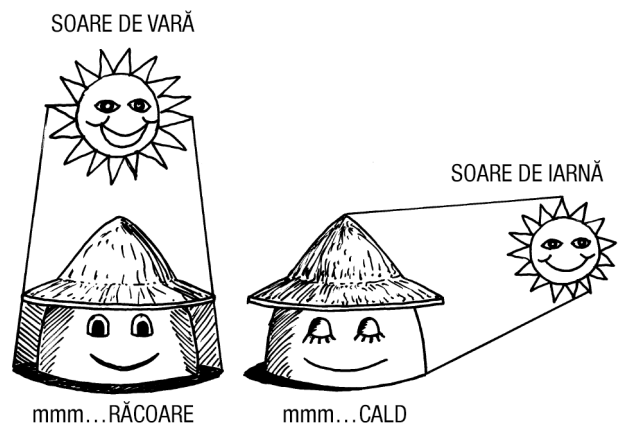
*“O pălărie bună și cizme înalte mențin casa  
cu saci de pământ uscată și sănătoasă”*

**DI. Natural**

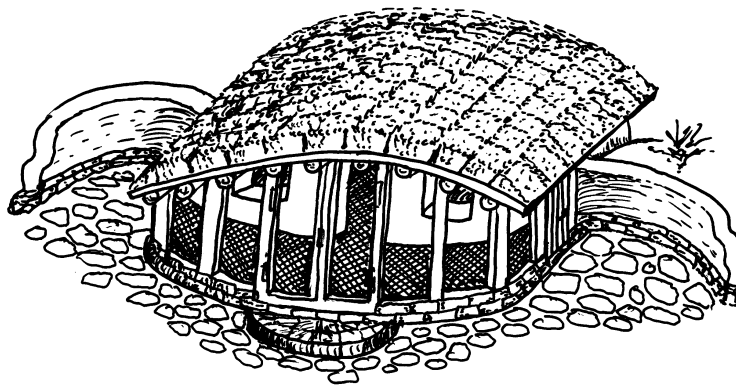
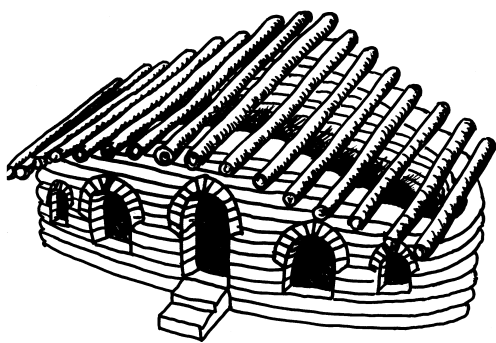
## Încălzirea solară pasivă

Arhitectura tradițională cu pământ limitează invazia directă a soarelui, prin deschideri mari de geam, din mai multe motive. Mai întâi, construcțiile cu pământ se bazează pe suficientă masă pentru a oferi stabilitate. Ferestrele mari înseamnă mai puțină masă pentru pereți. În al doilea rând, sticla este o invenție relativ recentă, în comparație cu miile de ani de când există arhitectura cu pământ. Pereții de pământ se comportă ca un tampon în fața asaltului soarelui de vară și ca un burete pentru căldura exterioară, care absoarbe soarele iarna (Fig. 17.5).

Pentru a beneficia de proiectarea modernă a caselor solare pasive, în timp ce folosiți cel mai bine masa unei structuri de pământ, adăugați o cameră solară de jur-împrejur sau o seră construită din cadre de lemn, care poate conține multă sticlă — decât să riscați și să compromiteți un perete de pământ cu o serie de ferestre mari. Soarele care va intra în camera de sticlă va încălzi pereții de pământ, care se vor comporta ca un depozit de căldură. Mai târziu pe parcursul zilei, pe măsură ce soarele se retrage, căldura este radiată încet înapoi în spațiul de locuit. Climatele reci, însorite, sunt primele zone pentru această strategie. Climatele reci, înnorate, vor avea nevoie să își suplimenteze încălzirea cu sisteme auxiliare, cum ar fi sobele cu lemne, încălzirea prin pardoseală, centrale pe gaz etc (Fig. 17.6a și b).



17.5: Unghiul de expunere pentru soarele de vară și cel de iarnă.



*17.6a și b: Cabană cu saci de pământ îngropată, de formă ovală, boltită, cu grinzi stil viga, cu o cameră solară de jur-împrejur și cu un acoperiș natural din baloți de paie.*

O cameră solară închisă creează un tampon față de mediul înconjurător. Aceasta este ușor de reglat, prin închiderea ei față de restul casei, sau prin aerisirea sa când vremea este mai caldă. Jaluzelele izolate pentru ferestre mențin căldura înăuntru pe timpul nopții. Este mult mai ușor de reglat căldura generată într-o cameră solară atașată decât într-o casă întregă construită cu mult geam spre sud.

## Strategii de izolare pentru pereții cu saci de pământ

Izolația exterioară ajută la folosirea mai eficientă a masei din saci de pământ, prin crearea unui tampon de aer ca rezistență pentru schimbările extreme ale temperaturilor exterioare. Aici vă oferim câteva tehnici pentru atașarea diferitelor materiale izolatoare la pereții din saci de pământ, de la valori minime ale rezistenței la transfer termic (R) pentru climate moderat de reci și până la mega-izolații pentru iernile lungi și geroase.

## Spumă poliuretanică rigidă

Spuma rigidă poate fi introdusă într-un pământ compresat de bună calitate. Ceea ce nu ne convine nouă la spuma rigidă este, în primul rând, că este spumă și, în al doilea rând, nu respiră. Pentru aplicarea sub nivelul solului nu ne așteptăm ca pereții să respire, dar pentru deasupra este o prostie să construim acești frumoși pereți naturali de pământ și să îi sufocăm apoi în plastic. Dacă spuma rigidă pare ceva esențial, luați în considerare introducerea ei prin sfredelire în găuri de 0,6 cm, la distanță de 15 cm în fiecare parte. Apoi atașați-o la structura cu saci de pământ folosind burghiuri lungi, care penetrează cu cel puțin 5 cm în umplutura de pământ (Fig. 17.7).

Plasa rabiț va trebui să fie pusă de asemenea peste spumă, pentru a oferi aderență pentru tencuială. Introducerea ei prin perforare în pereți are ca risc fracturarea pământului compactat, deci prea multă perforare dă peste cap principiile DPST.

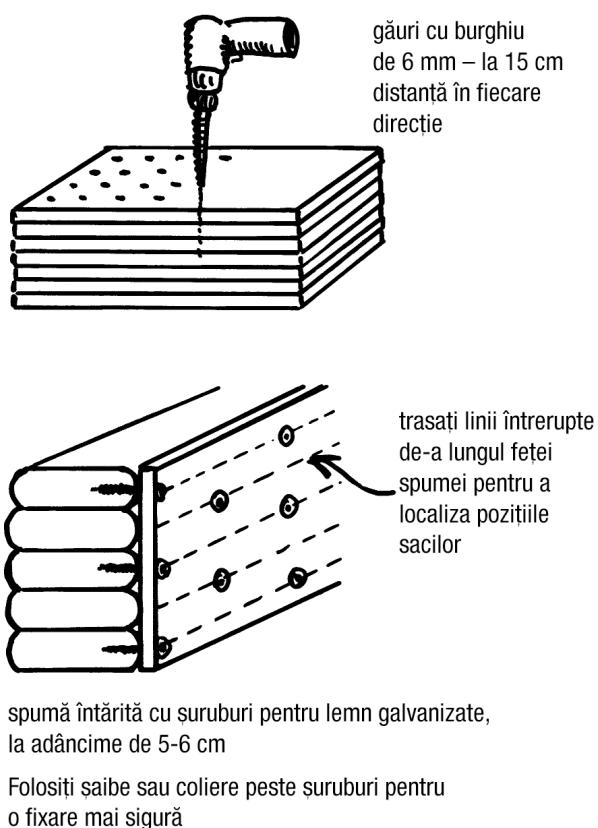
Probabil că există un carton izolator, care poate fi o versiune alternativă, naturală, care respiră, la spuma rigidă, dar de care nu știm noi — una care oferă izolație adecvată și este

îndeajuns de flexibilă pentru a contura sacii de pământ. Aveți vreo idee?

## Pulverizarea pastei de hârtie

O abordare alternativă este aplicarea prin pulverizare a pastei de hârtie, sau a pastei de hârtie stabilizată cu var, direct pe pereții exteriori. Deșeurile de hârtie din SUA dețin cel mai mare volum din totalul gropilor de gunoi. Biroul Utah State Job Service generează saci de gunoi imenși plini cu deșeuri de hârtie în fiecare zi! Iată un indiciu pentru gunoierii care nu au programe de reciclare în zonă: aruncați toate acele cataloage colorate și lucioase în betonieră cu niște lut și nisip și pulverizați compoziția pe pereți, cu o grosime de 5-7,5 cm. Izolați cu tencuială de var.

Unii pionieri susțin că ei obțin o valoare R de 3,5 per inch (2,5 cm) pe bloc de compoziție cu hârtie. Există mai mulți pionieri care experimentează în domeniul compoziției cu hârtie și a pastei de hârtie pentru chirpici, care produc blocuri, plăci și tencuieli izolatoare ușoare și rezistente.



17.7: Pregătirea și atașarea izolației cu spumă rigidă pe un perete din saci de pământ.

## Pereți din saci de pământ cu piatră ponce/zgură

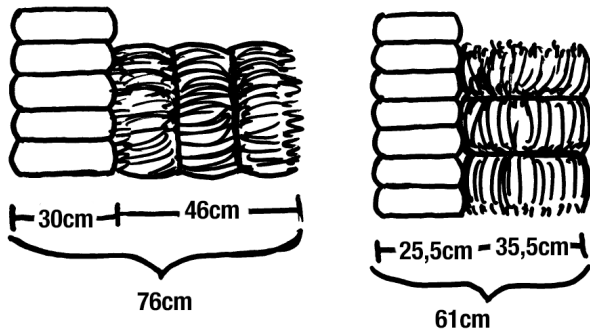
Dacă în zona în care locuiți este disponibilă piatra ponce sau zgura, construirea pereților cu 50 de procente din oricare dintre aceste materiale, în echilibru cu amestecul de pământ, poate conferi un grad de izolație. Noi am făcut saci de pământ compactat cu piatră ponce și saci cu amestec de pământ cu paie pentru chirpici, cu piatră ponce, la un raport

de 50:50 de liant/piatră ponce (consultați secțiunea "Fundații/socluri din saci cu pământ izolați" din Capitolul 4). Acești saci puteau fi folosiți la fel de simplu pentru construcția întregului perete, pentru că sunt totuși solizi și rezistenți, dar cântăresc doar 27,2 kg fiecare în comparație cu sacii obișnuiți de 41-45 kg.

Mega-masa întâlnește mega-izolația: peretele hibrid din saci de pământ/baloți de paie. Baloții de paie oferă excelente valori R: 35-45, în funcție de dimensiune, compactare și persoana pe care o întrebați. De asemenea, sunt ușor de atașat unui perete de saci de pământ. În continuare avem câteva exemple ilustrate de configurații cu baloți de paie și saci de pământ. (Fig. 17.9).

Dacă luăm în considerare pereți groși de 0,6-0,9 m, care sunt ceva obișnuit pentru structurile tradiționale de pământ din toată lumea, adăugarea baloților de paie în exteriorul unui perete din saci cu pământ ar părea ceva sensibil. Putem să profităm de beneficiile masei de pământ (valoarea U) și ale izolației cu baloți de paie (valoarea R), pentru a construi o casă unde nu va fi nevoie de efort pentru a o încălzi sau pentru a o răci, folosind împreună două sisteme cu tehnologie puțină (Fig. 17.10).

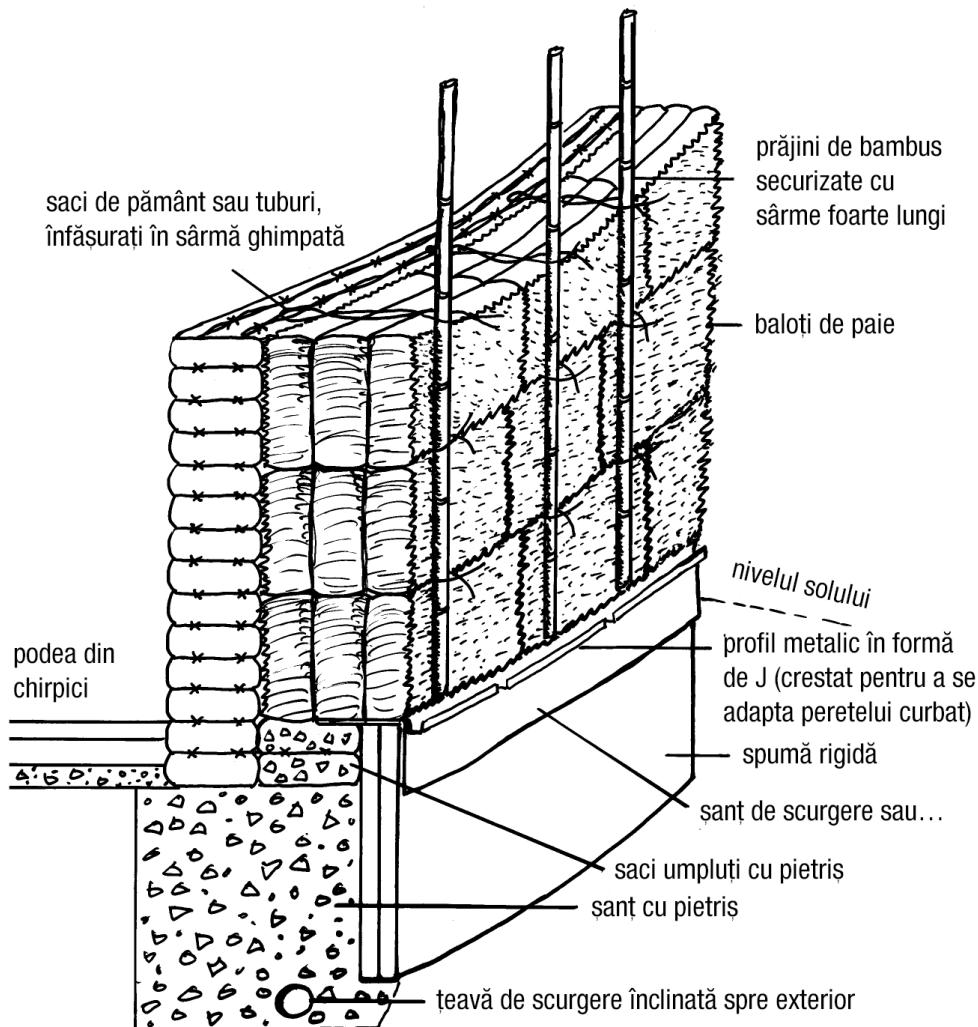
## Pereți interiori din saci de pământ cu pereți exteriori din baloți de paie



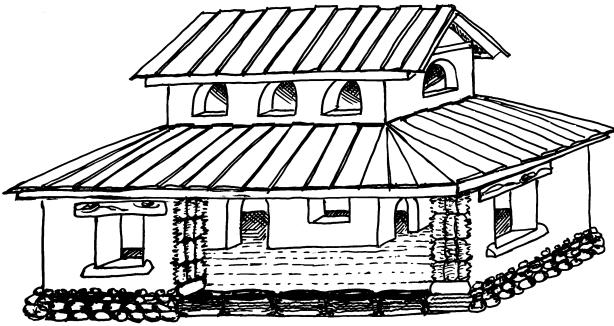
17.9: Configurații alternative pentru saci de pământ și baloți de paie folosiți pentru a obține masă și izolație.

O altă versiune hibridă este de a împărți masa și izolația prin folosirea pereților din saci cu pământ ca pereți interiori și a baloților de paie ca pereți exteriori, izolați, care se comportă ca un tampon (Fig. 17.11a și b).

17.10: Perete din saci cu pământ înfășurat cu baloți de paie.



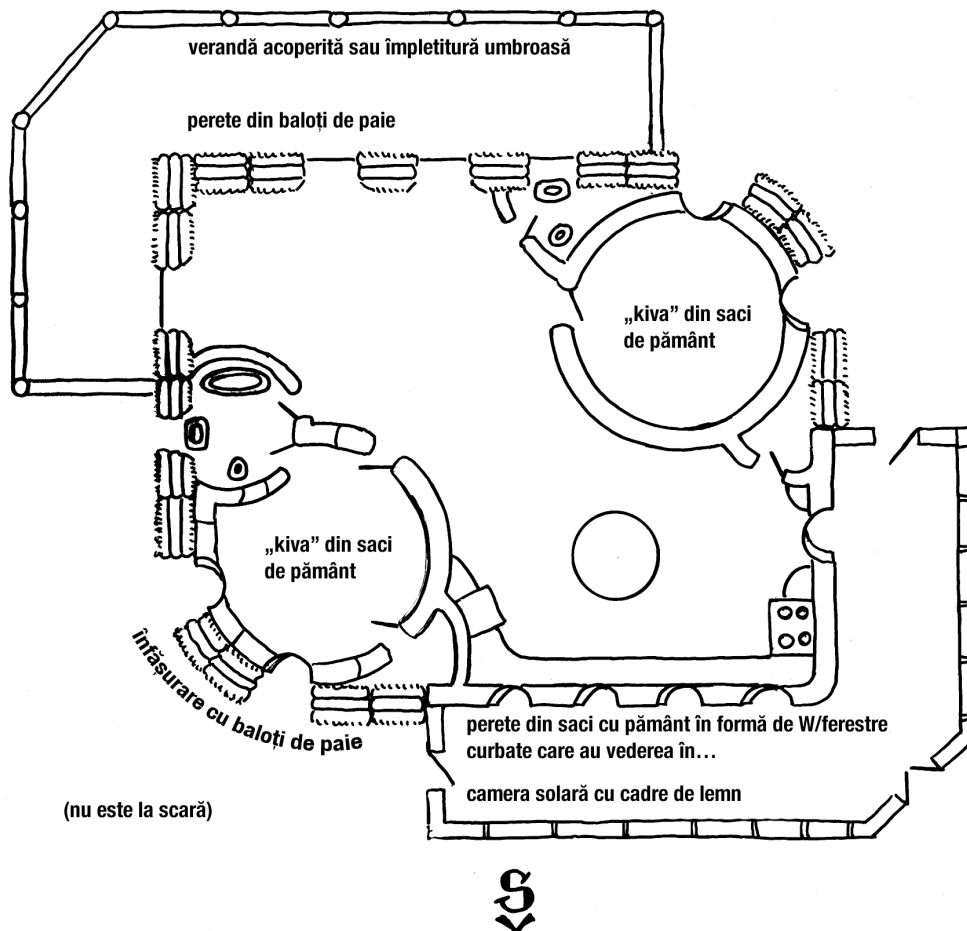
## Pereți din baloți de paie cu fundație din saci de pământ

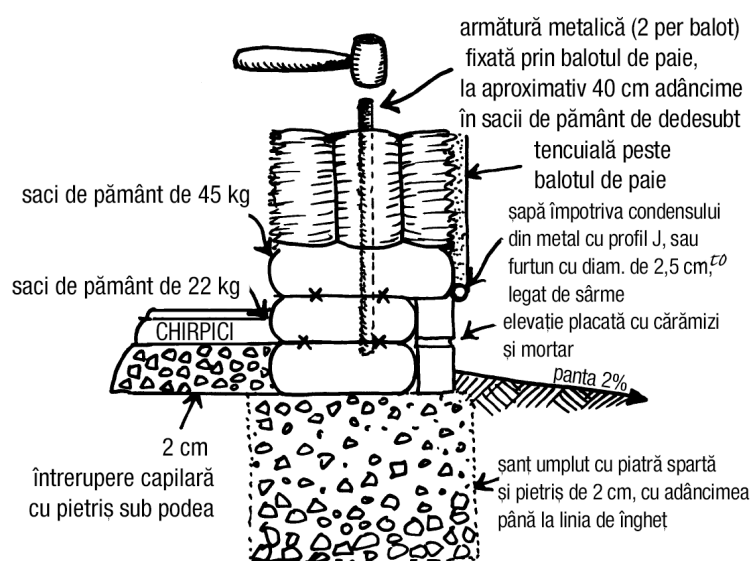


17.11a: Structură interioară din saci cu pământ cu un etaj și jumătate, închisă cu pereți exteriori izolați din baloți de paie.

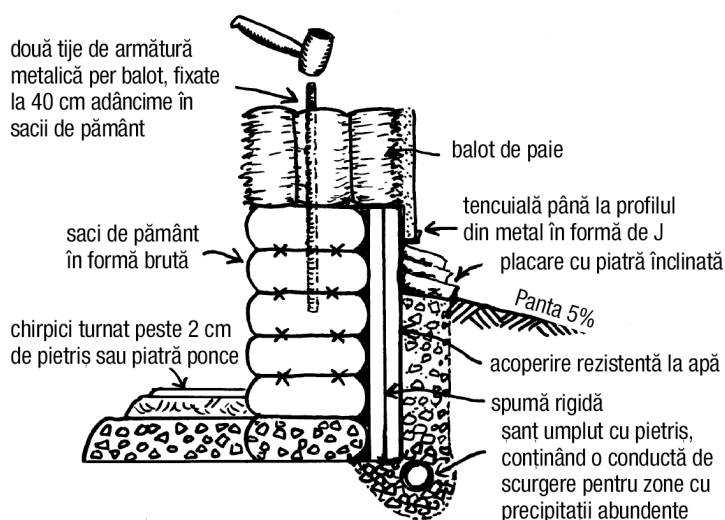
Sacii de pământ pot fi folosiți pentru construirea fundației pentru pereții din baloți de paie. Este necesară atenție în ce privește evitarea situației în care umezeala se infiltrează în baloți (Fig. 17.12 și 17.13).

17.11b: Acest desen ilustrează strategii de proiectare pentru folosirea mai multor materiale; saci de pământ ca pereți interiori pentru absorbția căldurii de la o cameră solară atașată și baloți de paie ca pereți exteriori izolați.





17.12: Fundație la nivelul solului din saci cu pământ, pentru pereți din baloți de paie care nu sunt de rezistență.



17.13: Fundație din saci cu pământ izolată sub nivelul solului pentru pereți din baloți de paie.

## Avantajele bordeiilor sau structurilor îngropate

Unul dintre marile avantaje ale folosirii sacilor cu pământ este dat de simplitatea,

costul scăzut și impactul blând asupra mediului al sistemului de ziduri construite sub pământ. Auzim deseori fanatici ai izolației care declară că arhitectura cu pământ este inadecvată pentru climatele reci din cauza lipsei de proprietăți izolatoare. Acest lucru este adevărat dacă veți construi o casă care stă pe un pământ expus din plin intemperiilor. Dar, la fel ca în cazul multor animale care hibernează, oamenii din zonele reci făceau același lucru: se ascundeau în pământ (Fig. 17.14). Prin îngroparea în pământ, reducem temperaturile extreme la una moderată de 9°C-13°C (temperatura medie a pământului sub limita de îngheț). Folosirea

căldurii pământului înseamnă că putem folosi o cantitate minimă de izolație exterioară. Chiar și o structură cu baloți de paie și cadru de lemn poate profita de avantajele unui perete nordic îngropat sau de o construcție subterană cu saci de pământ în loc de beton. Pământul înconjurător se comportă ca regulator natural de temperatură atât

pentru climatele reci, cât și pentru cele calde. David Pearson, în *The Natural House Book*, explică: "Solul, în funcție de adâncime și caracteristicile termice, încetinește trecerea căldurii înmagazinate sau pierdute, până la un nivel la care căldura înmagazinată în timpul verii va ajunge în casă la începutul iernii, iar efectele de răcire a solului din anotimpul de iarnă nu vor ajunge în casă decât la începutul verii."

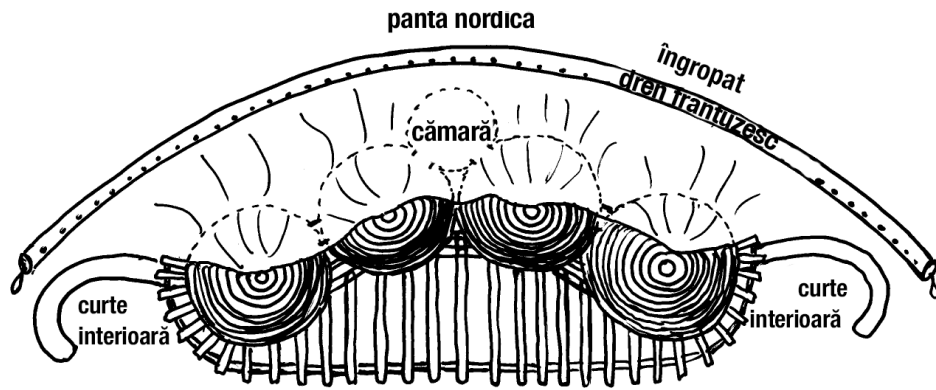
O structură subterană/îngropată înseamnă o suprafață mai mică a unui perete exterior ce trebuie finisată și oferă acces ușor la acoperiș. Profilul mai scund se integrează mai frumos în peisaj și orice lucrare de excavare furnizează material de construcție pentru o parte sau pentru toate zidurile din saci cu pământ, pentru tencuială sau pentru pietre artificiale. Casele cu saci de pământ corect ventilate excelează în ceea ce privește locuitul în subteran, datorită integrității lor structurale, precum și în ceea ce privește depozitarea alimentelor, datorită temperaturilor potrivite. Când coborâm în locuința noastră Honey House, există o tăcere cu un aer de puternică încredere. Bineînțeles, oamenii sunt atrași de diferite spații de locuit. Tot ce dorim să spunem este că arhitectura cu pământ și îndeosebi

cea cu saci de pământ, poate fi adaptată la un climat rece, dacă se va da atenția cuvenită detaliilor și proiectării (Fig. 17.15).

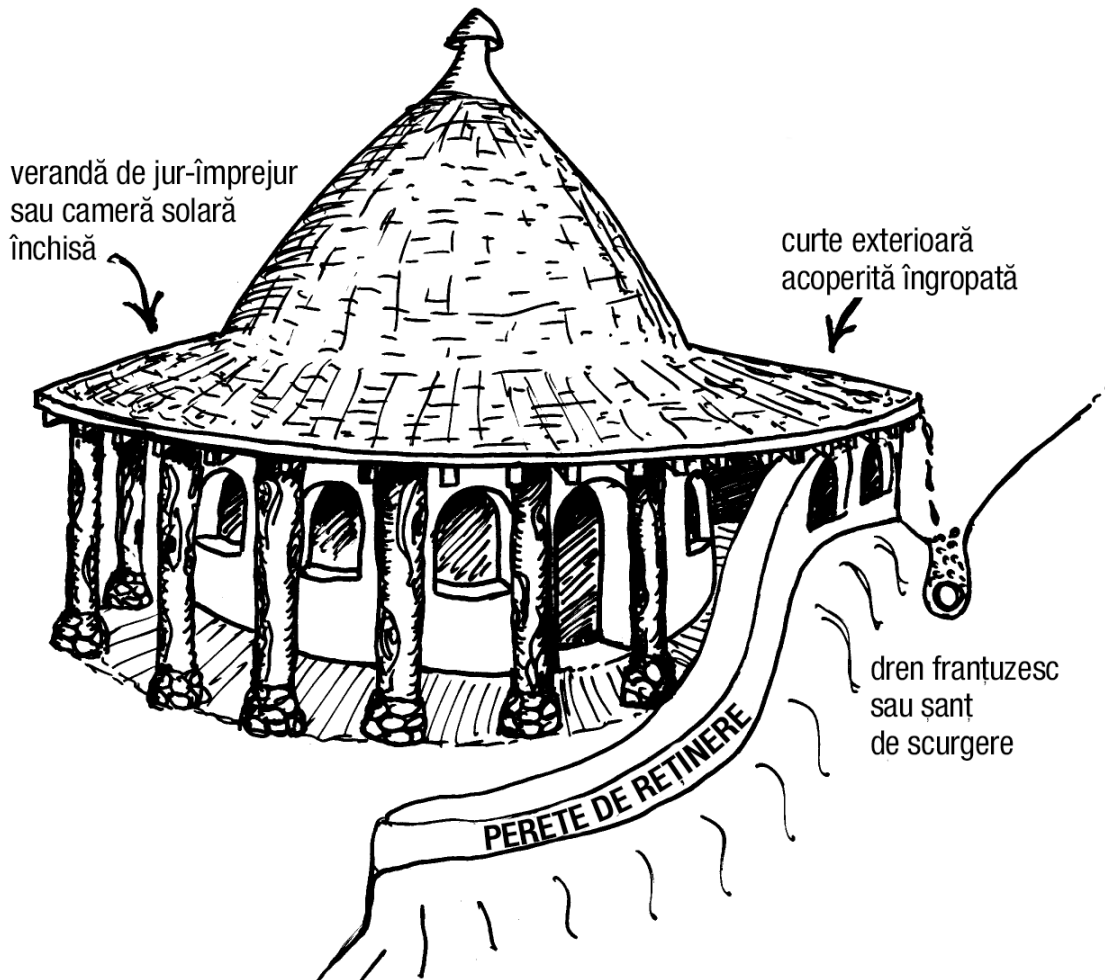
## STRATEGII PENTRU MENȚINEREA CĂLDURII

- Expunere amplă către sud
- Izolație exterioară amplă
- Acoperiș super-izolat
- Seră sau cameră solară atașată
- Suprafețe închise la culoare pentru podeaua din camera solară
- Jaluzele izolate
- Lungime adecvată a streșinilor pentru lărgime
- Suprafețe închise la culoare pentru pereții exteriori
- Sistem auxiliar de încălzire eficient
- Mulți membri ai familiei și mulți prieteni
- Animale mari
- Nivelul podelei îngropat sau în subteran





17.4: Patru bordeie interconectate, cu camere în formă de dom îngropate, flancate de pereți de reținere — partea dinspre sud închisă cu o cameră solară atașată pentru climatele reci, sau folosită ca verandă închisă sau marchiză în climatele calde.



17.5: Casă cu saci de pământ afundată, cu verandă de jur-împrejur.

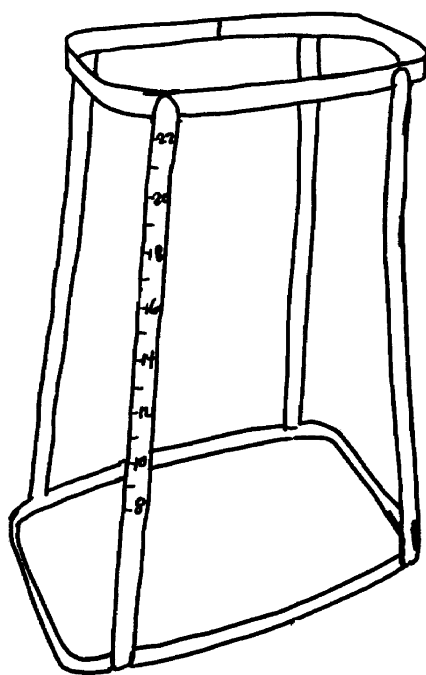


# ANEXĂ A

## Construiți propriile voastre unelte

### Stative pentru saci

Calul de bătaie este un stativ rigid din metal construit special pentru fiecare tip de sac (Fig. A.1). O metodă simplă prin care se pot determina dimensiunile acestui stativ este următoarea:



A.1

*Inelul de sus al stativului = mai îngust cu 2,5 cm decât circumferința sacului.*

*Inelul de la bază = o dată și jumătate circumferința sacului.*

*Înălțimea stativului = cu 15 cm mai mică decât înălțimea sacului de 25 kg gol sau cu 23 cm mai mică decât înălțimea sacului de 50 kg gol.*

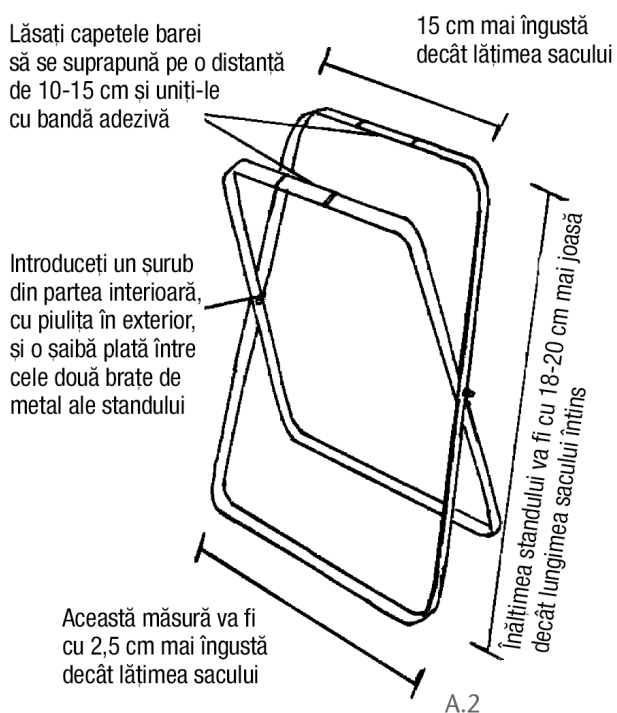
*Pentru a afla circumferința unui sac, măsurați lățimea unui sac gol, întins, și înmulțiți cu 2.*

### Preferatul nostru: Stativul pliant

Acesta este un tip de stativ fără suduri. Poate fi împachetat foarte ușor într-o valiză! (Fig. A.2).

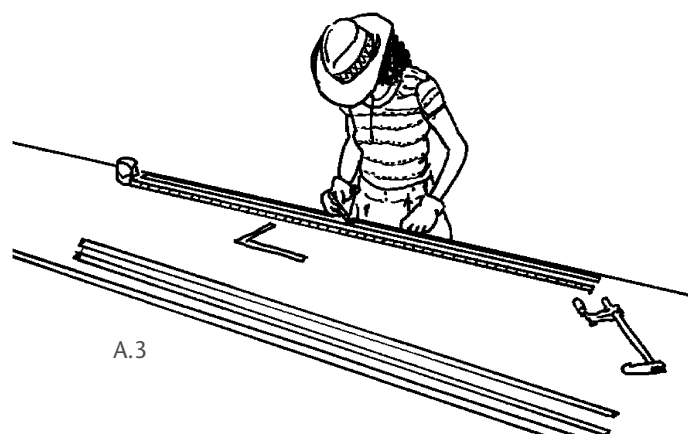
Aceste instrucțiuni sunt pentru un sac standard de 25 kg, care are aproximativ 42,5 cm în lățime/70 cm în lungime. Tăiați două

bucăți de platbandă de 3 mm grosime și 1,25 cm (sau 1,75 cm) lățime, în lungime de 2 m. Îndoțiți la dimensiunile dorite începând cu partea de jos. Potrivți perfect un cerc în interiorul celuilalt. Suprapuneți îmbinările și lipiți-le cu bandă adezivă. Găuriți partea pivotantă la 2,5 cm deasupra mijlocului. Strângeți bine astfel încât să existe destulă frecare pentru a rămâne în poziție verticală, fără colaps.

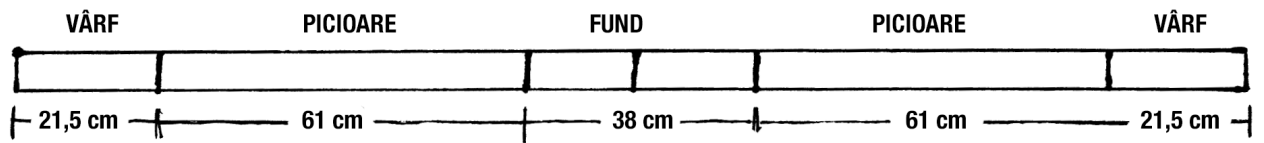


## Cum să realizați propriul stativ pliant

Tăiați o bucată de 1,25 cm sau 1,875 cm lățime pe 0,3 cm grosime de platbandă, la lungimea potrivită sacilor pe care-i veți folosi. (Când măsurați lățimea sacului asigurați-vă că acesta este depliat complet). De exemplu, pentru un sac de 42,5 cm lățime pe 75 cm lungime, tăiați două bucăți de platbandă de aproximativ 2 m lungime fiecare. Marcați centrul metalului (Fig. A.3).

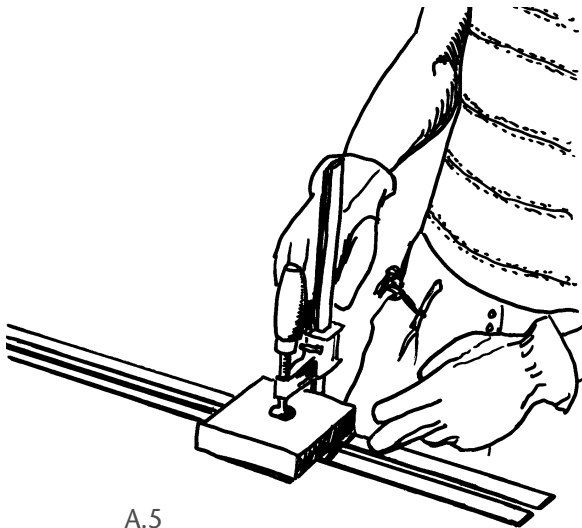


Măsurați lățimea în partea de jos a standului, pornind de la punctul central anterior însemnat și marcați-o. Apoi măsurați lungimea picioarelor pornind de la însemnările care marcau lățimea la bază. Marcați și aceste două puncte. Restul de 20 cm rămași în final va deveni partea de sus a standului, incluzând aproximativ 7,5 cm la fiecare capăt pentru suprapunere (Fig. A.4).



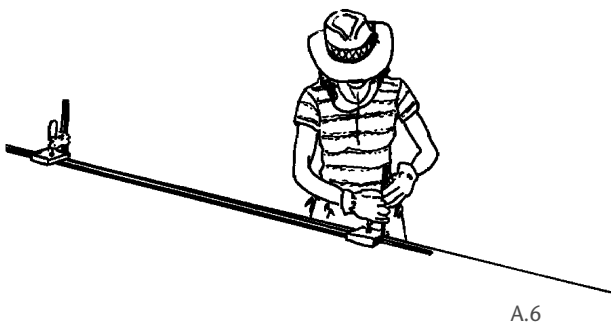
A.4

Prindeți banda de metal la interiorul semnelor dinspre capete (Fig. A.5).



A.5

Îndoți fiecare capăt la un unghi de 90 de grade (Fig. A.6).



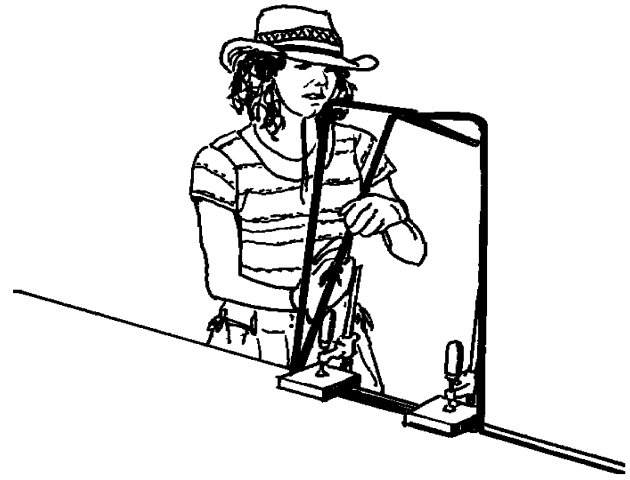
A.6

Acum fixați-o lângă următorul semn înspre interiorul benzii și îndoțiți la un unghi de 90 de grade (Fig. A.7).



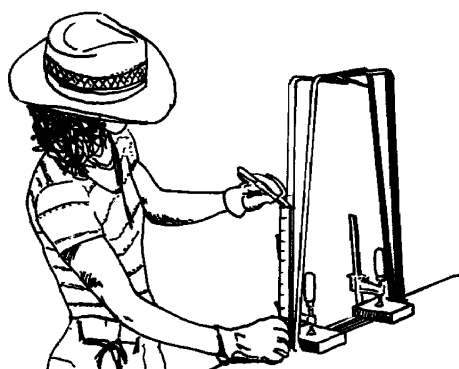
A.7

Faceți aceeași operație pe ambele părți (Fig. A.8).

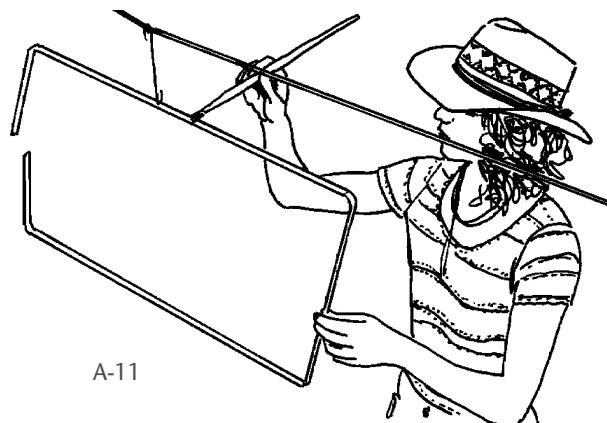


A-8

Pentru a găsi punctul pivotant, măsurați de la baza piciorului jumătate din înălțime și adăugați 5-7,5 cm. Marcați punctul. Aceasta se face pentru a vă asigura că partea de jos a standului operativ are deschiderea mai mare decât partea de sus (Fig. A.9).



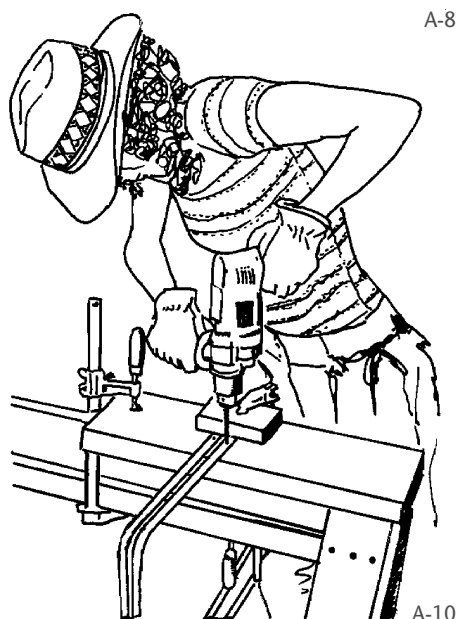
A-9



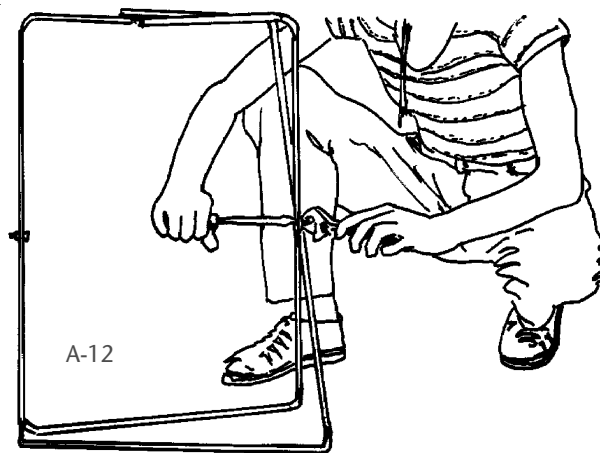
A-11

Găuriți în acest punct cu un burghiu potrivit diametrului unui șurub #10 (5 mm) de 1,875 cm lungime cu capul crestat pentru 1,25 cm lățime de metal și/sau un șurub mai larg cu cap hexagonal de 1,875 cm grosime de metal (Fig. A.10).

Introduceți un cadru de metal în interiorul celuilalt. Uniți cele două cadre și găuriți în punctul de pivot, după care introduceți șurubul prin cadre și prin șaiba despărțitoare dintre ele. Asigurați șurubul cu o piuliță cu bucă de plastic și strângeți bine cu o cheie potrivită (Fig. A.12).



A-8



A-12

Vopsiți metalul pentru a-l feri de rugină (Fig. A.11).

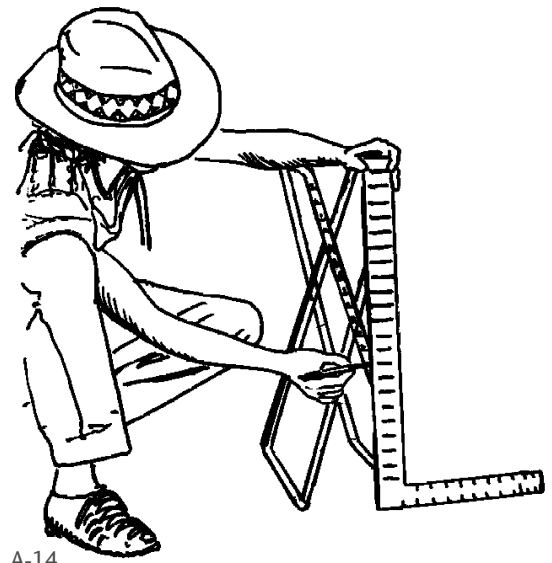
Pentru a regla lățimea superioară a standului, suprapuneți capetele platbandei până când lățimea este cu aproximativ 15-20 cm mai îngustă decât lățimea sacului. Cu cât este

mai îngust în partea de sus, cu atât mai mare va fi deschiderea gurii sacului. Asigurați părțile suprapuse cu bandă adezivă, creând o deschidere pe care o cutie #10 o poate umple ușor (o deschidere de 17,5-20 cm este de obicei ideală) (Fig. A.13).



A-13

Pentru a vă face munca mai ușoară în timpul construcției propriu-zise, însemnați picioarele stativului din 2,5 în 2,5 cm, folosindu-vă de un echer paralel cu picioarele stativului. (Fig. A.14).



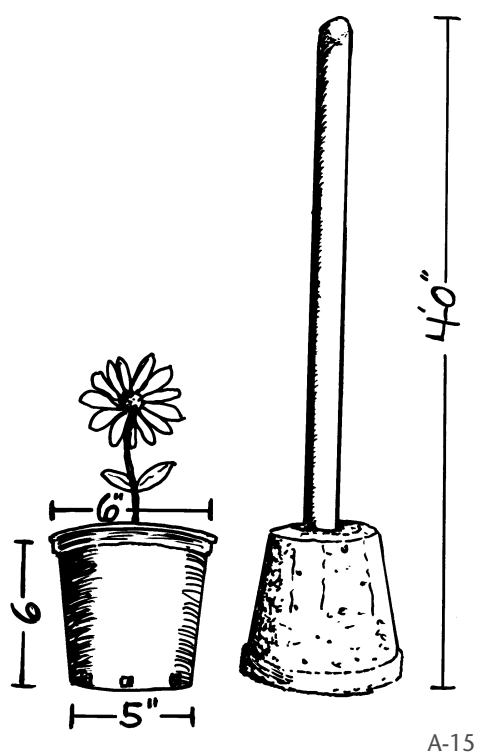
A-14

## Maiuri artisanale din beton

### Maiuri întregi

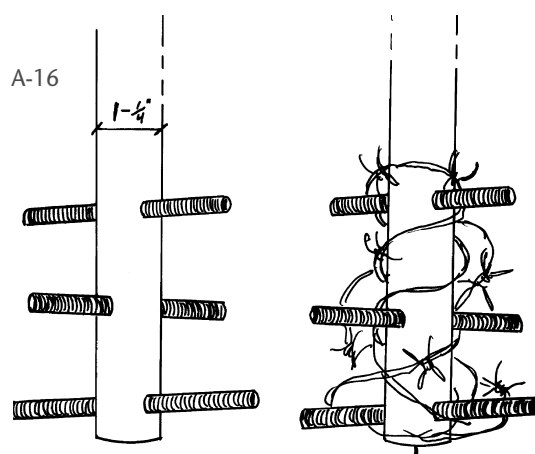
Un ghiveci pentru plante din plastic, cu diametrul de 15 cm, umplut cu 15 cm de beton este un cofraj destul de bun pentru un mai care cântărește aproximativ 6 kg. Acesta este un compactor destul de confortabil.

Tăiați fundul ghiveciului și întoarceți-l invers. Un mâner de greblă sau o bucată de lemn de esență tare, cu diametrul de 3,25 cm, lung de 2,5 m, poate fi un mâner destul de rezistent pentru bătător (Fig. A.15).



A-15

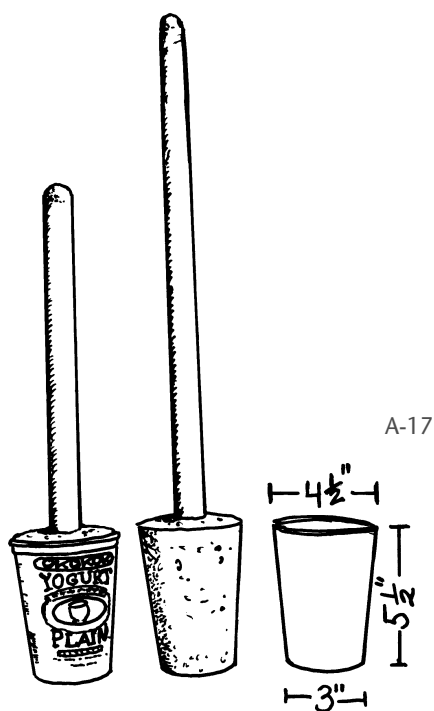
Începând de la 1,25 cm de la fundul ghiveciului, găuriți trei găuri cu diametrul de 0,6 cm la unghiuri diferite, la distanță de aproximativ 3,75 cm una de cealaltă. Introduceți în aceste orificii trei bare de armătură de fier cu grosimea de 0,6 cm. Asigurați-vă să tăiați tijele de oțel suficient de scurte pentru a se potrivi în interiorul formei conice a ghiveciului, fără a atinge părțile laterale ale acestuia. Încolăciți niște sârmă ghimpată în jurul acestor bare de fier pentru a adăuga un pic de rezistență la rupere pentru beton. Strecurați ghiveciul inversat prin partea superioară a mânerului astfel pregătit (Fig. A.16).



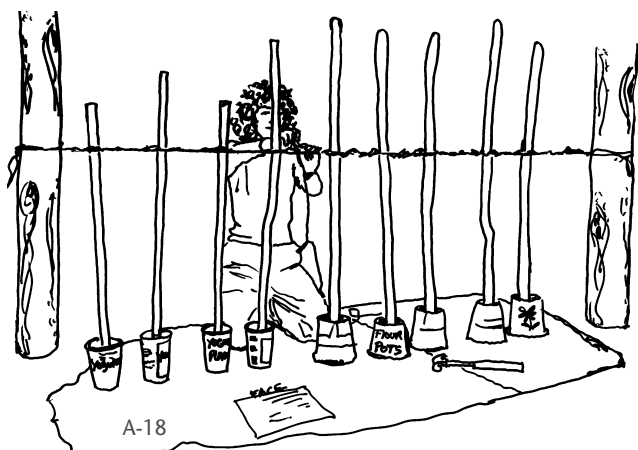
## Maiuri de sfert

Acestea se confecționează la fel ca maiul întreg, realizat din ghiveci, cu trei bare de oțel și sârmă ghimpată. Folosiți o cutie de sfert de iaurt (0,94 litri) sau orice altă cutie de plastic de sfert care are o formă frumoasă conică. Deoarece pentru forma maiului de sfert se folosește partea de sus, puteți lăsa fundul intact. Mânerul variază și el, potrivit cu utilizarea maiului. Un mâner de 1,2 m pentru îndesarea sacilor pentru cheia de boltă și o înălțime de un stat de om pentru compactarea sacilor bătuciți va fi suficient (Fig. A.17).



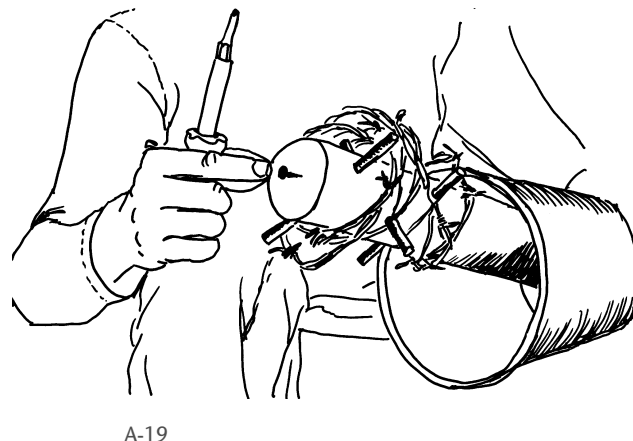


Suspendați mânerele cu o sfoară întinsă (Fig. A.18).



Mânerele trebuie suspendate aproximativ 1,25 cm de pământ sau de fundul găleții, fie prin suspendare, fie prin înșurubarea unui holzșurub la baza mânerului. Aceasta va

permite betonului să umple spațiul de la baza bătătorului (Fig. A.19).



Preparați un amestec de o parte ciment la două părți de nisip spălat pentru beton, rigid dar nu uscat. Turnați amestecul în cofraje, agitându-le și împungând betonul cu un băț pentru a vă asigura că eliminați toate bulele de aer. Baterea exteriorului formelor vă va asigura că ați eliminat aerul din interior.

Umpleți formele până la aproximativ 15 cm. Așezați o greutate în partea superioară a cofrajelor pentru a preveni țâșnirea betonului prin partea de jos.

Un amestec dens va sta bine în forme. Lăsați-l să stea o zi. Deșurubați holzșurubul de la bază. Tratați betonul cu câteva udări repetate vreme de câteva zile. O săptămână de tratament vă asigură că a făcut o priză bună (Fig. A.20).



A-20

## Forme pentru uși și ferestre

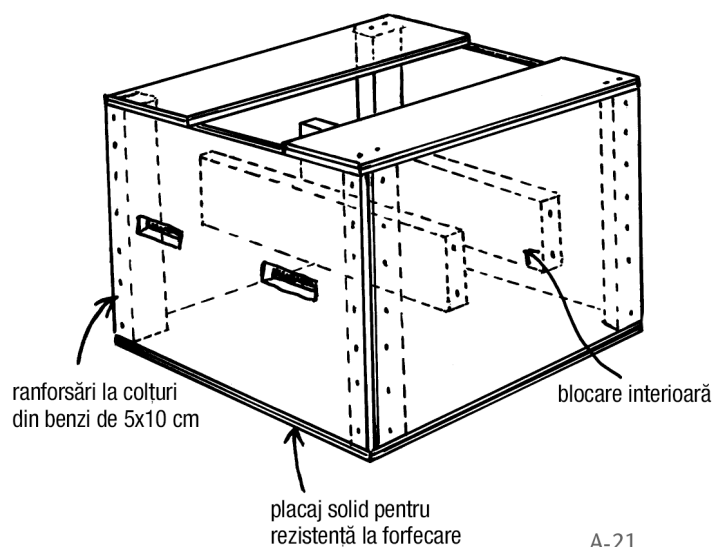
Acestea sunt zonele din construcția caselor din pământ care folosesc cel mai mult lemn. Partea bună este că aceste forme pot fi refolosite, închiriate, împrumutate sau folosite la mobilier sau la stelaje. Aceste cofraje trebuie proiectate mai late decât grosimea peretelui din saci cu pământ, pentru a preveni ca sacii să le înconjoare pe parcursul construcției. Realizați aceste forme destul de mari, cu o oarecare toleranță, pentru a permite o încadrare brută a tocurilor ușilor și ferestrelor.

## Cofraje din placaj

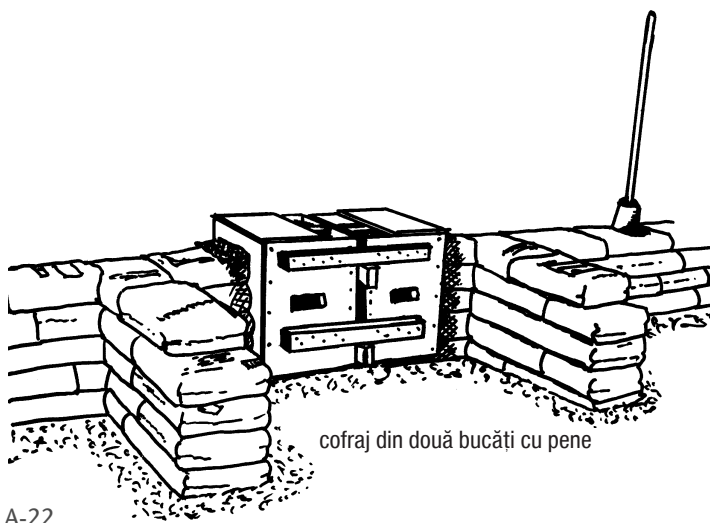
Folosirea riglelor de 5/10 cm pentru ranforsarea colțurilor funcționează destul de bine, dar orice bucăți de lemn asemănătoare

ca dimensiuni merg la fel de bine. Instalați o foaie de placaj solidă la baza cutiei și 4 bucăți de placaj cu grosimea de 1,5 cm sau 1,875 cm, pe cele patru laturi ale cofrajului, pentru a realiza o formă îndeajuns de robustă. Partea superioară poate fi realizată din scânduri cu spațiu între ele. Asigurați blocarea adecvată a cofrajului pentru

a preveni distorsiunile laterale provocate de compresarea sacilor, prin ranforsarea acestuia în interior. Tăiați mânere în placaj pentru o demontare mai ușoară (Fig. A.21).



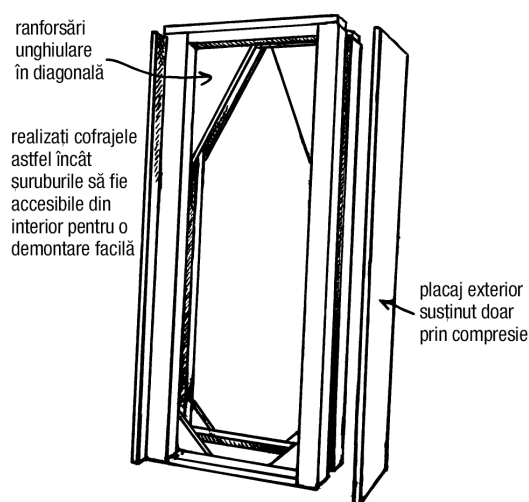
A-21



A-22

Un cofraj modular este construit din două jumătăți cu pene între ele pentru o demontare mai ușoară în cazul peretelui finit.

Construcția acestui cofraj se realizează la fel ca și la cel de mai sus (Fig. A.22). Construcțiile în dimensiuni egale pentru simplitate și re folosire. Pene de dimensiuni diferite pot fi folosite pentru realizarea unor goluri de diferite dimensiuni.



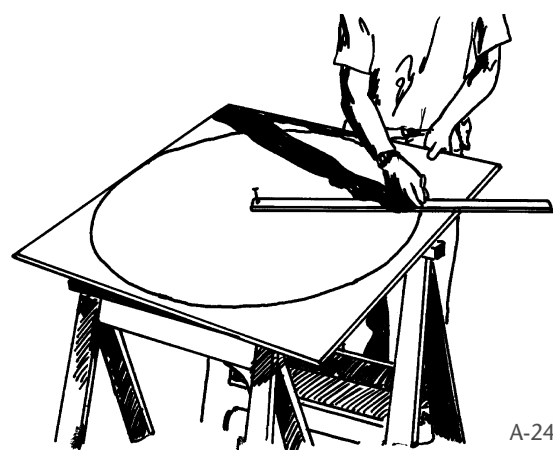
A-23

Un cofraj în mărime completă, stil intrare de mină, poate fi realizat folosind două perechi de stâlpi de 10/10 cm, unite sus și jos cu două perechi de rigle de 5/10 cm și legate pe laterale cu placaj. Acest tip de cofraj poate fi demontat când peretele ajunge la înălțimea tocului de ușă și transformat într-un buiandrug (Fig. A.23).

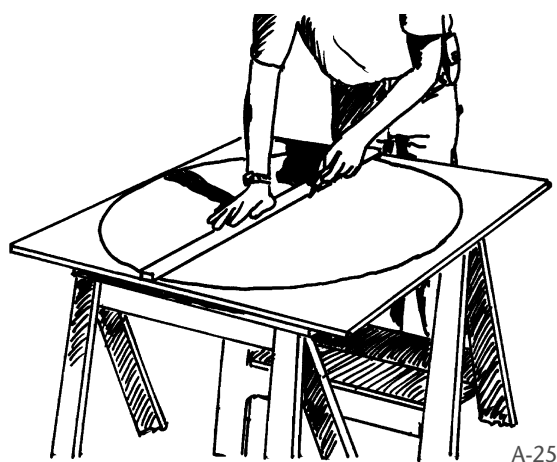
## Forme din placaj pentru arcade romane

Desenați un cerc pe un placaj, cu grosimea de 1,5 cm sau 1,875 cm.

Împărțiți-l în două (Fig. A.24 și A.25).



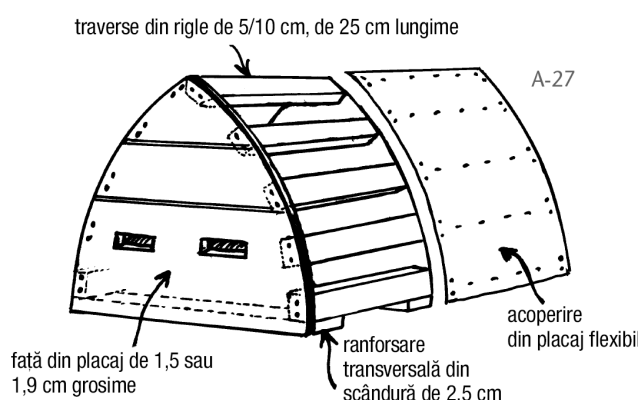
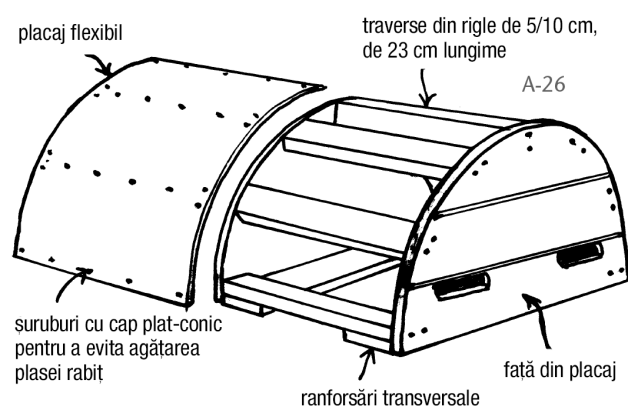
A-24



A-25

Aceste două semicercuri sunt părțile din față și din spate ale arcadei. Tăiați destule traverse de 5/10 cm ca să fie suficiente pentru a acoperi întreaga arcadă, lăsând între ele maximum 22,5 cm. Traversele de sus și de jos trebuie să fie așezate cu partea îngustă în afară. Restul traverselor, invers. Partea de jos poate fi făcută din placaj gros sau din scânduri.

Acoperiți partea de sus a arcelor cu placaj de 0,3 cm grosime sau cu orice alt substitut flexibil. Începeți să înșurubați din partea de sus a cofrajului și continuați înspre baza fiecărei nervuri. Înșurubați destul de adânc șuruburile ca să nu se agațe în plasa rabiț la demontare. Decupați găuri în cele două fețe ale arcelor pentru o manipulare ușoară (Fig. A.26).



## Forme din placaj pentru arcade gotice

Arcele gotice pot fi proiectate într-o varietate de stiluri. Forma lor este comună și diferența față de cele romane este că acestea au lateralele mai abrupte. Confectionarea unei forme din carton poate ajuta la realizarea fațadelor din placaj, mai ales dacă se dorește realizarea mai multor forme de același tip. Vedeți Capitolul 10 pentru instrucțiuni privind confectionarea unor arce în stil gotic

sau egiptean. În privința traverselor, urmați aceiași pași ca și la arcele romane. Stratul exterior care vine în contact cu sacii poate fi realizat din placaj flexibil (Fig. A.27).

## Forme solide din lemn (fără placaj)

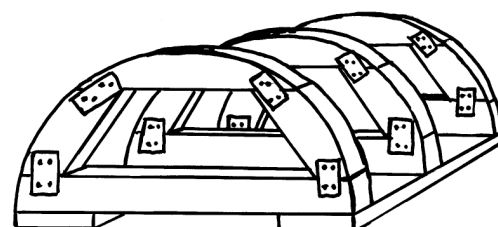
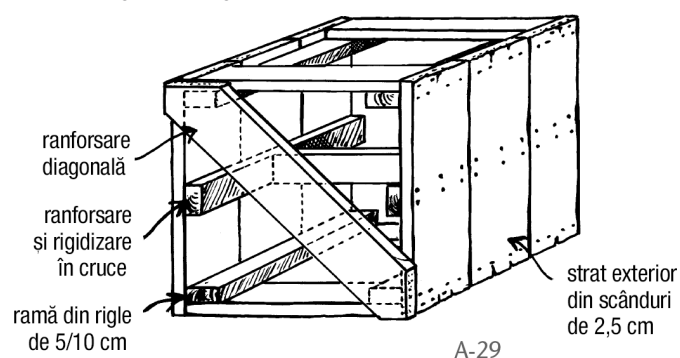
Cutiile sau arcele construite din rigle de 5/10 cm și scânduri sunt puțin mai laborioase, dar când sunt făcute din paleți nu costă mai nimic (Fig. A.28).

Cutiile realizate în acest mod vor respecta aceleași principii de construcție ca și în cazul celor din placaj. Trebuie să fie destul de solide pentru a rezista forțelor aplicate prin compactarea sacilor în jurul lor. Trebuie, de asemenea, ranforsate diagonal, pentru a rezista forțelor de torsiune.

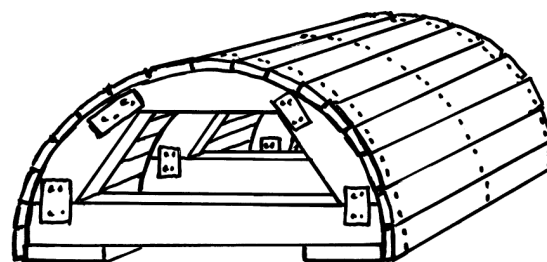
Demontați paleții, fie tăind marginile care au cuie cu un fierăstrău electric, fie scoateți-le cu o rangă. Realizarea unei forme din carton rezistent permite tăierea formei dorite a cutiei. În continuare, câteva exemple de cofraje construite din rigle și scânduri (Fig. A.29, A.30, A.31 și A.32)



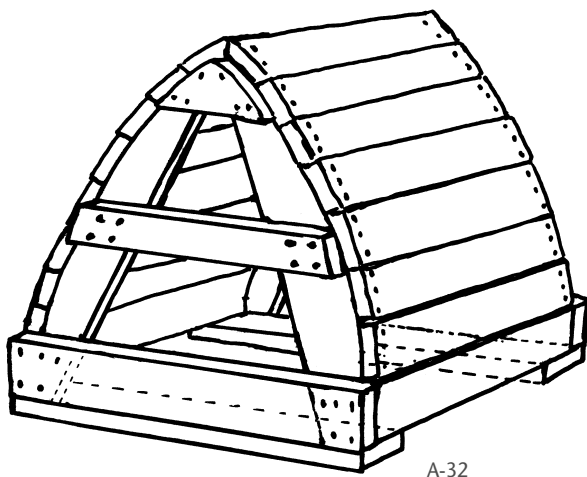
A.28: Paleți aruncați.



A-30



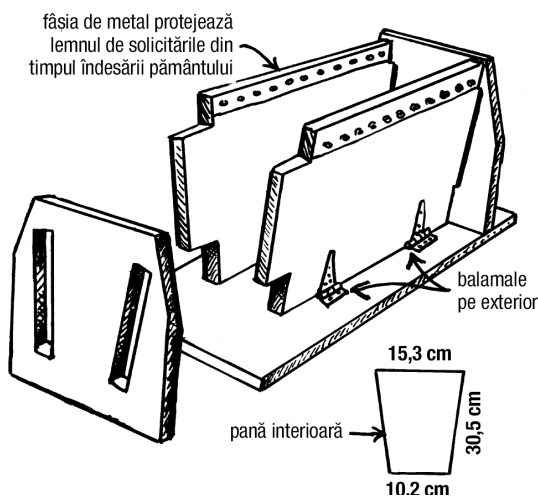
A-31



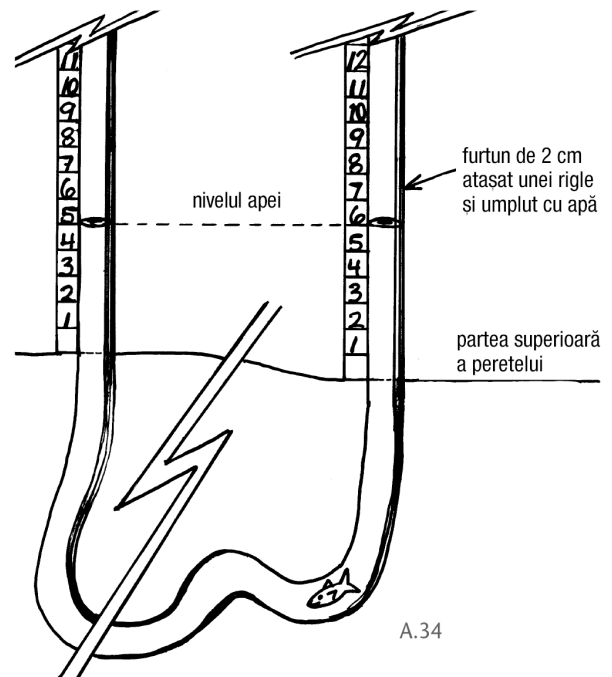
A-32

## Cutie pană pentru realizarea sacilor evantai

Cele două nișe din partea din față sunt realizate astfel încât să rezulte un sac evantai care să se potrivească oricăror dimensiuni de arcadă romană. Înălțimea totală a cutiei este de 30 cm. Cutia pe care o construiți trebuie să fie cu 7,5 cm mai lungă decât cel mai mare tip de sac pe care-l veți folosi (Fig. A.33). Citiți despre folosirea unei cutii pană în Capitolul 3.



A.33: Cutie pană



A.34

## Confecționați-vă propriul boloboc

Pentru a realiza o astfel de unealtă aveți nevoie de două rigle de un metru, care pot fi găsite la majoritatea magazinelor de bricolaj, precum și de o bucată lungă, transparentă, de furtun. Furtunul ar trebui să fie destul de lung încât să se poată întinde până în cel mai înalt punct al viitoarei voastre construcții. Atașați ambele capete ale furtunului de cele două rigle. Atașați-le până la aproximativ 60 cm distanță pe riglă. Așezați cele două rigle pe o suprafață plană și umpleți cu grijă furtunul cu apă, până nivelul apei poate fi citit de-a

lungul riglelor. Apa își caută nivelul și dacă cele două rigle sunt pe aceeași suprafață una lângă cealaltă, vor arăta aceeași înălțime. Dacă nu o arată, probabil că este niște aer blocat în furtun, care trebuie evacuat printr-unul dintre capete.

Odată ce nivelul apei este egal la ambele capete, măsurătorile pot fi efectuate în două puncte diferite pentru a le verifica nivelul. Stabiliți o locație ca punct de referință. Când verificați nivelul diferitelor puncte de pe perete, verificați comparând cu punctul de referință. Trucul care trebuie reținut aici este că suprafața mai joasă va indica un nivel mai sus pe riglă decât suprafața cea mai înaltă. Apa va fi la același nivel cu ea însăși, deci, de exemplu, dacă nivelul apei arată 2,5 cm diferență de nivel între cele două laturi, partea care arată pe riglă că nivelul este mai sus este, de fapt, mai jos (Fig. A.34).

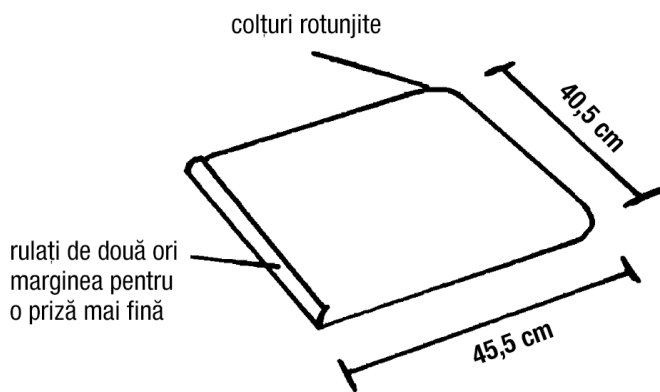
Ridicând rigla care indică punctul cel mai înalt cu 2,5 cm, nivelul apei pe acea parte coboară cu 1,25 cm, iar pe cealaltă parte urcă cu 1,25 cm. Încercați ca să vă convingeți. Acesta este în mod sigur un caz în care trebuie să vezi ca să crezi și e mult mai ușor de înțeles dacă faci decât dacă citești.

## Săniile

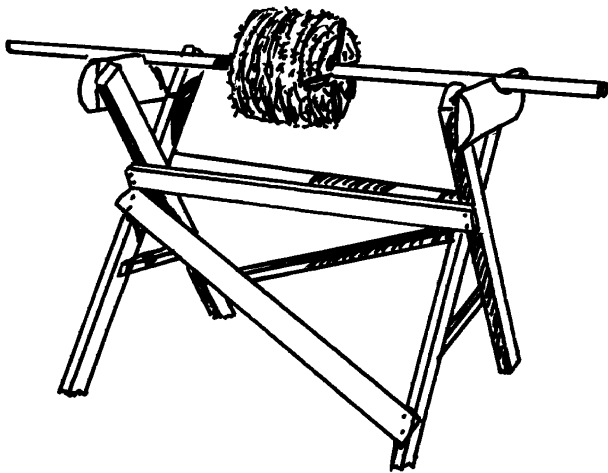
Săniile se folosesc pentru a manipula mai ușor sacii cu pământ peste sârma ghimpată până la poziția de prindere în lucrare. Orice tablă de metal va putea fi folosită pentru acestea. Mărimea saniei va fi în concordanță cu sacii cei mai mari care vor fi manipulați (Fig. A.35). Rotunjiți colțurile care vor fi expuse pentru o manipulare sigură. Folosind o pereche de clești, îndoiiți o parte a saniei de două ori pentru a avea un mâner fin de care să trageți. Siguranța e primordială. Realizați mărimi diferite pentru utilizări diferite.

## Stative pentru sârma ghimpată

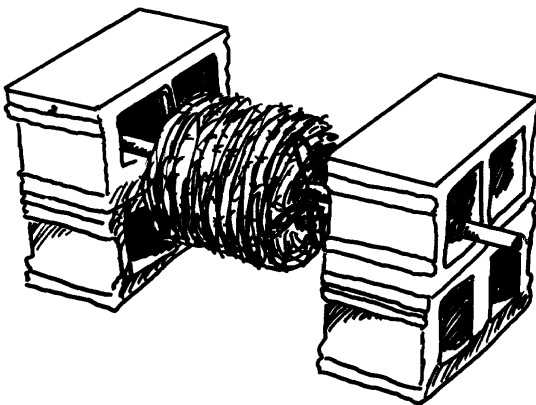
Mai jos aveți câteva exemple de stative pentru sârma ghimpată, dar în nici un caz nu sunt acestea singurele tipuri de stative care pot fi concepute. Folosiți-vă imaginația și materialele disponibile pentru a crea propriile modele (Fig. A.36 și A.37).



A.35: Sanie din tablă



A.36: Suport de sârmă ghimpată din blocuri de zgură



A.37: Capră-stativ pentru sârma ghimpată



# ANEXĂ B

## Cum să faceți estimări de bază pentru construcțiile din pământ privind costurile, mâna de lucru și timpul

Să presupunem că vrem să construim un zid cu o înălțime de 2,7 m și o lungime de 30,5 m (2,7m x 30,5 m = 83 mp de zid). În lumea constructorilor cu pământ, un sac standard în care încap 25 kg de grâne este un sac de 25 kg. Când este gol și întins, sacul măsoară 43 cm lățime x 76 cm lungime. Când este umplut cu pământ și bătut se cheamă că este un sac plin de 25 kg. Acesta măsoară 38 cm lățime x 50 cm lungime x 12,5 cm grosime. Acum că știm care sunt măsurile sacului nostru...

### **De câți saci avem nevoie pentru zidul nostru?**

Transformați grosimea și lungimea sacului plin în metri. Împărțiți înălțimea peretelui la 12,5 (12,5 cm – grosimea sacului plin) și lungimea peretelui la 50 (50 cm – lungimea sacului).

**Înălțimea:**  $2,7 \text{ m} / 12,5 \text{ (cm/sac)} = 22$  de rânduri de saci.

**Lungimea:**  $30 \text{ m} / 50 \text{ (cm/sac)} = 60$  de saci pe rând.

**Acum înmulțiți**  $22 \times 60 = 1.320$  de saci în total.

### **Cum să estimați costurile de material/sac:**

Prețurile diferă în funcție de situația fiecăruia. Din moment ce circumstanțele individuale diferă de la caz la caz, haideți să facem un studiu de caz pentru un scenariu dat:

Sacii sunt livrați de obicei în baloți de câte 1.000 de bucăți.

Noi am plătit 140 de dolari pe balot: adică 10 cenți/sac și 40 de dolari livrarea.

### **Pământul.**

Am cumpărat nisip-rebut cu 1,25 dolari/tonă și transportul într-un camion de 15 tone ne-a costat 35 de dolari.  $1,25 \times 15 = 18,75 + 35$  (transportul) = 53,75 dolari pentru 15 tone de

pământ. Acum împărțiți 53,75 la 15 (tone)= 3,58 dolari/tonă.

### **Deci, câți saci de 25 kg/tonă?**

Un sac plin de 25 kg cântărește aproximativ 50 kg.

Fiind 1.000 de kg într-o tonă, rezultă că intră 20 de saci într-o tonă.

De aici deducem că dintr-o încărcătură de 15 tone putem umple aproximativ 300 de saci.

Deci, cantitatea totală pentru a umple cei 1.320 de saci, pentru acest proiect, va fi de 66 de tone.

### **Sârma ghimpată**

Prețul mediu pentru o rolă de 400 m de sârmă este de 50 de dolari. Pentru a ne da seama de cantitatea necesară de sârmă, deducem că, fiind 22 de rânduri de saci, fiecare rând fiind de 30m lungime,  $22 \times 30 = 660$  m. Adăugați 15% la aceștia pentru a lua în calcul îmbinările și pierderile.  $660 + (0,15 * 660) = 759$  m de sârmă.  $759/400$  – aproximativ 2 role de sârmă ghimpată.

### **Adunați toate produsele:**

1.320 de saci la 14 cenți/sac = 184,80 dolari

66 tone de pământ la 3,58 dolari/tona = 236,28 dolari

2 role de sârmă ghimpată la 50 de dolari/rolă = 100 de dolari

**Total=521,08 dolari**

(Adăugați 15% la această sumă pentru a lua în calcul pierderile și diferite alte consumabile)

$521,08 + 15\% = 599,24$  sau **aproximativ 600 de dolari.**

### **Calculați costurile pe mp ca un constructor adevărat:**

Acum avem 600 de dolari de împărțit la cei 81mp ai zidului. Rezultă un cost/mp de 8,14 dolari pentru sistemul de bază din saci cu pământ.

### **Costurile cu forța de muncă:**

Sigur, materialele sunt ieftine, dar costul cu munca trebuie să fie astronomic! Hai să vedem...

Estimați cât din perete poate fi construit într-o oră de către o persoană. Priviți peretele ca un sistem integrat, spre deosebire de o grămadă de saci aruncați unul peste celălalt. Aproximăm o medie de 4 saci/oră de persoană pentru întreaga durată a construcției peretelui.

Această estimare include: umplerea roabelor și a sacilor, instalarea sârmei, nivelarea cofrajelor, îndesarea pământului și baterea sacilor, instalarea suporturilor și a benzilor de ancorare și reducerea ritmului pe măsură ce zidul se îngustează și cutiile cu pământ sunt aruncate tot mai departe.

### **Luați numărul total de saci și împărțiți-l la numărul de saci realizați pe oră:**

Acest total ne dă numărul de ore de lucru:

De exemplu:

1.320 de saci împărțit la 4/oră = 330 de ore.

Să presupunem că salariul nostru este de 12 dolari pe oră.  $12 \times 330 = 3.960$  dolari costul cu forța de muncă pentru a construi 83 mp de zid.

### **Costul materialelor plus forța de muncă**

Acum haideți să adunăm materialele: 600 dolari

Costul cu forța de muncă: 3.960 dolari

**TOTAL: 4.560 dolari**

### **Metri pătrați împărțiți la materiale și forța de muncă:**

4.560 dolari împărțit la 83 mp = 54,9 dolari/mp pentru materiale și manoperă. Aceste costuri reflectă un scenariu pentru un site specific.

### **Cât va dura?**

Orele de muncă cele mai eficiente întrebuințate pentru acest tip de construcție sunt când există câteva echipe de câte doi, cu membri care se ocupă, prin rotație, de menținerea în circulație a roabelor pline. Șase oameni în trei echipe de câte doi, cu o a șaptea persoană care transportă pământ, pot așeza aproximativ 24 de saci într-o oră, sau 192 de saci la o zi de lucru de 8 ore, deci 1.320 de saci în 7 zile. Implicarea altora, pe măsură ce zidul devine mai înalt sau construcția unei cupole intră în fazele mai avansate, menține un ritm de lucru eficient și constant. Ridicarea pereților cu ajutor, mai ales pe măsură ce zidul

devine mai înalt, menține o stare de spirit mai bună. Progresul rapid cu un zid atât de puternic este emoționant.

## Alte costuri de luat în considerare

**Fundația:** Șanț umplut cu pietriș, cauciucuri umplute cu pământ bătut, beton convențional.

### **Cutii temporare și forme pentru arce:**

Acestea sunt componente reutilizabile care pot fi folosite la mai multe proiecte, închiriate, vândute, sau folosite la diverse schimburi.

**Tencuieli de finisare:** Diferă, de la chirpici pământ/paie/argilă cu tencuială opțională din var, la tencuială convențională din ciment pe plasă rabiț.

**Proiectul structurii:** Cu cât mai mare și mai complex este, cu atât mai scump va fi.

Mențineți proiectele practice, compacte și DPST!



# ANEXĂ C

## Transformări și calcule

### Definiții

**Diametrul (D)** = lățimea unui cerc

**Raza (r)** = jumătate din diametru

**Circumferința (C)** = lungimea perimetrului  
unui cerc

**Aria (A)** = suprafața totală a unui cerc

**Pi** = 3,1416

**Exemplu:**

**Pentru a afla circumferința unui cerc cu  
diametrul de 6 m**

Circumferința = **pi** (3,1416) x diametrul sau:  $C = \text{Pi} \times D$

Înmulțiți pi (3,14) x Diametrul (6 m) = 18,8 m

Pentru a calcula aria și circumferința unui cerc:

**Exemplu:**

**Pentru a afla aria unui cerc cu diametrul  
de 6 m:**

$(3,1416) \times \text{Raza} \times \text{Raza}$  sau:  $A = \text{pi} (r \times r)$

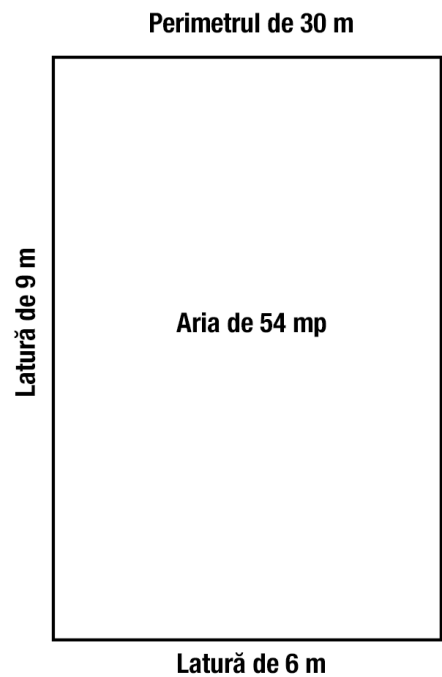
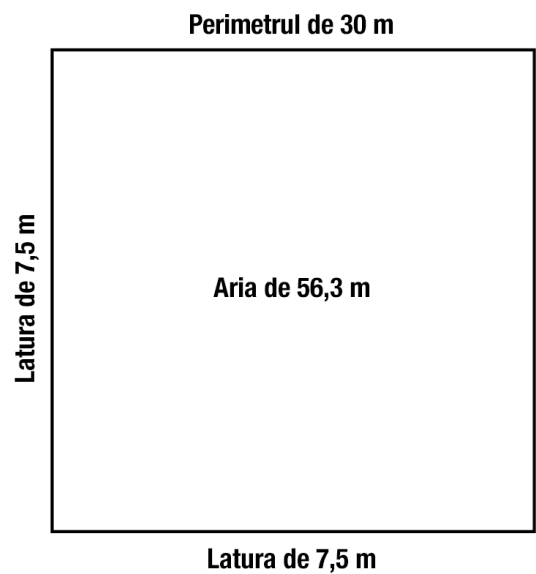
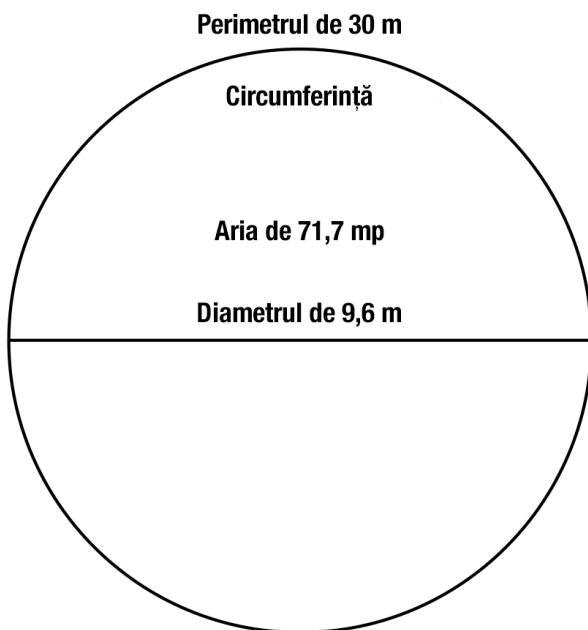
(Înmulțiți pi (3,1416) x raza x raza (3 m x 3 m) =  
94,38 mp




# ANEXĂ D

## Magia unui cerc

Natura este mai mult decât un inginer structurist; ea este și un expert în eficiență energetică. Un perete rotund folosește minimum de materiale pentru obținerea maximului de spațiu. Prin renunțarea la colțuri și adoptarea curbelor, întărim rezistența structurală a construcției, redescoperind, în același timp, înțelegerea intuitivă a principiilor dinamice de inginerie ale naturii.



Cartea lui Kaki Hunter și Donald Kiffmeyer se încheie aici.

Ca și munca noastră, a celor din **TEI** .

Înainte de a încheia, te rugăm să dai și tu mai departe.

Nu numai cartea,

ci și ideile și informațiile conținute de ea.

Credem că numai așa putem face țara

și lumea puțin mai bune.

Dar din dar... Spor!

Membrii

Traduceri Ecologice Independente

**TEI**



care au contribuit la această lucrare:

Alina C., Emilia C., Muntean-Micu Mihai [*ilogicDesign.ro*], Daniela

P., Maria S., Ina F., Cristina B., Cristina M., Emil M., testokick, Vlad

B., Mihai S., Cătălin P. și alții.