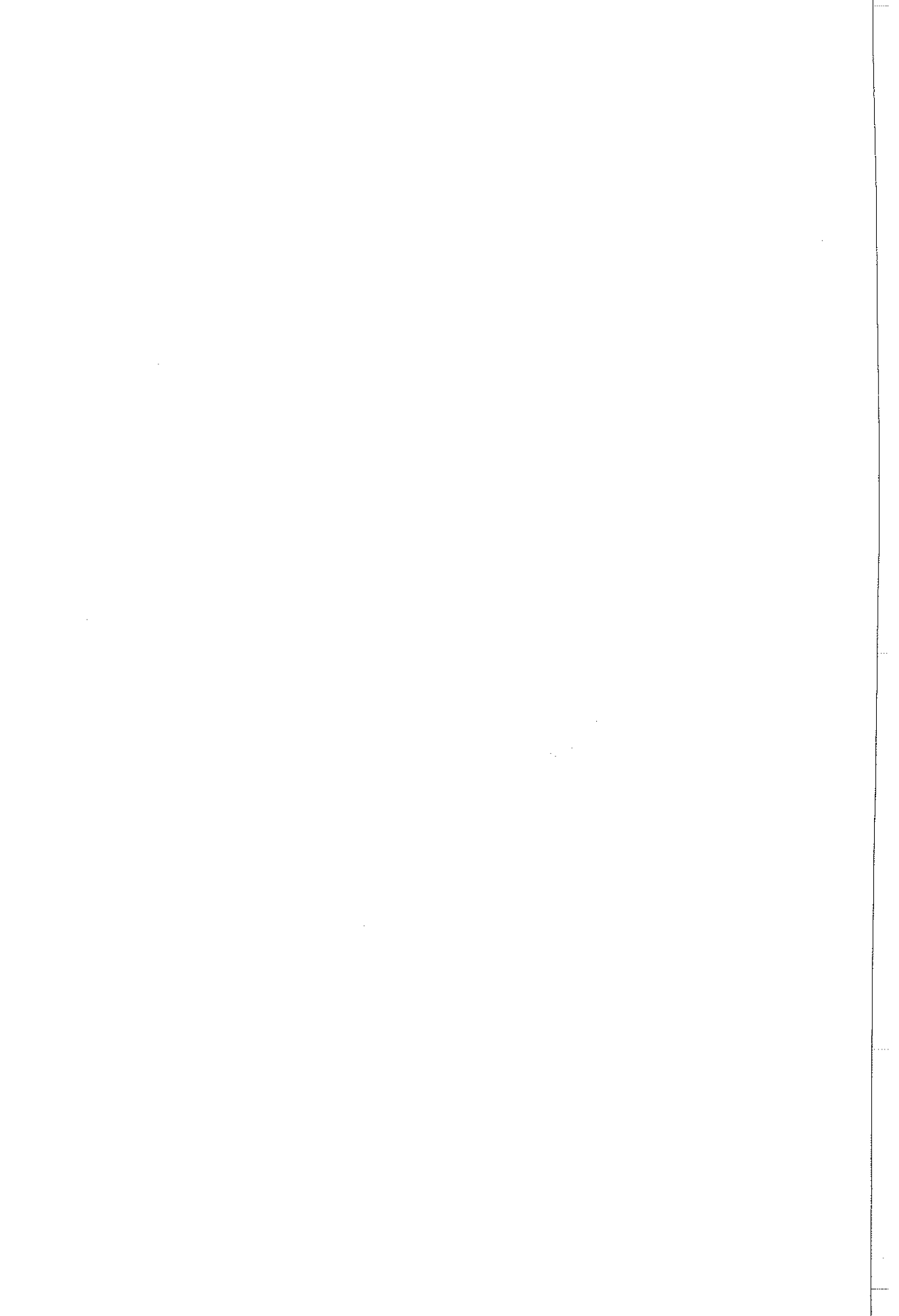


# 생태적 볏짚건축(Straw-bale building)을 위한 연수 결과 보고서

“한 올의 지푸라기가 모여 세상을 바꿉니다”

볏짚건축연구회

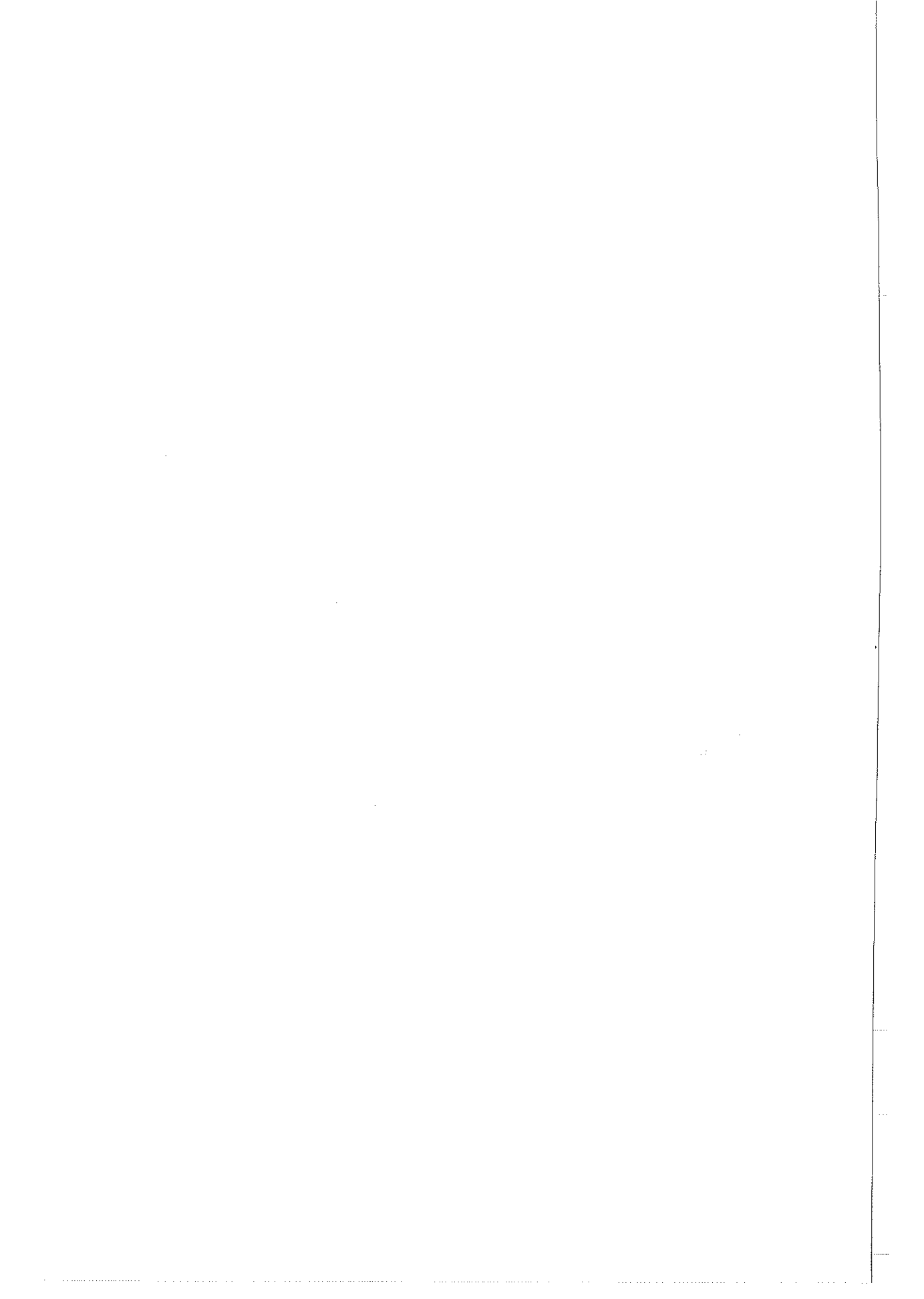
■ 후원 :  KYOBO 교보생명교육문화재단



# 목 차

## 사업요약문

1. 연수명 .....	1
2. 연수 목적 .....	1
3. 연수 의의 .....	1
4. 연수 개요 .....	4
5. 짚 건축의 일반 현황 .....	5
6. 연수팀 소개 .....	10
7. 연수 내용 .....	12
1) 사전 모임 내용 .....	12
2) 해외 연수 내용 .....	13
3) 연수 후 모임 및 활동 내용 .....	33
8. 예산사용 내역서(종합) .....	36
9. 종합 평가 .....	37
붙임 1 예산사용 세부내역서 .....	42
붙임 2 워크샵 교육자료집 .....	44



# 사업 요약문

## 1. 목적

현재 세계 각국에서 시도되어 정착되어가는 황토 짚 건축(Straw Bale Construction)은 이러한 문제들을 해결하고 손쉽게 집을 지을 수 있는 탁월한 생태 건축 방식으로 인정받고 있다. 이러한 기술과 방법을 도입해 생태적이고 안정적인 집을 짓는 것이 주요한 목적이다.

## 2. 내용

황토 짚 건축은 19세기 말 미국의 네브라스카의 환경에서 탄생된 방식이다. 산이 희박한 평원인 네브라스카에서는 주요 건축 자재인 돌과 나무가 부족해 주택을 만들기는 어려운 환경이었다. 이런 상황에서 짚 압축기(Straw Baler)를 이용해 압축짚더미를 만들 수 있게 된 것은 새로운 건축 자재를 확보하게 된 획기적인 사건이다. 압축 짚 건축 기술은 점차 발전되어 현재는 전 세계 24개국 1000건(2003년 통계)이 넘는 사례에 적용하고 있다.

황토 짚 건축은 주택 건축의 가장 많은 부분을 차지하는 벽(경우에 따라서 지붕까지)을 직육면체의 압축 짚더미(Straw Bale)로 쌓고, 외벽과 내벽을 황토 몰탈로 3중 미장을 하는 방식이다. 주택의 기초(foundation)는 기존의 방식으로 하고, 바닥은 황토나 짚더미(bale)를 넣어 단열을 하기도 한다. 건축물의 골격은 압축짚더미로만 할 수도 있고, 목재 골격을 만든 다음 그 사이에 압축 짚더미를 채우는 두 가지 방식이 있다.

벽이 완성되면 지붕과 벽을 잇는 접합체(roof bearing assembly)를 목재와 합판으로 짜서 올린다. 지붕은 기존의 방식으로 할 수도 있고, 짚더미를 이용하여 생태지붕(living roof)을 만드는 방식도 있다.

### 3. 방법

현재 이러한 기술을 본격적으로 실용화하고 있는 나라는 6-7개국에 불과하지만, 체계적인 교육 프로그램을 갖춘 나라로는 미국, 호주 그리고 영국 등이 있다. 하지만 대부분의 프로그램이 실습 위주의 3일 코스를 실행하고 있는데 반해, 호주의 휴튼하우스라는 단체는 이론과 실습을 병행하여 6일 간의 프로그램을 운영하고 있다. 우리 연수팀은 1차 사전조사와 연구토론, 2차 호주에서의 1주일간의 이론과 실습 그리고 3차로 호주에 있는 짚 건축 사례 방문으로 계획하고 있다.

### 4. 기대효과

- ① 단열성, 비용 그리고 내구성에서 단연 뛰어난 방식이기 때문에 개인 주택, 단체의 건물 등을 짓는데 효율적이고 경제적이다.
- ② 짚은 우리나라 여건에서도 가장 흔한 소재이며 목재와 비교해서 자연생태에 미치는 영향을 최소한으로 줄일 수 있다.
- ③ 쌀 수입 개방으로 기존 농가의 생활이 어려워지는 시점에서 유기농을 장려하고, 유기농으로 산출된 벚짚을 좋은 가격에 구매함으로써 기존 농가의 경제에 보탬이 될 수 있다.
- ④ 공사 기간이 짧고(10-15일), 기술이 비교적 간단해, 많은 사람들이 두레로 참여할 수 있는 건축 방식이어서 공동체정신을 살릴 수 있다.
- ⑤ 이러한 두레 형식의 참여로 기술전수가 쉽게 이루어지며, 교육적 파급효과가 상당히 큰 점은 이미 다른 나라의 사례에서 인정되고 있다.
- ⑥ 황토 짚 건축은 자연적으로 생태적 내, 외장 도료, 천연 페인트의 도입과 연구로 이어져, 기존 건축 방식에서 문제되는 건축자재에서 나오는 독성물질을 해결할 수 있는 계기가 될 것이다.

## 5. 추진 일정

### 2005년도

3월 1일~3월 17일 : 연수 준비

3월 18일 : 출국

3월 19일 : 브리스번 도착, 교육장으로 이동

3월 20일~25일 : 벗짚건축 연수교육

3월 26일~30일 : 짚 건축 사례 등 현장 방문

3월 31일 : 귀국

4월~9월 : 한국내셔널트러스트 동강센터 시공

10월~12월 : 경주 부근 농가 시공

11월 8일~12일 : 일산 킨텍스에서 열린 친환경상품박람회 주제관 참여

12월 : 보고서 작성

### 2006년도

1월~3월 : 홈페이지 제작

4월 중순 : 2006년 스트로베일 건축 1차 워크샵 개최

(경남 함양군 휴천면 휴천초교 & 진관마을 생태주택단지)

12월 내 : 벗짚 건축 서적 발간

## 6. 소요 예산 (참가인원 3인 기준, 세부내역은 소요예산 참조)

- 1) 해외연수비(호주) : 6,500,000원 (지원요청 항목)
- 2) 회의비 및 인건비 : 3,000,000원 (자부담 항목)
- 3) 수용비 및 전산처리비 : 4,600,000원 (자부담 항목)
- 4) 총 자기부담액 : 7,600,000원
- 6) 총 사업비 : 14,100,000원
- 7) 자기부담비율 : 53.9%





## 1. 연수명

생태적 볏짚건축(Straw-bale building)을 위한 연수

## 2. 연수목적

삶의 기본 요소 중의 하나인 주택(住宅) 문제를 해결하는 것은 현대인에게서 지난한 과제 중의 하나이다. 그러나 기존의 건축방식은 제한된 기술과 고비용을 요구하면서도 비생태적이고 에너지 효율 측면에서도 문제가 많아 개선될 소지가 많지만 아직 해결하지 못한 상태이다.

우리나라에서도 이러한 문제를 해결하기 위한 노력이 일부 일어나고 있다. 하지만 전통적인 건축 방식을 부활하여 집을 짓는 것만으로는 비용이 많이 드는 것은 물론이고 앞으로 다가올 에너지 문제를 해결하는 대안으로는 여전히 미흡한 점이 많다.

현재 세계 각국에서 시도되어 정착되어가는 볏짚 건축(Straw Bale Construction)은 이러한 문제들을 해결하고 손쉽게 집을 지을 수 있는 탁월한 생태 건축 방식으로 인정받고 있다. 이러한 기술과 방법을 도입해 생태적이고 안정적인 집을 짓는 것이 주요한 목적이다.

## 3. 연수 의의

볏짚 주택(Straw-bale House)이란 압축한 볏짚을 쌓아 올리고, 겉에 세 차례에 걸쳐 흙을 40~50mm의 두께로 발라 벽을 만드는 생태적 건축양식을 말한다.

우리나라에서도 '친환경'과 '생태' '웰빙' 등의 단어가 친숙해지면서 황토와 나무로 짓는 집이 사람과 더불어 호흡할 수 있는 생태적인 집으로

많은 사람들에게 인기가 점점 높아지고 있다. 하지만 현재의 건축방식들은 개선해야할 문제점이 많다. 비용의 문제, 목재 사용의 문제 그리고 단열의 문제 등의 생태적인 문제뿐만 아니라, 황토를 다루는 기술 등이 바로 그것이다. 위와 같은 기존 생태 건축의 문제들을 해결할 수 있는 건축 방식이 볏짚 주택이다.

볏짚 주택은 짚더미를 쌓아올려서 집을 짓기 때문에 시공기간이 단축되어 노동력과 에너지, 비용을 대폭 절감할 수 있게 한다. 그리고 간단한 장비들과 간단한 기술들만을 필요로 하기 때문에, 전문 기술자들이 아닌 일반인이 며칠간의 이론과 실습을 거치고 나면 누구나 시도할 수 있는 방식이다. 시공 기간이 짧고 전문기술이 필요하지 않다는 장점은 두레에 의한 집짓기를 가능하게 한다. 기존 전통방식의 집짓기에서도 두레의 형식을 강조하지만, 현대의 바쁜 삶에서 본업을 미뤄두고 3-4개월간의 집짓기 두레에 참여한다는 것은 무리한 일 일수밖에 없다.

볏짚 건축의 가장 큰 장점은 단열의 효율성이다. 두께 50cm가 넘는 짚더미 벽체는 기존 건축의 단열재로 쓰이는 석면 단열보다 2배 이상의 효과가 있어 '겨울에는 따뜻하고 여름에는 시원한 집'으로 인정받고 있다. 공사비용도 저렴하지만 생활하면서 난방비가 기존의 건축보다 50% 이상 절감되는 저 에너지 건축이라고 할 수 있다.

그 외에도 볏짚 건축의 장점은 새집 증후군을 일으키는 독성이 거의 없고, 내구성, 심미성이 뛰어난 뿐 아니라, 주택이 수명을 다했을 때 나오는 자재들은 거의 재활용이 가능한 것들이다. 볏짚 건축물이 장점을 정리하면, 다음과 같다.

- 단열성, 비용 그리고 내구성에서 단연 뛰어난 방식이기 때문에 개인 주택, 단체의 건물 등을 짓는데 효율적이고 경제적이다.
- 짚은 우리나라 여건에서도 가장 흔한 소재이며 목재와 비교

해서 자연생태에 미치는 영향을 최소한으로 줄일 수 있다.

- 쌀 수입 개방으로 기존 농가의 생활이 어려워지는 시점에서 유기농을 장려하고, 유기농으로 산출된 볏짚을 좋은 가격에 구매함으로써 기존 농가의 경제에 보탬이 될 수 있다.
- 공사 기간이 짧고(10-15일), 기술이 비교적 간단해, 많은 사람들이 두레로 참여할 수 있는 건축 방식이어서 공동체정신을 살릴 수 있다.
- 이러한 두레 형식의 참여로 기술전수가 쉽게 이루어지며, 교육적 파급효과가 상당히 큰 점은 이미 다른 나라의 사례에서 인정되고 있다.
- 볏짚 건축은 자연적으로 생태적 내, 외장 도료, 천연 페인트의 도입과 연구로 이어져, 기존 건축 방식에서 문제되는 건축자재에서 나오는 독성물질을 해결할 수 있는 계기가 될 것이다.

볏짚주택은 19세기 후반에 북미에서 탄생한 건축 양식이지만, 실은 우리나라에서 흔하게 사용해온 짚과 흙으로 만든 것이다. 도시생활로 인해 일반인에게 멀어진 볏짚 소재를 단순히 서양의 것을 모방하는 것이 아니라, 예부터 우리 조상들이 사용하던 소재와 뛰어난 지혜를 되살려서 지역성에 근거한 집짓기로 연결시킬 수 있다.

이것은 전통적인 지혜를 새롭고 생태적인 주거 문화로 진화시키는 것이다. 해외의 산림과 석유에 의존하며, 소재의 규격화와 건축 기간의 단축을 경쟁하는 오늘날의 집 짓기는 우리의 건강과 환경에 커다란 피해를 가져오고 있다. 지속 가능한 주거 환경이란 아득한 옛 이야기나 우리와 동떨어진 머나먼 이야기가 아니다.

이번 호주 연수를 통하여 흔하게 눈에 띄지만 잊혀져 가는 것들을

통해서 전통을 살리고 지역적 유대감을 회복할 수 있는 아늑한 집, 건강에 이롭고 미래세대에 물려줄 수 있는 생태적인 집을 널리 보급할 수 있기를 기원하며 연수를 다녀왔다.

#### 4. 연수 개요

현재 짚 건축의 시행과 기술의 보급이 가장 활발한 곳은 미국, 캐나다, 영국, 중국 그리고 호주이다. 그 중에 호주에서의 교육은 이론과 실습이 가장 알차게 되어 있다.

- ① 이론 수업 : handout 교제 및 시청각 교육 ( Powerpoint )
- ② 실습 I : 기초공사(footing) 및 바닥 공사
  - 방수 처리(capillary system)
  - 벽체 올리기(wall raising)
  - 로드베어링(loadbearing) & 넌로드베어링(nonloadbearing) 방법
  - 미리 압축하기(precompression)
  - 전기 배선(electricals) 및 배관(plumbing)
- ③ 실습 II : 창문과 문 제작
  - 목재 골조 세우기(making frame)
  - 지붕 제작(roofing)
- ④ 실습 III : 흙벽 미장
  - 천연 벽미장(natural plaster)
  - 천연 도료 만들기(natural paint)

현재 이러한 기술을 본격적으로 실용화하고 있는 나라는 6-7개국이지만, 체계적인 교육 프로그램을 갖춘 나라로는 미국, 호주 그리고 영국 등이 있다. 하지만 대부분의 프로그램이 실습 위주의 3일 코스를 실행하고 있는데 반해, 호주의 뉴튼 하우스라는 단체는 이론과 실습을 병행하여 6일

간의 프로그램을 운영하고 있다.

우리 연수팀은 1차 사전조사와 연구토론, 2차 호주에서의 1주일간의 이론과 실습 그리고 3차로 호주에 있는 볏짚 건축 사례 방문으로 계획하고 연수를 다녀왔다.

## 5. 짚 건축의 일반적 현황

### 1) 짚 건축의 역사

짚 건축은 19세기 말, 산이 거의 없어 집을 짓는 주 재료인 나무의 부족을 겪던 미국 네브라스카 주에서 시작되었다. 당시 짚을 효율적으로 운반하기 위해 짚더미를 압축하는 기계(baler)가 등장함으로써 압축 짚가리(Straw-bale)가 구조물의 벽체로 사용될 수도 있겠다는 생각을 갖기 시작했다.

짚가리로 지은 최초의 건물은 헛간이었는데, 예상 밖으로 튼튼하고 오래가게 되어 집을 짓기 시작했다. 그리고 미국 남서부 미국 원주민과 멕시코에서 이어져온 흙 미장 기술이 이 짚벽에 적용되면서 구조적으로나 심미적으로나 기존 건축물에 전혀 뒤지지 않는 건축 방식이 되었다. 20세기 중반부터 전 세계 여러 지역, 여러 기후 조건에서 이 건축 방식이 시행되면서 각각의 조건과 상황에 맞는 다양한 방식들이 생겨났다.

### 2) 짚 건축 방식

짚 건축 방식의 특징은 짚을 다양하게 사용한다는 점이다. 물론 건물의 기초는 기존의 건축 방식과 같지만, 바닥은 기존 방식으로도 할 수 있고, 압축 짚가리를 넣어 단열재로도 사용할 수도 있다.

기초 공사 이후 기초와 짚 벽체 사이에 방수처리를 하고 압축 짚더미를 쌓아올린다. 이 때 두 가지 방식 중 하나가 적용된다. 압축 짚더미 자체가 벽체가 되어 지붕의 하중을 다 받아내는 방식(load-bearing wall)과 골격을 만들고 그 속에 짚가리를 채우는 방식(nonload-bearing wall). 후자는 짚가리가 거의 단열의 역할만을 하면서 지붕의 하중은 목재 골격이 받아준다.

벽의 흙 미장은 3중 벽치기를 하는데, 짚가리들이 튼튼히 지탱하도록 쇠철망으로 먼저 전체를 이어주고 흙 미장을 한다. 3 중 흙 미장은 각각의 역할들에 맞게 다른 재료들을 첨가하여 반죽한다. 그리고 마감은 투명한 색깔의 미장이나 여러 가지 천연 페인트를 사용하여 한다. 지붕은 기존 방식으로도 할 수 있고, 짚가리를 사용하여 살아있는 지붕(living roof)을 만들 수도 있다.

### 3) 짚 건축 주택의 전 세계적 확산

19세기 말 미국 네브라스카 주에서 시작된 이 건축 방식은 100여년 이상의 시행착오를 거쳐 현재에는 전 세계 30개 이상의 나라에서 1000여 건 이상(2003년 현재)의 사례(표 1)를 보이고 있다. 여러 가지 기후에 맞는 시공 방식이 개발되고, 개인 주택의 범위를 넘어서 단체의 건물들에도 적합한 방식으로 인정되고 있다.

특히, 우리나라와 비슷한 조건 - 벼농사, 여름에 무척 덥고 겨울에 아주 추운 대륙성 기후 등 -을 가진 중국과 몽고에서 이러한 주택 방식이 활발하게 연구되고 시도되고 있다.

볏짚과 황토를 주 자재로 사용하는 짚 건축은 벼농사를 주 작물로 하는 우리나라에서 에너지를 많이 사용하지 않고 손쉽게 구할 수 있는 자재이다. 반면에 기존 건축 방식에서 쓰이는 시멘트와 철근, 그리고 전통 건

축에서 쓰이는 소재는 채취, 운반 그리고 가공의 과정 속에서 많은 에너지를 필요로 하는 고비용의 자재들이다. 이러한 이유들 때문에 짚 건축은 앞으로 더 많은 지역으로 확산될 전망이다.

지역	나라 (사례)	지역	나라 (사례)
유럽	벨기에 1건	오세아니아	호주 120건
	아일랜드 2건		뉴질랜드 3건
	영국 1건	아시아	이스라엘 2건
	스페인 2건		일본 1건
	프랑스 7건		중국 597건
	스웨덴 2건		인도 1건
	노르웨이 1건		몽고 68건
	덴마크 2건		
	헝가리 1건		
	유고슬라비아 1건		
크로아티아 1건			
북미	캐나다 37건	아프리카	남아프리카 1건
	미국 325건	남미	칠레 2건
	멕시코 6건		페루 1건

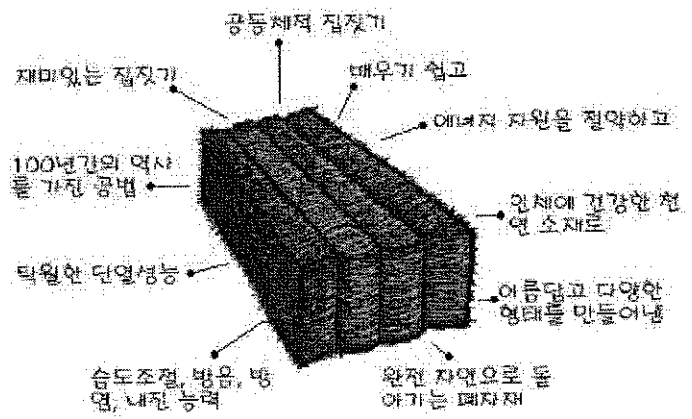
#### 4) 건축자재로써 스트로 베일(Straw-bale)

‘스트로 베일’이라는 용어는 매우 낯설다. 그래서 그 용어부터 풀어가자면, ‘스트로(Straw)’와 ‘베일(bale)’의 합성어이다. ‘스트로’는 ‘짚’이라는 뜻이다. 밀짚, 벼짚, 보리짚 등의 통칭이다. ‘베일’은 그 짚들을 운반하기 쉽게 묶어놓은 ‘다발’을 의미한다.

그런데, 왜 그런 짚 다발이 건축 방식의 한 용어가 될까? 스트로

베일은 원래 가축의 사료로 쓰기 위해 운반하기 쉽게 일정한 형태(직육면체)로 압축해 놓은 것을 말한다. 대략 가로 80cm, 세로 49cm, 높이 35cm의 크기로 압축 짚단의 무게는 보통 20kg 이상 나간다.

이러한 압축 짚단을 마치 벽돌 블록을 쌓듯이 집의 벽을 쌓아서 그 양 표면을 마감하는 방식을 스트로 베일 건축이라고 한다.



건축 자재로써 스트로 베일은 다음과 같은 장점을 갖고 있다.

1. 천연적인 건강한 소재

우리 건강을 해치지 않고, 매년 자연에서 생산되고, 이것으로 지은 집이 해체될 때, 다시 자연으로 쉽게 돌아가는 생태적인 소재다.

2. 뛰어난 습도조절, 탈취 및 방음 능력

가습기보다 뛰어나게 습도를 조절하고, 주방의 후드를 사용하지 않고도 담배 냄새, 음식 냄새 등을 자연스럽게 제거해 준다.



### 3. 뛰어난 단열 성능

황토만으로 된 주택에 비해 2~3배의 보온 및 단열효과가 있다. 특히 화석 에너지의 고갈로 생겨나는 주택의 난방비용 증가는 스트로 베일로 지어진 주택을 현재 최고의 대안으로 제시되고 있다.

### 4. 비교적 시공이 저렴

벽에 들어가는 비용이 짝이기 때문에 매우 저렴하고, 시공이 간편하여 스스로 집을 지을 경우 저렴하게 지을 수 있다.

### 5. 배우기가 쉽다

다른 건축 공법보다 배우기가 매우 쉽다. 복잡하거나 대규모의 장비가 필요없고, 뛰어난 손기술을 필요로 하지 않기 때문에 몇 가지 사항들을 주의한다면 누구나 쉽게 집을 지을 수 있다.

### 6. 취향에 따라 다양한 모양을 만들 수 있다

다양한 방식의 골조를 적용할 수 있어 다양한 모양으로 지을 수 있다. 건축주의 취향에 따라 현대적이거나 전통적인 맛을 살릴 수도 있고, 표면을 매끄럽고 반듯한 모양을 만들거나, 투박하고 파스텔 톤의 질감을 살릴 수도 있다. 사각형의 창이나 문을 만들 수도 있고, 원형이나 아치 형태도 가능하다.

### 7. 두레 형식으로 집짓기가 가능하다

숙련된 기술을 필요로 하지 않기에 가족, 친지, 친구들과 주말을 이용하여 놀이나 축제처럼 즐기면서 지을 수 있다. 특히 베일을 쌓는 단계나, 미장하는 단계에서 여러 명이 한꺼번에 작업을 하면 공사기간을 쉽게 단축할 수 있다.

8. 지진에도 강하다

베일은 벽돌이나 콘크리트 벽과 달리 충격에 유연하게 대처한다. 미국의 LA 지진에서도 스트로 베일 하우스는 전혀 손상이 없었다고 한다.

6. 연수팀 소개

1) 연수팀 명단 및 연락처

이름	직업	연락처	이메일
호응수	농부, 생태건축가	[Redacted]	[Redacted]
이웅희	생태건축가		
최용재	연구원		

2) 연수팀 소개

볏짚 건축(straw-bale building) 연구회

1. 모임 구성목적

‘생태’와 ‘공동체’는 우리 사회의 현재와 미래를 깊이 있게 고민하는 이들에게 아주 익숙한 단어이다. 그러나 실제 삶의 현장에서는 무척이나 서투르고 낯선 게 사실이다. 자연과 인간의 상호관계와 생태계를 고려한, 생태건축 역시 마찬가지이다. 우리나라 생태건축 역사에서 의미있는 사례가 될, 파주의 자자학교(2004년 가을에 완공된 초등대안학교) 건축을 계기로 만난 연구자, 건축가, 활동가들이 2004년 10월에 이 모임을 만들게 된 까닭은 볏짚을 이용한 건축이 가진 생태와 공동체에 대한 가능성 때문이다. 볏짚 건축이 지닌 생태적 순환성과 건강성, 에너지 효율, 내구성과 내화성, 아름다움, 그리고 저비용과 간단한 기술로 가능한 공동체적 건축 과정은 특히 벼농사 국가인 우리나라에 아주 적합한 건축 방식이다.

2. 인원현황

건축가, 학자, 농부, 목수, 공동체 활동가 등 다양한 경력을 지닌 이들 12명이 회원으로서 활동중이다. 현재는 인터넷 자료와 책자 등으로 세미나를 하면서 실천 가능성을 타진하고 있다. 이번 호주 연수를 계기로 볏짚 건축 현장을 마련해 실제 건축을 통한 실천과 보급을 계획하고 있다.

3. 연수시 역할 분담

- 호용수 : 연수 기간 동안 모임을 대표, 국내에 기술 적용
- 이웅희 : 관련 자료 수집과 통역을 담당, 국내에 기술 적용
- 최용재 : 회계 및 디지털 자료를 수집

## 7. 연수 내용

### 1) 사전 모임 내용

- 준비기간이 짧아 연수 전 총 2회의 준비모임을 가짐

#### < 1차 모임 >

일시	2005년 3월 13일 오후 6시	장 소	서울 약수역 인근 음식점
참석인원/ 참석명단	3명 / 호용수, 이웅희, 최용재		
논의 내용	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 연수 내용 및 일정 논의</li> <li>2. 공동 및 개인 준비물 점검</li> <li>3. 국제운전면허 신청 협의</li> </ol>		

#### < 2차 모임 >

일시	2005년 3월 16일 오전 10시	장 소	서울 양재역 인근 커피전문점
참석인원/ 참석명단	3명 / 호용수, 이웅희, 최용재		
논의 내용	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 연수 일정 최종 점검</li> <li>2. 건축 안전 가이드 체크</li> <li>3. 환전 협의 및 항공티켓수령</li> <li>4. 방문지 선물, 구급약 및 부식 등 물품 구입</li> </ol>		

## 2) 해외 연수 내용

### 3월 18일(금) 호주로 출발

- 6시 30분까지 인천국제공항에 집결
- 인천-싱가폴  
: 싱가포르 항공(SQ0883) - 오전 9시 발, 당일 오후 2시 30분 착
- 싱가포르-호주 브리즈번  
: 싱가포르 항공(SQ0235) - 오후 9:15 발, 19일 오전 7시 착

### 3월 19일(토) 렌트 차량으로 이동

- 수속 후 차량 렌트
- 렌트 차량으로 브리즈번에서 연수교육 지역인 에머랄드로 이동  
: 오전 10시에 출발하여 14시간 운전 후 오후 12시 도착

### 3월 20일~25일

#### 볏짚건축 워크샵 (Emerald Strawbale Workshop)

- 워크샵 내용
  - 6일동안 이론과 실습과정
  - Emerald시의 방문자 센터를 스트로베일로 짓는 작업

○ 강사

1. Course Coordinator

- Name : Chris Newton
- E-mail : [chris@newtonhouse.info](mailto:chris@newtonhouse.info)
- Homepage : <http://www.newtonhouse.info>
- tel : +61-041-319-5589
- 우편 : PO Box, 219, Beenleigh Brisbane QL 4207



2. Course Teacher & Builder

- Name : Lance Kairl
- E-mail : [sabale@bigpond.com](mailto:sabale@bigpond.com)
- tel : +61-088-555-4223
- 우편 : PO Box, 810, Goolwa Adelaide SA 4223



3. Course Teacher & Builder

- Name : Scott Carter
- E-mail : [sandmcarter@netscape.net](mailto:sandmcarter@netscape.net)
- tel : +61-040-105-6157 / 07-3879-2668
- 우편 : 13 Vaucluse St Forest Lake Brisbane QL 4078



〈사진 1〉 참가자 전체 사진



〈사진 2〉 기초 위에 방수포 깔기



### 3월 20일(일) 워크샵 첫째날

#### ○ 실습

- 기초 위에 방수포 깔기
- 방수포 위에 베일 놓을 틀 얹히기
- 틀 속에 자갈 또는 스티로폼 채우기
- 베일 성형하기 및 베일 조각(비스켓) 이용하기

#### ○ 이론

- 스트로베일 건축의 역사
- 스트로베일 건축의 특성 및 장점
  - : 내화성, 내진성, 단열성, 방음, 심미성,
  - : 천연 습도 조절 능력, 공기 정화 능력
  - : 공동 작업이 주는 공동체 정신
  - : 생태적 자재, 생태적 작업 과정
- 스트로베일 건축에서 주의할 점
  - : 습기 침투 방지
  - : 쥐와 흰개미의 침투 방지

### 3월 21일 (월) 워크샵 둘째날

#### ○ 실습

- 베일 쌓기
- 베일사이 철근 고정하기
- 황토 반죽하기
- 황토와 짚을 섞어 코브 만들기

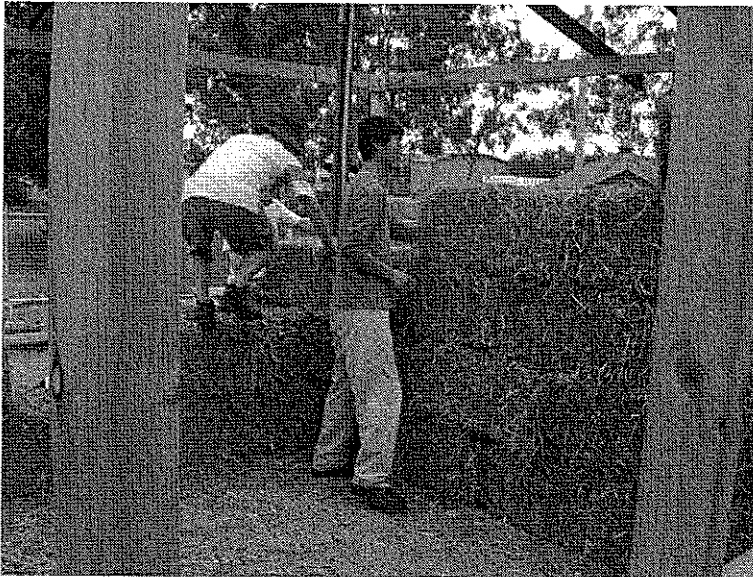


〈사진 3〉 실습과 강의

“좋은모자(지붕), 좋은장화(기초) 그리고 좋은 코트(벽 미장)를 입혀라!”



〈사진 4〉 베일 쌓기



○ 이론 수업

- 여러 가지 기초 만들기( 평기초, 줄기초, 포스트 기초, 돌기초 등)
- 기초와 베일 사이 들어가는 판(Bottom Plate)의 역할 및 구성
- Bottom Plate의 방수포의 역할 및 처리 방법
- Top Plate(베일 위의 틀) 만드는 방법
- Load-Bearing 의 작업들
  - : Precompression(미리 베일 압축하기)의 의미와 방법
  - : Threaded Rod (철근 박아 엮기)
- 베일의 종류 및 각각의 장단점
  - : 밀짚, 볏짚, 보리짚, 호밀짚, 수수짚, 마(Hemp), 사탕수수 짚 등
- 베일의 습도 허용치 및 측정 방법
- 베일 구입시 주의할 점 및 구입 방법
- 베일에 습도 침투의 경로 및 차단 방법

3월 22일 (화) 워크샵 셋째날

○ 실습

- 베일 사이에 창문 고정하기
- 베일 위에 상을 얹어 고정하기
- 비스켓을 이용하여 벌어진 공간 채우기
- 베일 사이의 틈 메우고, 다듬기
- 코브로 큰 구멍과 고르지 못한 면 잡기

〈사진 5〉 베일 사이에 창문 고정하기



〈사진 6〉 목구조 사이에 베일을 다 쌓은 모습



○ 이론 수업

- Load-Bearing 과 Non Load-Bearing 의 차이 와 각각의 장.단점
- 두 가지 방식 중 하나를 선택할 때 고려해야 할 조건들
- Load-Bearing : 지붕을 받치는 기둥들 대신에 베일을 사용하는 방식  
(장점) 건축비용이 적게 들고 목재, 철재 사용을 현저히 줄일 수 있다
- Non Load-Bearing : 기존의 주택 건축처럼 기둥을 세우고 그 사이에 단열재로 베일을 끼워 넣는 방식  
(장점) 시공이 비교적 편하다.
- Load-Bearing 규격
- Infill / Post & Beam 방식
- 벽 쌓아올리기 과정에서 주의 사항
- 벽과 창문 가틀 고정시 주의
- 베일 성형(사이즈 바꾸기, 곡선으로 다듬기, 기둥 자리 파기)
- 벽면 다듬기
- 베일 세로 쌓기(Bales on Edge) 와 베일 넓혀 쌓기(Bales on End)

3월 23일 (수) 워크샵 넷째날

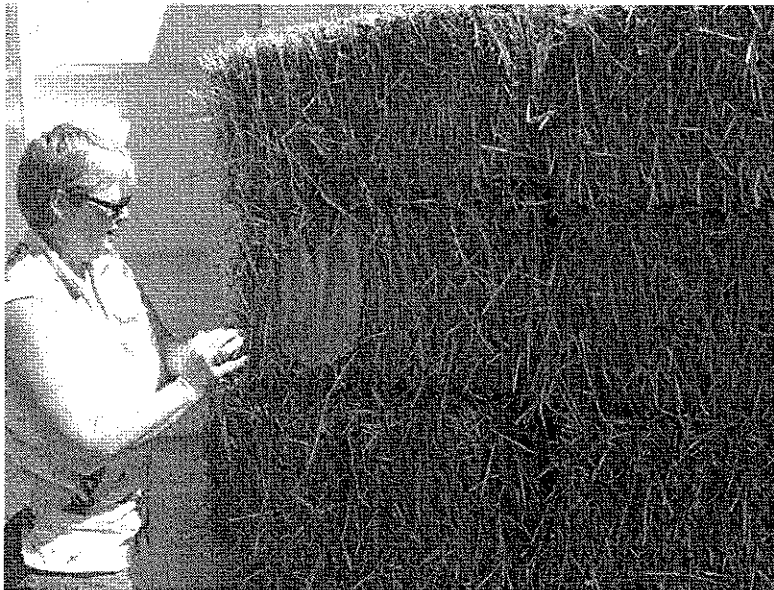
○ 실습

- 창문 고정하고 창문 베일 벽 다듬기
- 창문 벽 와이어 메쉬 고정하기
- 메쉬 속 빈 구멍 채우고, 문틀 고정하기
- 전선관 및 소켓 자리 만들고 고정하기
- 못 박을 자리 만들기
- 상,하수도관 설치하기

〈사진 7〉 황토 반죽하기



〈사진 8〉 황토 미장에 대한 강의 모습



○ 이론

- 다양한 형태의 창문과 각각의 장단점
- 후레싱의 역할 및 설치 방법
- 창문의 헤드 설치하기, 인방 벽 채우기
- 미장하기 전에 해야할 각종 설치 작업  
: 전선관 설치, 소켓 및 전등자리, 상하수관 설치
- 습기에 주의할 곳(주방 및 욕실)의 주의사항
- 다양한 지붕의 형태와 설치시 주의사항  
: 처마선의 길이- 빗물, 계절별 햇빛의 고도
- 천장의 역할과 설치시 주의사항

3월 24일 (목) 워크샵 다섯째날

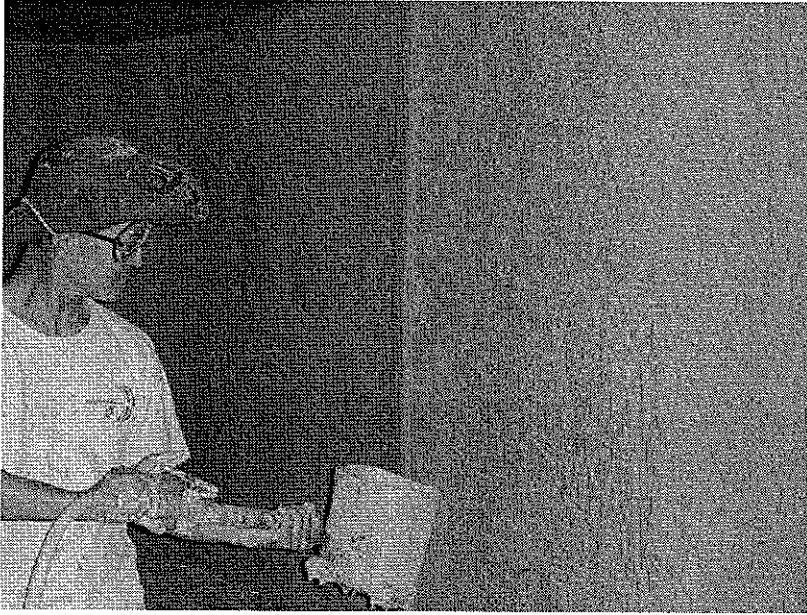
○ 실습

- 초벌(1차) 미장하기
- 황토 반죽 나르기
- 내벽 1차 미장 (순 황토 미장) : 손 미장 및 뿔칠하기
- 외벽 1차 미장 (석회+모래) : 미장 칼에 의한 미장

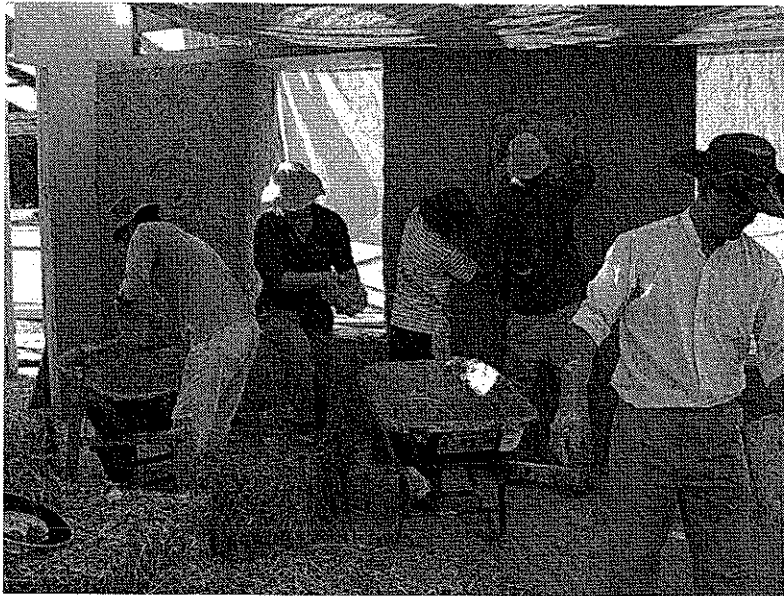
○ 이론

- 미장의 목적 : 습기 관리, 방염, 방충, 내구성, 심미성, 구조재 역할
- 미장재의 구성 : 흙, 모래, 섬유질(Fiber), 접착제(Binder)
- 섬유질의 종류 및 각각의 특성
- 접착제의 종류 및 각각의 특성
- 미장 준비 작업 : 벽 고르기, 벽 다듬기, 틈 메우기, 벽장식 하기 등
- 2차 미장(Brown Coat)의 역할과 방법

〈사진 9〉 내벽 황토 뽐칠하기



〈사진 10〉 내벽 황토 손으로 미장하기



- 시멘트 미장
- 뽕칠 미장
- 석회 미장
- 황토 미장

### 3월 25일 (금) Workshop 마지막 날

#### ○ 실습

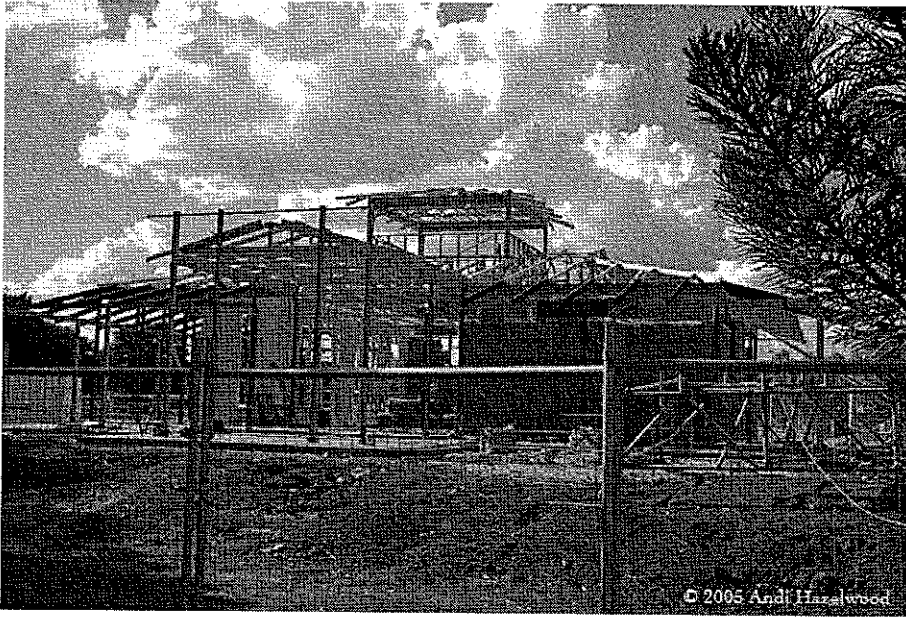
- 2차 미장하기
- 내벽 및 외벽 미장
- 미장 후 Scratching 하기

#### ○ 이론

- 흙의 성분 비교 분석 : 입자 비교, 점토와 실트의 비교
- 흙 미장의 특성
- 흙 입자 성분 테스트 방법
- 1차, 2차, 3차 미장의 반죽 배합
- 잘못된 미장의 사례 분석



〈사진 11〉 목구조만 있는 건축물



〈사진 12〉 완성된 에머랄드 방문자 센터(2005년 5월)



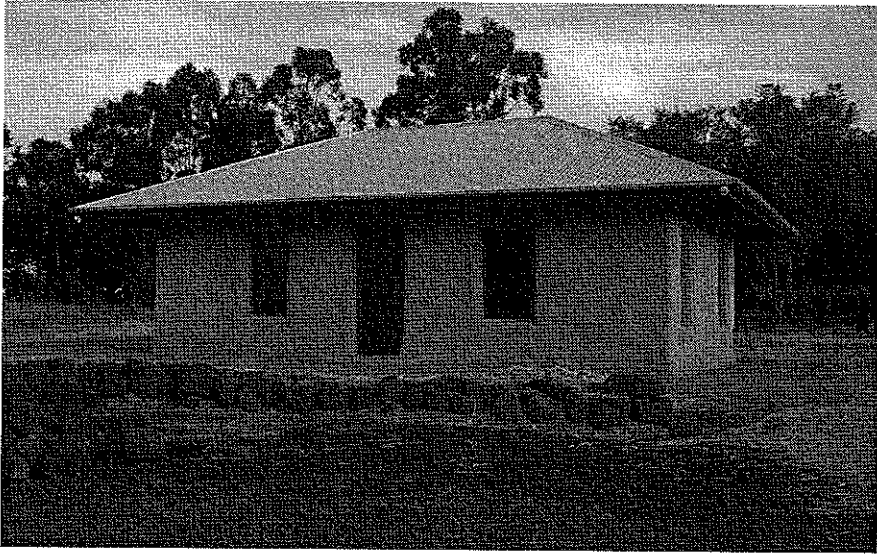
### 3월 26일 (토) 스트로베일 하우스 견학 1

- John Dalton 의 집
- 소재 : Drawford Kingaroy Queensland
- 연락처 : 개인 집으로 공개 불가 (Newton house에 문의)
  - 스트로베일 하우스 짓는 과정
  - 벽, 바닥의 미장 재료
  - 건식 화장실 짓는 방법
  - 벽체 쌓는 간단한 방법
  - 집짓는 전과정을 담은 CD 증정 받음

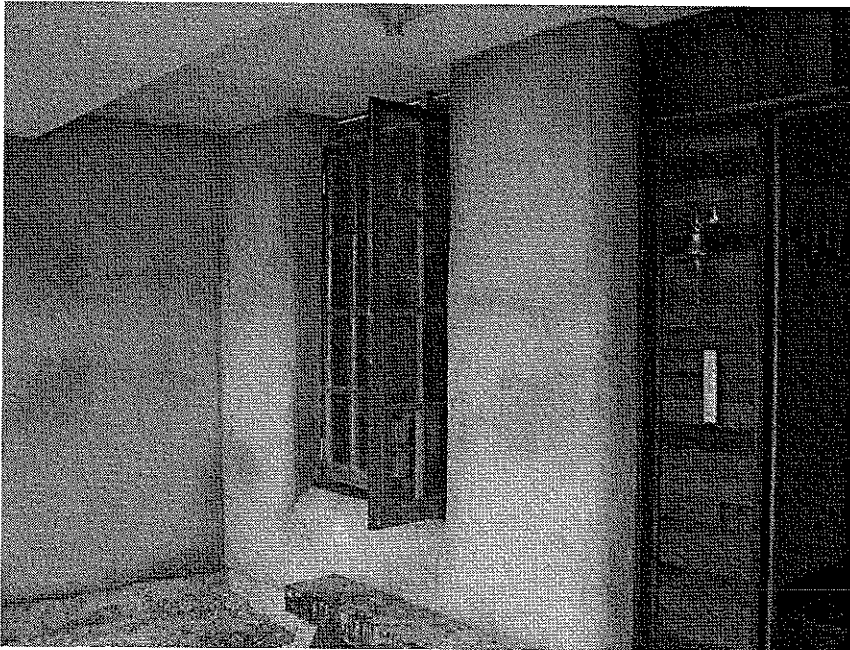
### 3월 27일 (일) 스트로베일 하우스 견학 2

- Scott Carter 의 집
- 소재 : 13 Vacluse St Forest Lake Brisbane QL 4078
- 연락처 : 개인 집으로 공개 불가 (Newton house에 문의)
  - 목재를 재활용해서 짓는 방법
  - 도심 속에서 이웃한 건축물과 어울리게 짓는 법
  - 아이들 방을 각각 아이의 개성에 맞게 꾸미는 법
  - 미장 시 사용한 재료들에 대해 청취

〈사진 13〉 John Dalton 의 스트로베일 집



〈사진 14〉 Scott Carter 의 집으로 시멘트로 마감한 사례



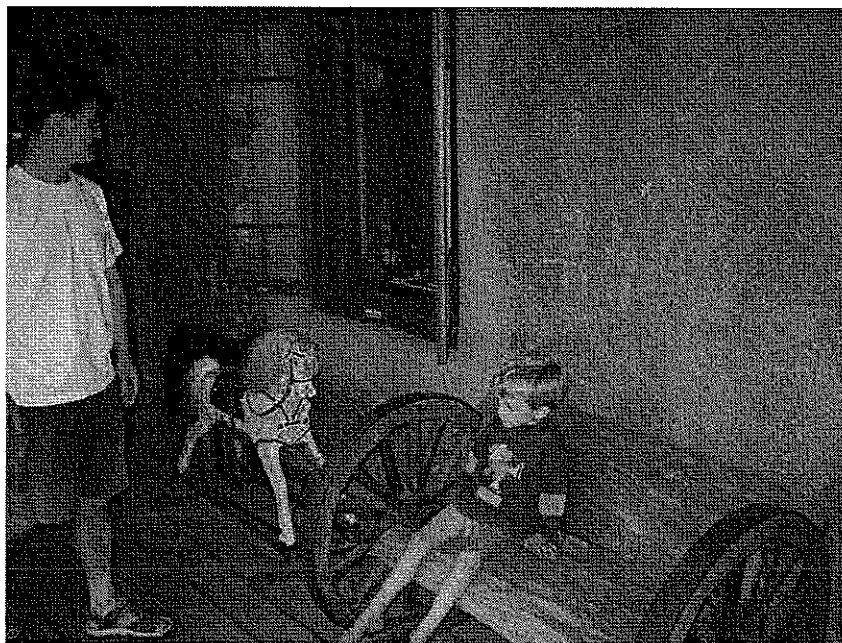
### 3월 28일 (월) 스트로베일 하우스 견학 3

- Shane & Lisa의 집
- 소재 : Beaudesert (shire) Queensland
- 연락처 : 개인 집으로 공개 불가 (Newton house에 문의)
  - 스트로베일 집을 짓게 된 이유
  - 스트로베일 집의 좋은 점들
  - 2층 구조물로 짓는 방법

〈사진 15〉 Shane & Lisa의 스트로베일 집



〈사진 16〉 Shane & Lisa의 집 베란다



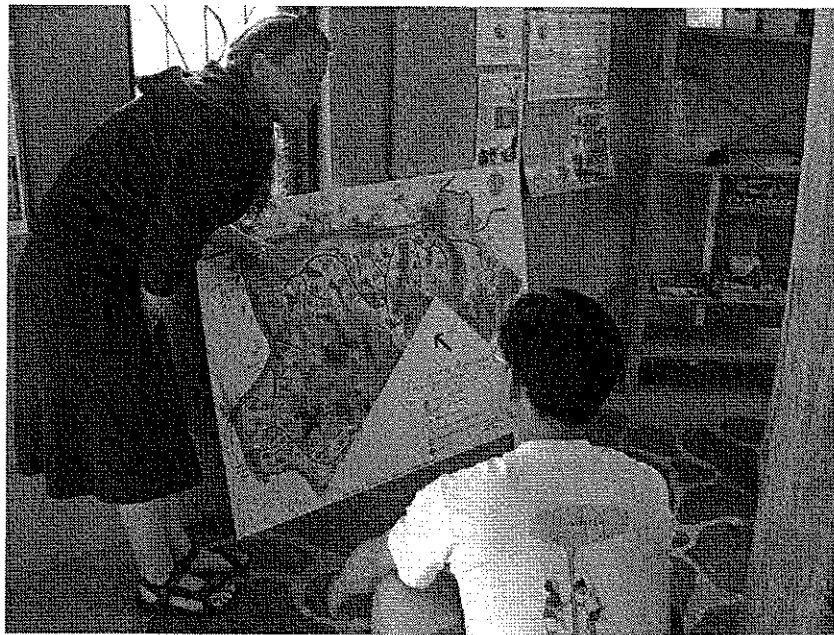
### 3월 29일 (화) 그 외 현장 방문 1

- Crystal Waters Eco-village
- 소재 : SEED International: Sustainability Education and Ecological Design  
50 Crystal Waters, Kilcoy Lane, Conondale, QLD 4552 Australia
- 연락처 : +61-07-5494-4833
- E-mail : info@SEEDinternational.com.au
  - 각각의 생태적인 건축물과 자연이 잘 조화되는 모습
  - 자기 순환적인 방식의 퍼머컬처에 대한 강의
  - 자연, 동식물과 잘 어울려 살아가는 모습

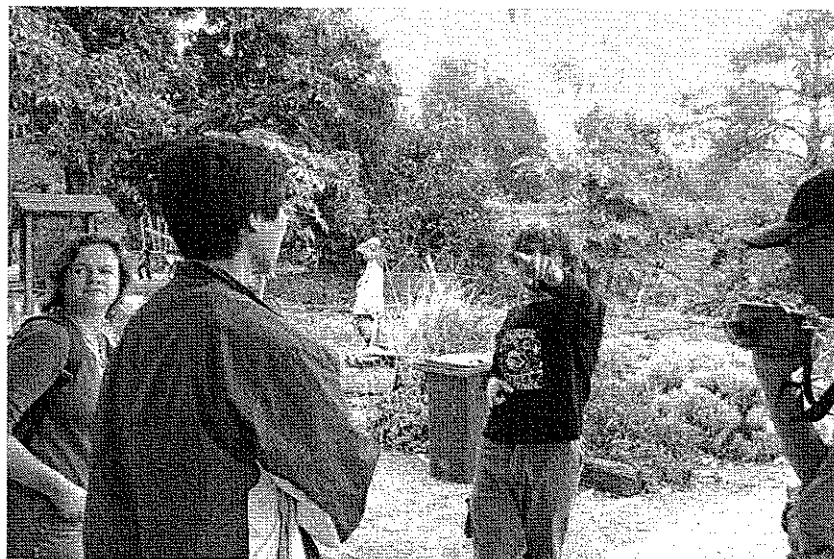
### 3월 30일 (수) 그 외 현장 방문 2

- Northey Street City Farm
- 소재 : Cnr Northey and Victoria Streets, Windsor 4030
- 연락처 : +61-07-3857-8775
- E-mail : nnorthey@bigpond.net.au
  - 도심 속의 생태 농장(Permaculture Farm)을 운영하는 모습
  - 도시에서 나오는 음식물 쓰레기를 퇴비로 만드는 과정
  - 다양한 농작물을 생태적으로 배치하는 방법
  - 자원 봉사자들의 노력으로 건강하게 운영되는 모습
  - 다양한 행사와 교육 과정을 통해 도시민을 변화시키는 노력

〈사진 17〉 크리스탈 워터스를 소개하고 있는 모렉 캄블



〈사진 18〉 시티 팜에 대한 설명을 듣고 있는 이웅희씨



3월 31일 (목) 서울로 출발

○ 브리스번 - 싱가포르

: 싱가포르 항공(SQ0246) - 오후 11:50 발, 4월 1일 오전 6시 착

4월 1일 (금) 서울 도착

○ 싱가포르 - 인천

: 싱가포르 항공(SQ0886) - 오전 8시 발, 오후 3시 반 착



### 3) 연수 후 모임 및 활동 내용

○ 우리나라에서의 볏짚 건축이 진행되어 공식적인 사후 모임은 1회 진행되었음

일시	2005년 4월 17일 오후 7시	장소	서울 약수역 인근 음식점
참석인원/ 참석명단	3명 / 호용수, 이웅희, 최용재		
논의 내용	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 자료 수집 및 정리</li> <li>2. 사업비용 정산</li> <li>3. 방문지 선물 협의</li> <li>4. 이후 사업 일정 논의</li> </ol>		

#### ① 볏짚건축 시공 사례

○ 한국내셔널트러스트(<http://www.nationaltrust.or.kr>) 동강 센터 시공

연수 후 곧바로 4월 초순부터 8월 하순에 걸쳐 강원도 정선군 신동읍 제장마을 동강가에 우리나라 최초의 볏짚건축인 한국내셔널트러스트 동강센터를 짓는 일은 많은 것을 돌아보게 하였다.

참조) <http://cafe.naver.com/78711hong.cafe> '동강, 풀꽃 피는 언덕' 네이버 카페에서 건축의 모든 과정을 사진과 함께 볼 수 있음

한국의 전통 목구조 방식과 볏짚건축을 접목하는 것, 충분히 건조되고 압축 강도와 모양이 좋은 압축볏짚을 구하는 것, 장마철과 겨울을 피하여 건축을 해야 하는 것 등 어려운 점이 한 두 가지가 아니었다. 그러나 수백 명의 자원 봉사자들의 도움을 받으며 위에서 말한 볏짚건축의 장점들을 실제 확인할 수 있었던 건 뜻깊은 일이었다.

○ 경주 강동면 볏짚 건축 시공

또한 경주 강동면 왕신3리 113번지 김병식씨 주택(연수자 참가자 중 한 사람인 이웅희씨의 누님 댁)을 10월과 11월, 두 달에 걸쳐 저비용으로 지은 것도 큰 경험이 되었다.

② 언론 보도를 통한 홍보 효과

- TV 방영 : “동강을 지키는 사람들”  
(EBS 시민의 힘 2005년 8월 3일자) 등
- 신문 보도 : “동강 '푸른꿈'이 익는다”  
(조선일보, 2005년 07월 12일자) 등
- 잡지 기사 : “생태건축, 그 가능성을 찾아서”  
(주택저널, 2005년 11월호) 등

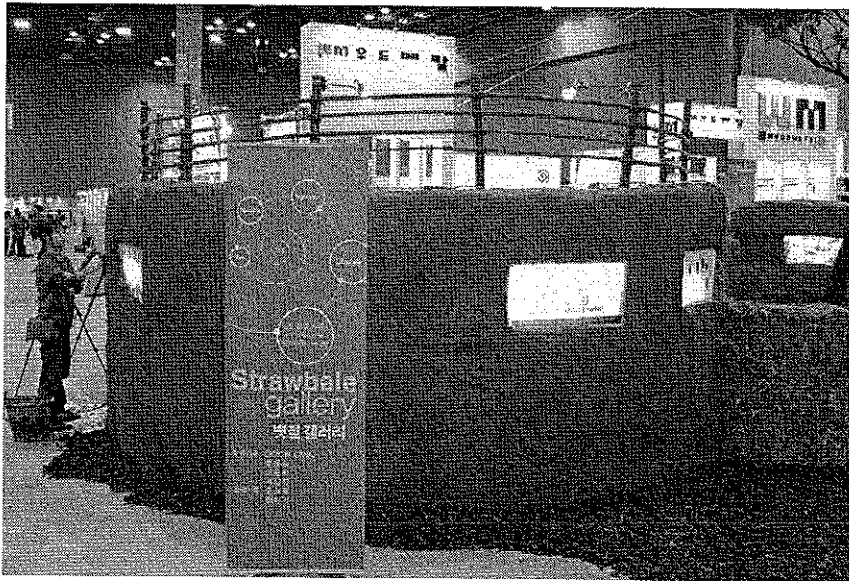
③ 대중 홍보

11월 8일에서 12일에 걸쳐 일산 KINTEX에서 열린 “친환경상품 박람회”의 주제관을 ‘디자인하우스(주)’로부터 부탁받아 볏짚 건축 양식으로 꾸몄다. 이를 통해 일반 대중과 다양한 언론보도의 관심을 받았다.

〈사진 19〉 한국내셔널트러스트의 볏짚 건축물



〈사진 20〉 KINTEX에서 열린 “친환경상품 박람회”의 주제관



### 8. 예산사용 내역서(종합)

항 목	금 액(원)	집행근거	비고
워크샵 교육비	1,200,000	400,000 × 3인	
항공료	2,283,000	761,000 × 3인	
차량 렌트비	1,072,920	82,532 × 13일	
유류비	301,720	세부 내역 참조	
숙박비	854,400	세부 내역 참조	
식 비	686,680	세부 내역 참조	
통신비	8,000	세부 내역 참조	
잡 비	116,120	세부 내역 참조	
총 액	6,522,840		

비고) 세부 내역은 붙임 자료 참조

## 9. 종합평가

### 1) 볏짚건축 연수 종합

“百聞이 不如一見이고 百見이 不如一行”이라는 말을 실감한 연수였다. 볏짚 건축 관련 책자와 DVD, 인터넷을 통해 사전모임에서 학습, 연구한 사실들을 실제 연수를 통해 확인하며, 아래와 같은 볏짚 건축의 뛰어난 점들에 재삼 감탄하게 되었다.

또한, 쓰는 말과 생김새는 달라도, 소박하고 생태적인 삶을 원하는 사람끼리는 아무런 장벽 없이 가슴깊이 서로 공감하며 벗이 될 수 있다는 기쁨을 누릴 수 있었다. 연수 및 그 이후 시공을 통해 알 수 있었던 볏짚 건축의 장점을 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 배우기 쉽고 집짓기가 재미있다.
- 남녀노소 누구나 집짓기에 참여할 수 있어 공동체적이다.
- 집을 지으면서 자신감과 창조성이 길러지고 해마다 새롭게 집을 가꿀 수 있다.
- 자연 재료로 인체에 이롭고 친환경적이다.
- 집을 짓는 과정과 주택 유지, 주택 해체에 드는 에너지와 자원이 적다.
- 단열성과 열비축성, 습도 조절능력, 방음효과가 뛰어나 아늑하다.
- 내화성, 내구성이 뛰어나 튼튼하다.
- 곡선과 자연재료를 이용하여 아름답다.
- 벼농사 국가인 우리나라에 알맞고 농촌에 보탬이 된다.

- 지역에 어울리는 소재와 뛰어난 전통적 기술을 엮음으로써 지역과의 연계를 살릴 수 있다.
- 백 년이 넘는 역사를 지닌 한편, 생태적 미래에 어울리는 다양한 시도가 세계적으로 이루어지고 있다.

## 2) 기대효과 및 과제

### ① 전통적 건축 기술과의 접목

우리의 전통적인 많은 생활 방식들은 이미 친환경적이고 생태적인 것으로 인식되면서 다양한 분야에서 많은 사람들이 그 맥을 이어나가고 발전시켜 나가려고 하고 있다. 하지만 그 전통적인 방식에 개선해야 할 많은 문제점을 가지고 있다. 비용의 문제, 목재 사용의 문제 그리고 단열의 문제 등의 생태적인 문제뿐만 아니라, 기술상 극복해야 할 문제들도 여전히 있다.

그 중의 한 가지가 황토를 다루는 기술이다. 전통적으로 전래된 정확한 기술이 없고, 각각의 기술자마다 조건과 환경 따라 그때 그 때 적용 되는 방법이 달라 대부분의 경우에 부작용과 하자를 낳고 있다.

그리고 황토 벽 마감에 있어서도 다양하고 생태적인 기술이 별로 없다는 것도 문제이다. 보통 황토벽에 벽지나 한지를 바르는 것으로 끝을 내기 때문에, 천연적 소재에 의한 마감 기술이 발달하지 않았다.

이러한 부족한 점을 볏짚 건축 방식에서 사용하고 있는 천연 소재 - natural plaster, natural paint -의 마감 방식을 통해 좀더 다양하고 생태적인 방식으로 우리의 전통 건축 방식을 발전시킬 수 있을 것이다.

## ② 새로운 건축 기술의 보급

예전 우리 전통 마을에서는 집짓는 일은 그 마을의 행사이며, 누구나 나가 참가하여 같이 짓는 생활의 일부였었다. 그러한 과정에서 집짓는 기술이 자연스럽게 전수되어져 그 맥을 이어왔다.

하지만 요즘의 삶에서 집짓는다는 것은 전문가의 손과 특수한 장비를 통해서만 이루어질 수 있는 일로 인식되고 있다. 기존의 주택 건축이 시멘트와 철골로 이루어지고 값비싼 장비를 통해 지어지기 때문에 건축주와 시공자가 분리되어지고, 게다가 아파트라는 대단위 공동주택이 일반화되면서 스스로 집을 짓겠다는 사고는 거의 사라지게 되었다.

생태적인 면에 관심이 증가하면서 전통적인 건축 방식을 동아리나 두레 형식으로 배워가고 있지만 까다로운 기술, 만만치 않은 비용 그리고 많은 시간이 필요로 되는 노동으로 그 기술의 보급이 쉽게 이루어지지 못하는 상태이다.

하지만 볏짚 주택은 간단한 이론과 일주일 정도 직접 집 한 채를 지어보는 실습으로 그 기술을 익힐 수 있다. 볏짚 건축 동아리를 만들 때 기수 별로 두레를 형성하여 집을 지으면 짧은 시간에 여러 채의 집을 지으면서 손쉽게 많은 경험을 쌓은 많은 전문가를 양산할 수 있다.

## ③ 새로운 집짓기 문화 창출

전통적인 집짓기 두레는 농한기나 잠깐의 한가한 시간을 틈타 마을 주민들이 힘을 합하여 집을 짓는 방식이다. 그러한 전통을 이어 요즘에도 전통가옥을 지으면서 여러 사람들의 힘을 모으는 두레 형식의 집짓기가 부활하고 있다.

하지만 이러한 전통가옥을 짓는데 소요되는 기간이 3-4개월 정도 되기 때문에 요즘같이 시간을 쪼개 쓰며 바쁘게 사는 삶 속에서 집짓기

두레는 건축주나, 도움을 주는 지인이나 봉사자에게나 엄청난 부담일 수밖에 없다.

집짓기 두레가 원활하게 이루어지기 위한 꼭 필요한 조건은 시공 기간이 아주 짧아야 한다는 것과 초보자들도 부담 없이 참가할 수 있어야 한다는 것이다. 잠깐의 휴가나 연휴를 이용하여 노동력이 집약된 상태에서 한, 두 명의 경험자의 지도 하에 이루어질 수 있어야 한다는 것이다.

이러한 조건을 만족시키는 것이 볏짚 건축 방식이다. 시공 기간이 7-10일 정도 걸리며, 고도의 기술을 요하지 않기 때문에 두레를 통한 집짓기에 적합한 방식이다.

#### ④ 친환경적이며 에너지 절감에 대한 인식 확대

생태적인 삶에 대한 인식이 많이 확산되고 있지만, 생태 주택에 대한 사고는 대부분의 사람들에게는 아직 거리감이 있고, 에너지 효율성에 있어서 뛰어난 주택에 관해서는 더욱 그렇다. 인식이 확대되기 위해서는 많은 정보를 공유하고 실제로 경험하면서 스스로 실현 가능하겠다는 자신감을 가져야겠다.

여러 차례 Workshop 을 통해 관심 있는 다양한 직종의 사람들에게 경험을 공유하게 하고, 그 과정에서 나오는 생생한 경험과 기술을 홈페이지와 책 발간을 통해 알리고, 생태적 볏짚 건축 학교를 개설하여 두레를 형성할 수 있는 동아리들을 자연스럽게 만들어 간다면, 이 건축 방식이 새로운 건축 문화를 형성할 수 있고, 에너지 절감의 새로운 대안으로 정착해 갈 수 있을 것이다.

교보재단의 도움이 없었다면, 우리 나라에 위와 같은 의의가 있는 볏짚건축을 도입하고 널리 알리기는 쉽지 않았을 것이다. 교보재단과 교보재단과 관련한 모든 분들께 가슴깊이 감사를 드리며 아래와 같은 말로써



연수보고를 마친다.

**“한 올의 지푸라기가 모여 세상을 바꿉니다”**

붙임 1 예산사용 세부내역서

(호주 1달러 = 800원)

날짜	분류	내역	호주 달러	원화
<b>(국내 준비)</b>				
2월 28일		워크샵 참가비	1,500.00	1,200,000
3월 11일		항공권(왕복)		2,283,000
<b>(인천-브리스번)</b>				
3월 19일	식비	저녁식사	30.00	24,000
	식비	식대	43.90	35,120
	교통비	유류비	52.60	42,080
<b>(워크샵 기간)</b>				
3월 20일	식비	식대	2.70	2,160
	식비	식대	8.30	6,640
	식비	부식비	31.90	25,520
3월 21일	식비	식대	12.85	10,280
	잡비	부탄가스 및 코크	61.35	49,080
3월 22일	잡비	캠코더 테이프	83.80	67,040
	통신비	폰카드	10.00	8,000
	식비	식대	19.05	15,240
	식비	부식비	25.70	20,560
3월 23일	식비	부식비	44.40	35,520
	식비	부식비	50.00	40,000
	식비	부식비	18.40	14,720
3월 24일	식비	부식비	30.30	24,240
	교통비	유류비	65.65	52,520
3월 26일	식비	부식비	63.80	51,040
	숙박비	숙박비(8일)	900.00	720,000
	교통비	유류비	47.60	38,080
	식비	식대	66.75	53,400
	교통비	유류비	38.00	30,400

날짜	분류	내역	호주 달러화	원화
(현장답사)				
3월 27일	교통비	유류비	37.95	30,360
	교통비	통행료	2.20	1,760
	교통비	주차비	10.00	8,000
	교통비	주차비	9.00	7,200
	식비	식대	58.00	46,400
3월 28일	식비	식대	24.45	19,560
	식비	부식비	77.70	62,160
	식비	부식비	58.95	47,160
	교통비	통행료	2.20	1,760
3월 29일	교통비	통행료	6.80	5,440
	교통비	유류비	53.00	42,400
	숙박비	바나나 백배커	168.00	134,400
3월 30일	교통비	통행료	4.10	3,280
	식비	식대	35.05	28,040
	식비	부식비	32.00	25,600
3월 31일	교통비	주차료	8.00	6,400
	교통비	유류비	40.05	32,040
	교통비	렌트비	1,341.15	1,072,920
	식비	식대	124.15	99,320
		합계	5,299.80	6,522,840

붙임 2

# Straw Bale Workshop

## 교육 자료집

# Emerald Straw Bale Workshop

20th March – 25th March 2005

28th March – 2nd April 2005

**Course Coordinator**

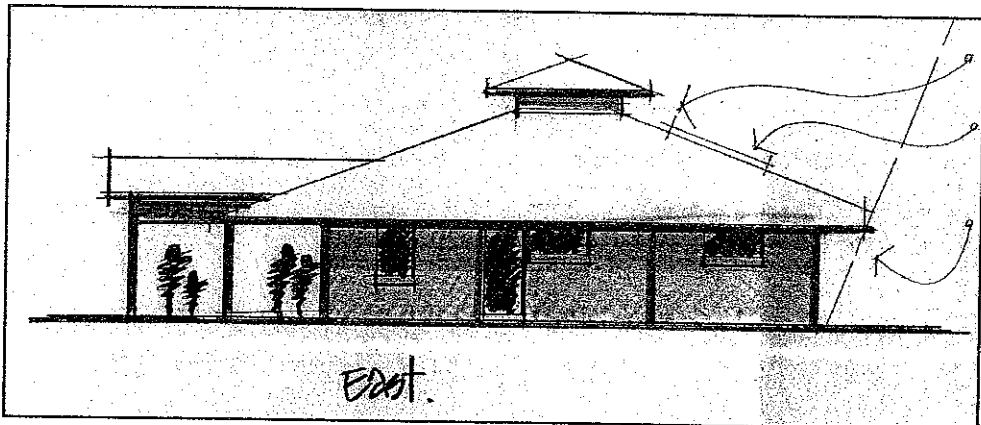
Chris Newton  
Earth-n-Straw Pty Ltd  
[chris@newtonhouse.info](mailto:chris@newtonhouse.info)  
[www.newtonhouse.info](http://www.newtonhouse.info)  
0413195585  
Brisbane

**Registered Builder :**

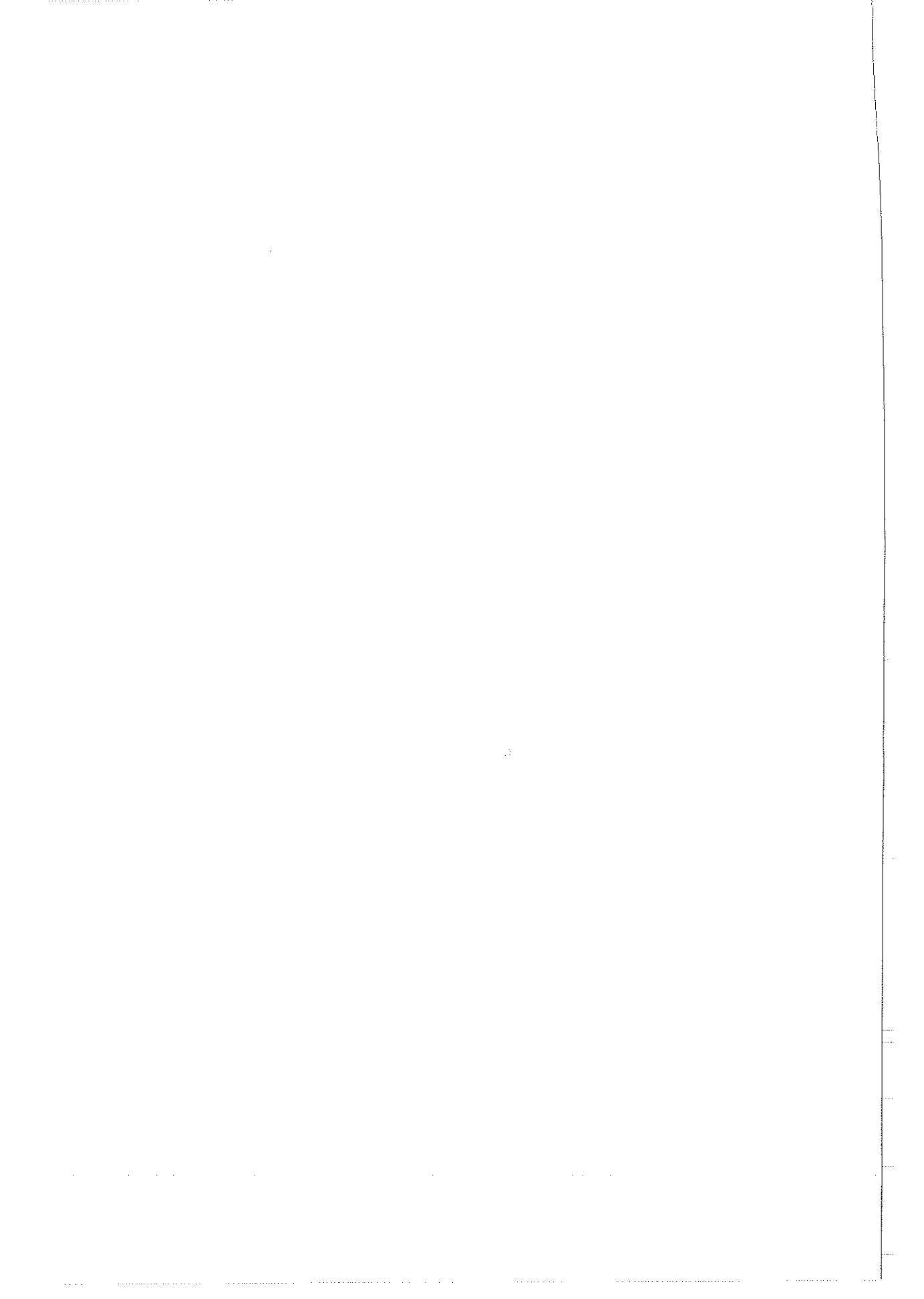
Lance Kairl  
House of Bales  
[sabale@bigpond.com](mailto:sabale@bigpond.com)  
Adelaide  
08 85554223

**Registered Builder**

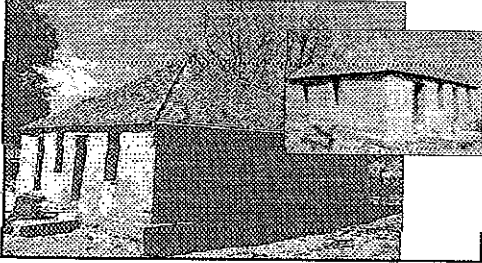
Scott Carter  
[sandmcarter@netscape.net](mailto:sandmcarter@netscape.net)  
07 3879 2668  
0401056157  
Brisbane



These notes are not a construction guide. They have been put together to supplement what you will be taught in the hand on and theory sessions of this workshop. Details specific to your own home should be under the direction of your designer, engineer and builder.



1903 - Straw Bale House in  
Nabraska USA. Oldest Straw  
Bale building in the world



---

---

---

---

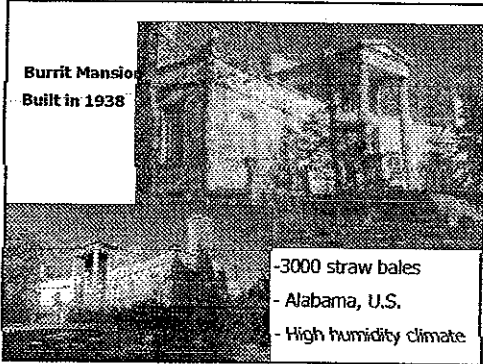
---

---

---

---

Burrit Mansion  
Built in 1938



- 3000 straw bales
- Alabama, U.S.
- High humidity climate

---

---

---

---

---

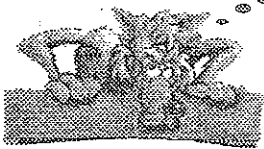
---

---

---

### Research – Wind Load

- Rated at 300+ km/hour
- Cyclone Tracey 278km/hour



How did grand pop  
blow that house down?

---

---

---

---

---

---

---

---

## Smoke Development Index Flame Spread Index

Un-rendered walls will burn in the right conditions.  
Exposed bales easily surpass residential and commercial building requirements for flame spread and smoke development in US testing.

**Note:**

During construction any loose straw or un-rendered bales are fire risks.




---

---

---

---

---

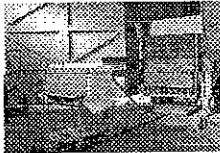
---

---

---

## Fire Testing

Canadian Mortgage Housing Corporation.



■ Rendered Straw bale place against a furnace at 1100°C:-

- 1 hour the unexposed side ↑ 14°C
- 2 hours ..... ↑ 24°C
- 3 hours ..... ↑ 36°C

---

---

---

---

---

---

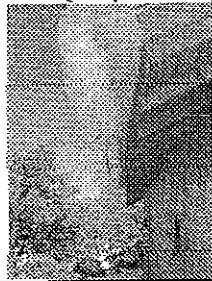
---

---

## Thermal Testing

Oak Ridge National Laboratories (U.S.)

■ R - Value 4.8  
for plastered  
straw bale wall




---

---

---

---

---

---

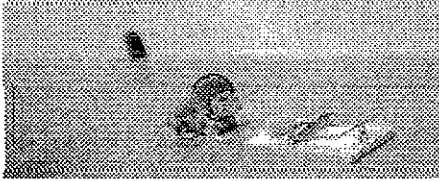
---

---



## Durability - Vermin

- Mice
- White Ants



---

---

---

---

---

---

---

---

## Footings

Connecting your house into ground

Type of footing is dependant on:-

- Soil Type
- Site – slope, floods, earthquake etc
- Engineer report
- House design

Other Considerations:-

- Amount of material required
- Type of material used
- Environmental impact of the foundation (eg cut and fill)

---

---

---

---

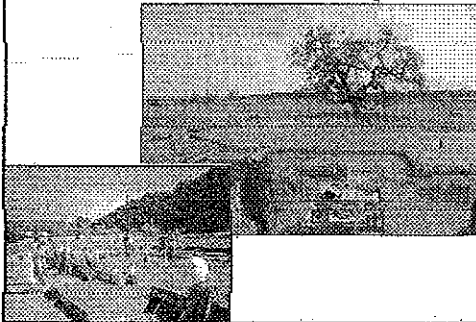
---

---

---

---

## Straw Bale - Slab Footing



---

---

---

---

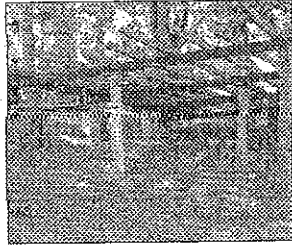
---

---

---

---

**Post footing**



---

---

---

---

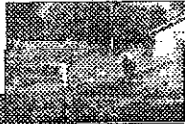
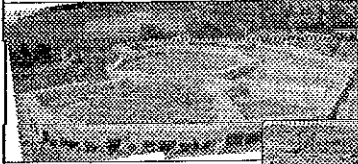
---

---

---

---

**Strip Footing**



---

---

---

---

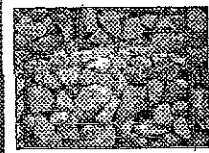
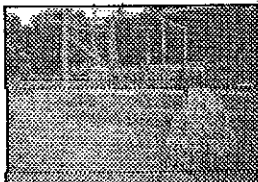
---

---

---

---

**Rock & Gabion Footing**



---

---

---

---

---

---

---

---

### Termite Prevention

- Structural termite resistant material
  - Steel, cypress pine, treated timber, specific hardwoods.
- Environmentally friendly termite barriers-
  - Termimesh, Granite Guard, ant caps, physical
- Inspection
  - never build gardens around wall perimeter.
- Poisons ...

---

---

---

---

---

---

---

---

### Bottom Plate

- Bottom plate connected to the footing.
- Works with the top plate as part of the tie down system.
- Bottom plate is used as the capillary layer in straw bale buildings.

---

---

---

---

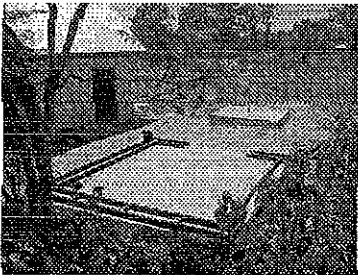
---

---

---

---

### Slab with bottom plate



---

---

---

---

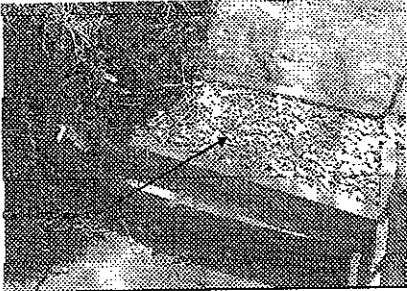
---

---

---

---

### 20mm pebbles in bottom plate



---

---

---

---

---

---

---

---

### Capillary Layer

Prevents moisture from straw pooling under the bottom straw bale.

Prevents entry of water into the bottom straw bale from the slab.

- 20 mm pebbles
- Mesh

### Moisture Barrier

- Plastic sheeting
- Flashing

---

---

---

---

---

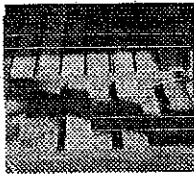
---

---

---

### Wire Mesh on Pole Frame designs

- Provides a barrier to vermin.
- Provides a barrier to fire embers.
- Prevents pooling of moisture under bottom plate.
- Enhances breathing of straw bale.



---

---

---

---

---

---

---

---

Just don't go there!...

Rods in the centre of the straw bales do not provide any added benefit in stabilizing the wall.

Straw bales should not be placed directly onto black plastic or damp courses.



---

---

---

---

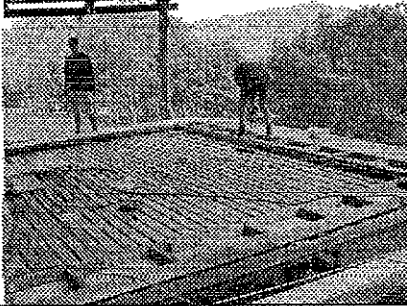
---

---

---

---

Make top plates on ground



---

---

---

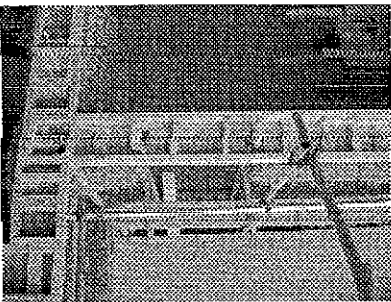
---

---

---

---

---



---

---

---

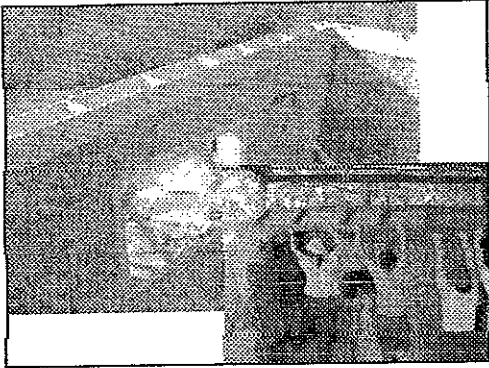
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

### Pre Compression

- Give strength and stability to the wall
- Reduces creep
- Used in load bearing and non-load bearing walls.

---

---

---

---

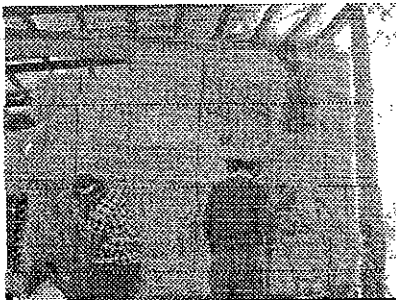
---

---

---

---

### Threaded Rod



---

---

---

---

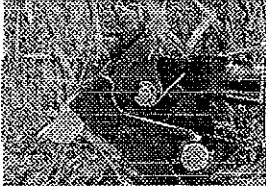
---

---

---

---

### Gripples



---

---

---

---

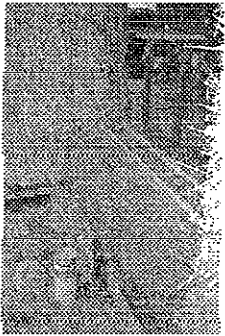
---

---

---

---

### - Battens



---

---

---

---

---

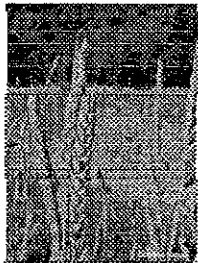
---

---

---

### Straw Bale - Types

- Wheat
- Barley
- Rice
- Rye
- Oat
- Hemp
- Bladley & Rode grass
- Sugar cane mulch



---

---

---

---

---

---

---

---

### Moisture

- The moisture content of SB is 8% – 15%
- Moisture moves through SB wall by:
  1. Vapour diffusion - high humidity to lower humidity through porous materials.
  2. Capillary action – through fine cracks.

---

---

---

---

---

---

---

---

### How Moisture Gets In

- From the ground.
- Exposure during construction.
- Detailing around doors and windows.
- Cracks in render.
- Exterior environment
- Interior environment – eg condensation from the kitchen and bathroom.
- Humidity

---

---

---

---

---

---

---

---

### Moisture

- Moisture must be sustained at >20% for a prolonged period of time for mould to grow.
- Houses which have been effected by rot have shown to have had poor attention to details, footings, rendering or overhangs

---

---

---

---

---

---

---

---



### Moisture Plan

- **Good Hat** – 700mm + awnings or veranda.
- **Good Boots** – Footings & capillary break / damp course.
- **Good Coat** – Detailing and permeability.



---

---

---

---

---

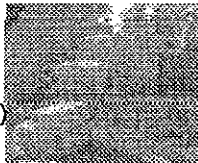
---

---

---

### Selecting the Bales

- **Buyer beware.**
- **Uniform in size** –  
900 x 350 x 450  
2400 x 900 x 600 (jumbo)
- **Square ends**
- **Density** – 16 kg plus (112kg/m<sup>3</sup>)
- **Stalk length** at least 25cm
- **Moisture content** 10 – 15%



---

---

---

---

---

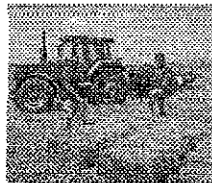
---

---

---

### Selecting the Bales

- **No history of moisture** whilst baling or storage.
- **No grey or black areas.**
- **Smells fresh.**
- **Buy local.**



---

---

---

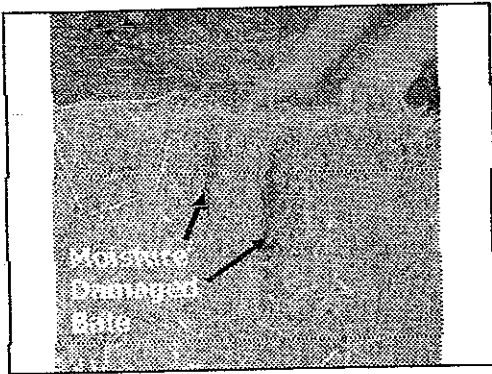
---

---

---

---

---



---

---

---

---

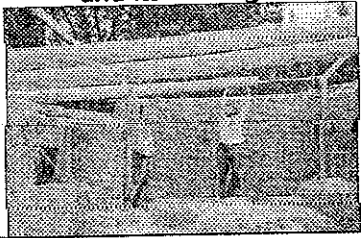
---

---

---

---

**Load Bearing**  
Straw bale walls are structural;  
they carry the weight of the roof  
and its framing.

A black and white photograph showing the interior of a building. Straw bale walls are visible, supporting a wooden roof structure with rafters and beams. The walls appear to be made of stacked straw bales.

---

---

---

---

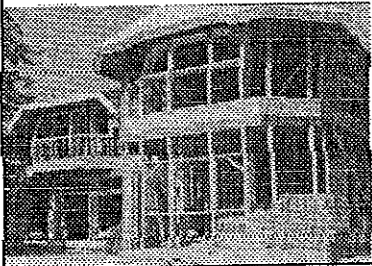
---

---

---

---

**Non-load Bearing = Infill**  
Posts and beams bearing the weight  
of roof. The straw walls are infill.

A black and white photograph of a two-story house. The house features a prominent porch on the ground floor. The walls between the porch posts and the roof beams are made of straw bales, serving as infill. The roof is supported by a post-and-beam structure.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Load Bearing or Non-load Bearing?

- Height of wall
- Weight of roof
- *Climate*
- Design of house
- Amount of framing required
- Amount of time to detail building

---

---

---

---

---

---

---

---

### Load Bearing

- *Maximum Wall Height = 7 bales*  
(before top plate)
- 7 Bales @ 350mm = 2450mm
- + top and bottom plates 2 x100mm = 2650
- - wall compression of approx 50mm = 2600
- 7 bale wall 2600 – allows min 2400mm ceiling
- 6 bale wall 2250 – okay with a raked ceiling eg bathroom.

---

---

---

---

---

---

---

---

Temporary corner frames and struts are needed until the wall is compressed.



---

---

---

---

---

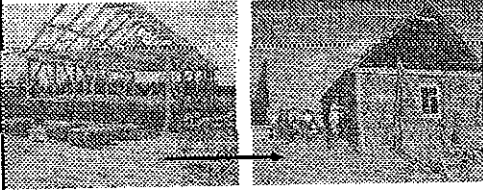
---

---

---

### Infill /Post & Beam

The posts & beams will bear the roof's weight.



---

---

---

---

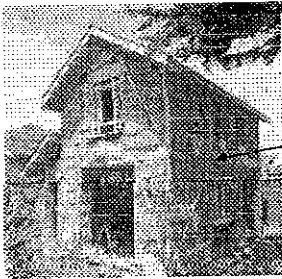
---

---

---

---

### Walls – Two Story



Floor frame supporting next wall of SB

---

---

---

---

---

---

---

---

### Wall Raising

- No loose fill at the end of a wall.
- Overlap stretcher bond pattern.
- No loose fill at corners.
- Alternate cut and uncut edge.
- Care of the bales.

---

---

---

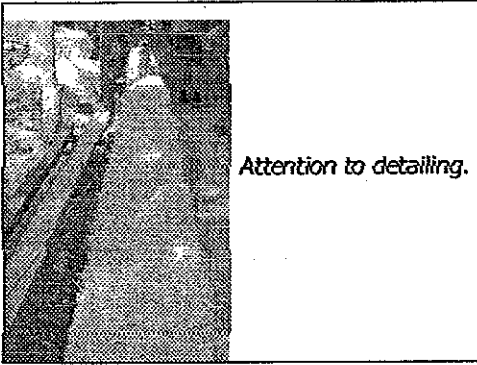
---

---

---

---

---



*Attention to detailing.*

---

---

---

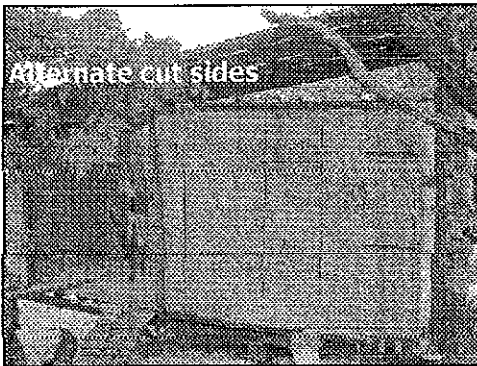
---

---

---

---

---



**Alternate cut sides**

---

---

---

---

---

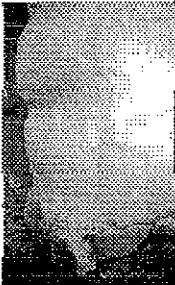
---

---

---

**Wall Raising**

- Don't forget the windows.
- Don't pack to tight or too loose.
- Elephantitis and beer bellies.



---

---

---

---

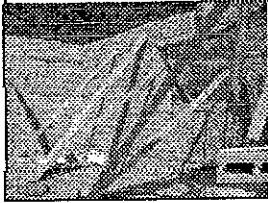
---

---

---

---

Keeping it all square



---

---

---

---

---

---

---

---

Re-sizing the Bales



Measure the space

---

---

---

---

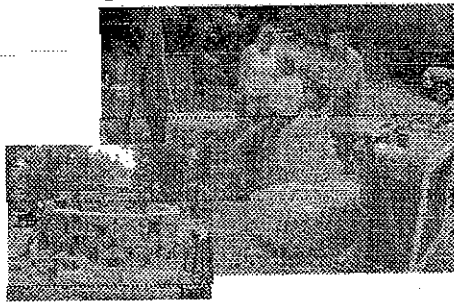
---

---

---

---

Curving Bales



---

---

---

---

---

---

---

---

**Pacifier**



---

---

---

---

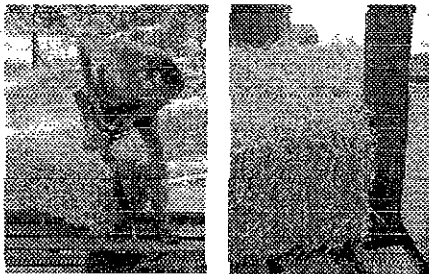
---

---

---

---

**Check out for post and bracing**



---

---

---

---

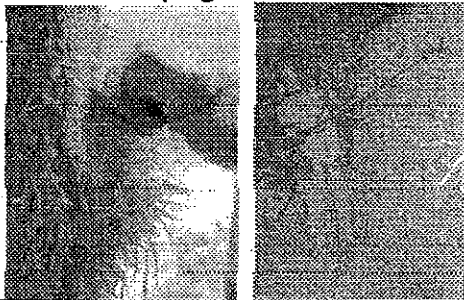
---

---

---

---

**Shaping the Bales**



---

---

---

---

---

---

---

---

### Bales on Edge

- Advantages
  - Space in room
  - Cost of larger slab and roof areas.
- Disadvantages
  - Strings can easily be cut during construction
  - Fire in un-rendered building will burn strings and cause spread of fire.
  - ? load bearing
  - Temporary support required during construction.
  - Load carried by ties.
  - Consider wall height

---

---

---

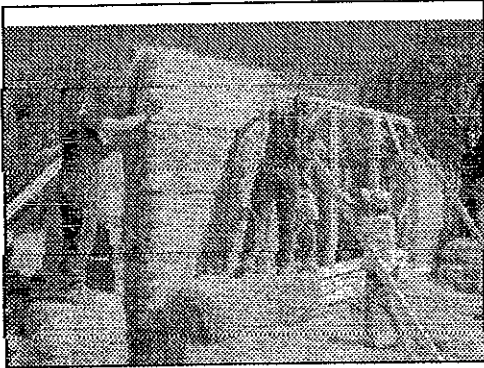
---

---

---

---

---



---

---

---

---

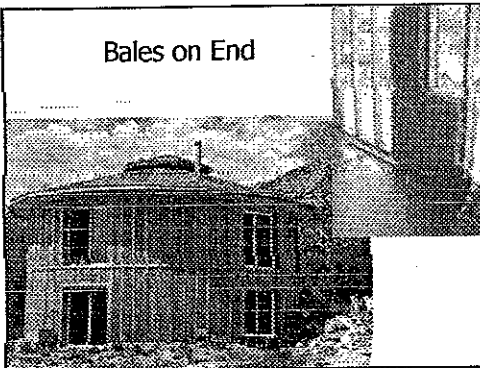
---

---

---

---

### Bales on End



---

---

---

---

---

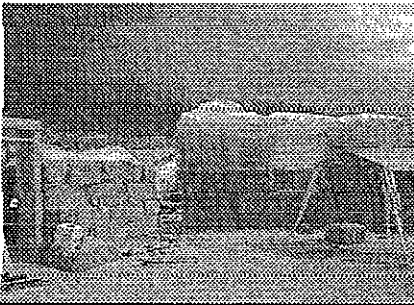
---

---

---



## Weather Protection



---

---

---

---

---

---

---

---

## Windows

- Frame work types.
  - Free floating
  - Attach to top frame
  - Attached to top and bottom frame
- Positioning
- Shaping

---

---

---

---

---

---

---

---

## Floating window



No external sill



---

---

---

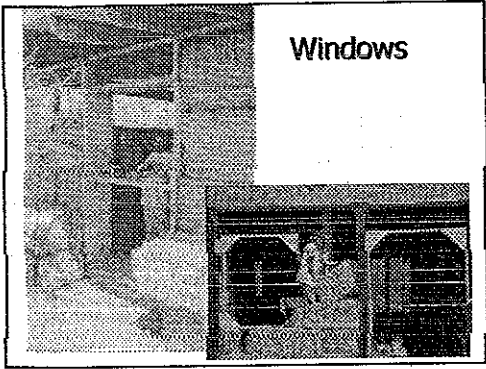
---

---

---

---

---



---

---

---

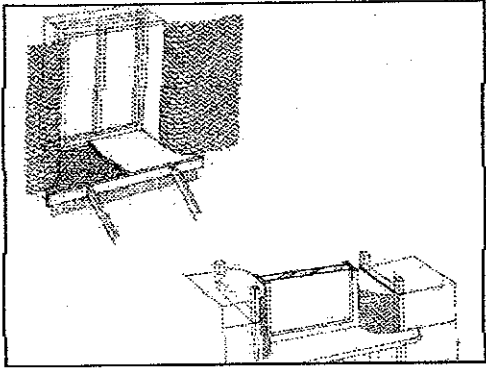
---

---

---

---

---



---

---

---

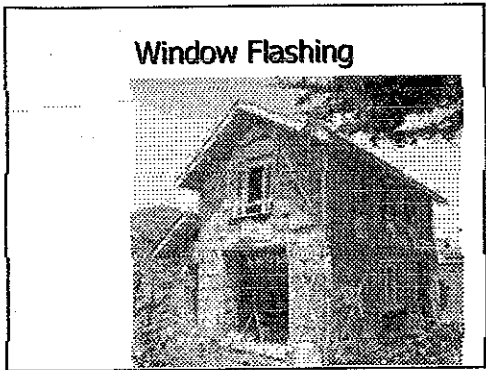
---

---

---

---

---



---

---

---

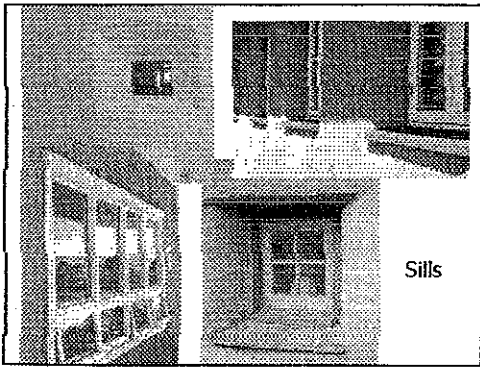
---

---

---

---

---



Sills

---

---

---

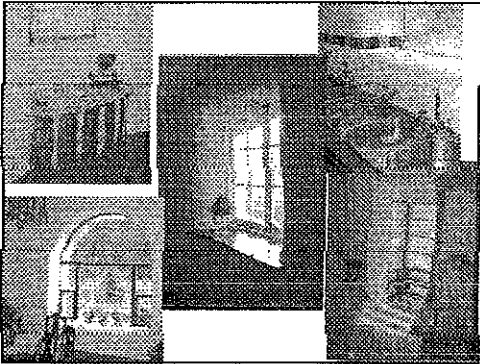
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

### Doors detailing

- Load Bearing Door
- Hybrid Door
- Flashing and over head finishing.
- Render over timber

---

---

---

---

---

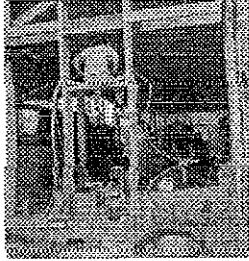
---

---

---

## Services - Electrical

- Electrical
  - Make time for installation prior rendering.
  - Block Ply
  - Check in conduit



---

---

---

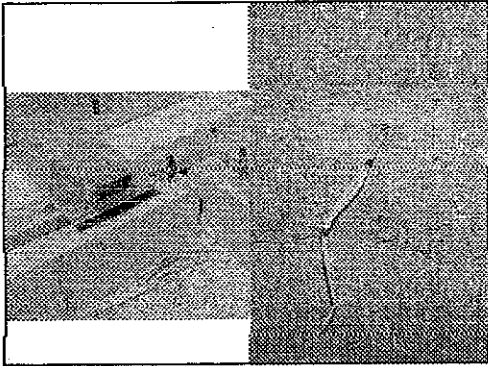
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

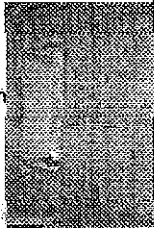
---

---

---

## Services - Plumbing

- Plan to avoid putting water services in wall where practical.
- Plastic sleeving
- Copper can cause condensation in wall.
- Cut in with chain saw.



---

---

---

---

---

---

---

---

## Wet Areas

- Bathroom and Kitchen
- Ventilate well
- Space Ferrous cement sheet away from wall 40mm.
- Do not tile directly on wall
- Hi condensation area needs specific attention

---

---

---

---

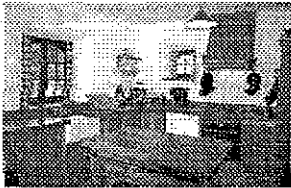
---

---

---

---

## Internal Fittings



Kitchens

---

---

---

---

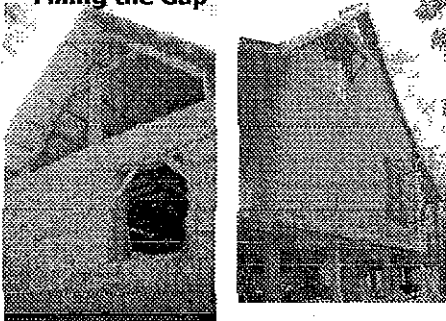
---

---

---

---

## Filling the Gap



---

---

---

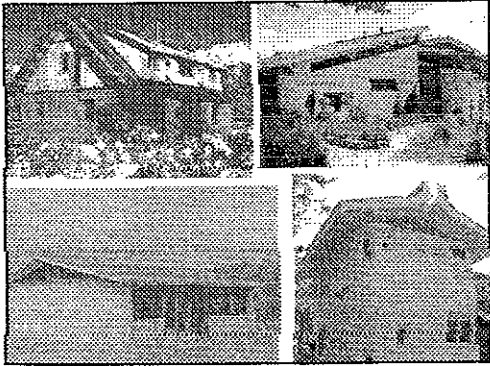
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

### Roof Framing

- *Roof trusses have to sit on top of something.*
- In a regular house it's the stud walls and their top plates.
- In a Post and Beam it's on the beams.
- In load-bearing Straw Bale, it is the top plate on the top course of bales.

---

---

---

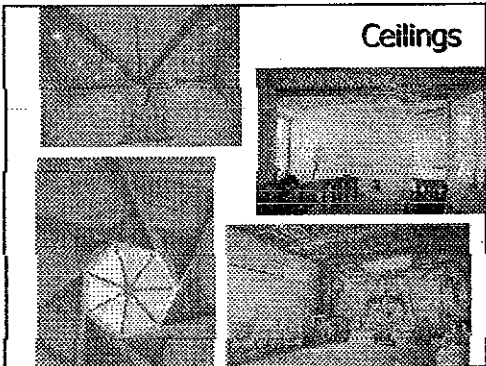
---

---

---

---

---



### Ceilings

---

---

---

---

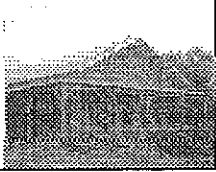
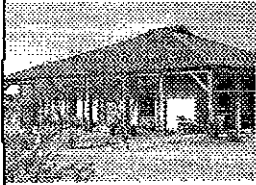
---

---

---

---

Roof - overhangs



---

---

---

---

---

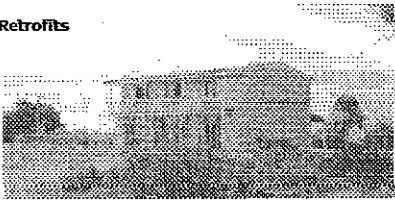
---

---

---



Retrofits



---

---

---

---

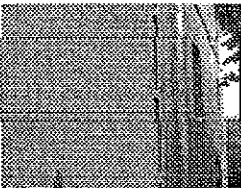
---

---

---

---

Cladding over Straw Bale



---

---

---

---

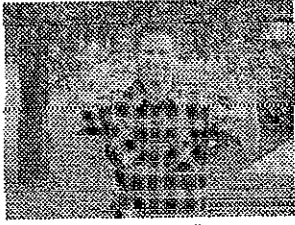
---

---

---

---

## Rendering Straw Bale



No surface coating will take the place of good design or detailing

---

---

---

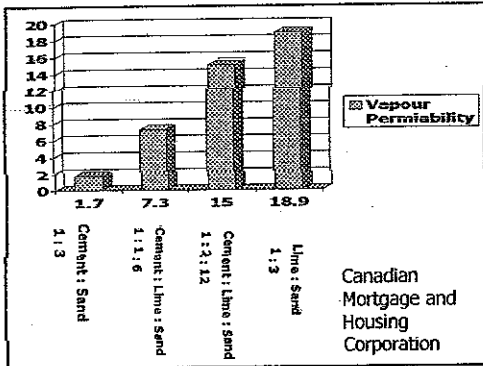
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

Sample	Vapour Permeability (vapour moving through the wall)	Water Absorption (water moving through the wall)
Cement : Sand 1:3	1.7 ng/Pa*s*m	0.038 ng/m²*s/2
Cement : Lime : Sand 1:1:6	10.3	0.092
Cement : Lime : Sand 1:2:12	14.9	0.110
Lime: Sand 1:3	18.9	0.127

*Clay + sand*

<http://mha-net.org/msb/research/CMHCSbplaster.pdf>

---

---

---

---

---

---

---

---





### Additives to Renders

- Tensile strength
  - Chaff, horse/goat/cow hair, poly fibres, coir, hemp
- Provide strength
  - Pozzolans (volcanic ash, fly ash)
- Waterproofing with permeability and permeance
  - Siloxanes, lime, linseed oil, olive oil soap

---

---

---

---

---

---

---

---

### Additives to Renders

- Provide Plasticity
  - Detergent, lime
- Anti-Dusting
  - linseed oil, potassium silicates
- Enhance setting
  - wall paper paste, flour paste, linseed oil
- Natural Adhesives
  - casein, blood, starch, gum, resin

---

---

---

---

---

---

---

---

### Preparation

- Ensure the detailing and lines are desirable.
- Trim excess straw.
- Fill any spaces with straw or cob.
- Niches and Shelves.
- Flashing.



---

---

---

---

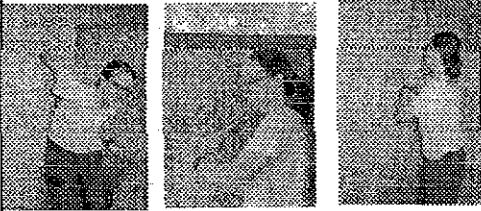
---

---

---

---

**Preparing Wall**  
**Fill the big gaps with straw**



---

---

---

---

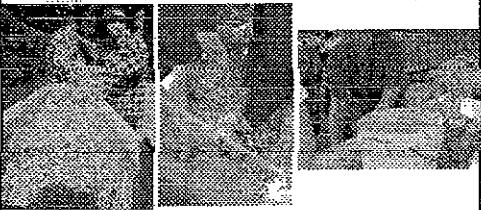
---

---

---

---

**Make up some cob**



---

---

---

---

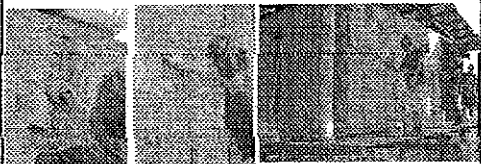
---

---

---

---

**Fill the small gaps with cob**



---

---

---

---

---

---

---

---

## Cement Render

### ■ Advantages

- Most people have some experience with concrete.
- Batched in cement mixer or concrete truck and pumped.
- Structural strength.
- Hardens quickly.



---

---

---

---

---

---

---

---

## Cement Render

### ■ Disadvantages

- Must be reinforced with bird wire.
- Bird wire needs to be sewn onto the bales.
- Dry edge
- Cracking difficult to repair - leaving access for moisture. A hair line crack will let moisture move into the wall by capillary action.
- More expense - cement + bird wire + tie wire + labour.
- Impermeable to moisture.
- Water vapour
- Greater embodied energy.

(manufacturing cement = 8% CO2 released from human activities)

*did not  
NB: 7/5/21/01/01 crack*

---

---

---

---

---

---

---

---

## Cement Render - Technique

- Attach 12 - 30 mm bird wire to the top and bottom plate using clouts. Remove as much sag out of the wire as possible.
- Tie the wire from side to side using tie wire.
- Remove all further sagging of bird wire using 2.5mm wire staples.



---

---

---

---

---

---

---

---

### What Sand?

- Well graded sharp sand up to 5mm aggregate improves the strength of the renders. A suitable sand will feel crunchy when squeezed in the hand.
- Sharp sand is angular so particles lock together. Sharp sand alone does not have enough fine particles.
- Fine sand for final coat. Fine sand has a larger surface area and holds more water. This slows the capillary action of water towards the straw.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Water

- Water + cement = hardened glue.
- Too much water when mixing weakens the final render.
- Straw bales will initially draw moisture out of the render.
- Bales must be sprayed with water before render is applied.
- Wall should be kept lightly moist for 3 days to minimise cracking.

---

---

---

---

---

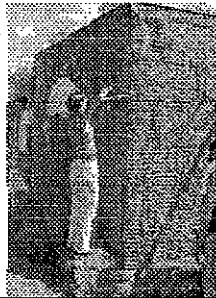
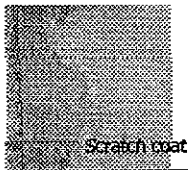
---

---

---

### Cement Render - Technique

- 3 Coats of render are required
  - Scratch coat
  - Brown coat
  - Finish coat



---

---

---

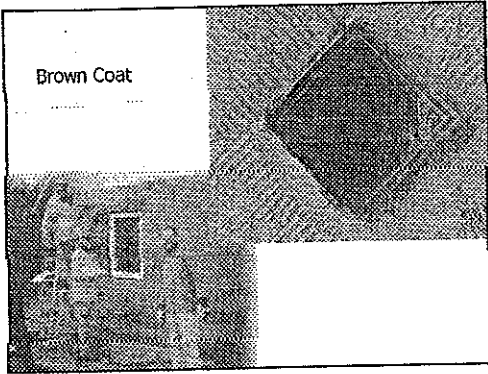
---

---

---

---

---



---

---

---

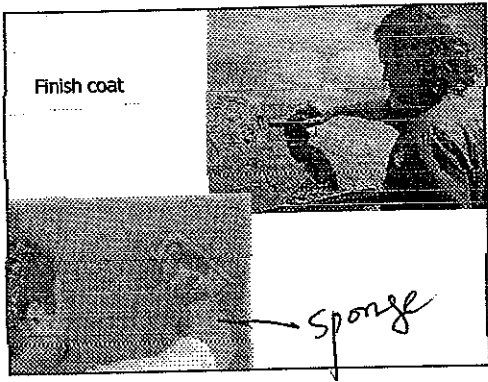
---

---

---

---

---



---

---

---

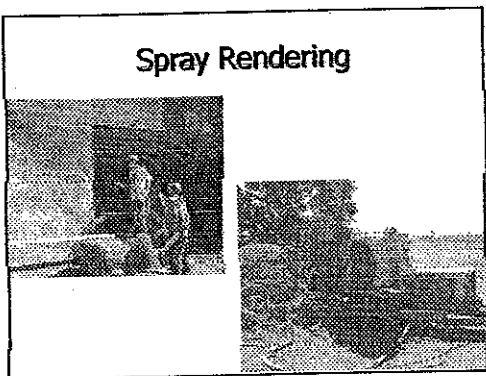
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

### Applying render

- Thin layers do not crack as easily as thicker layers.
- Thicker layers will pull away from the wall before drying.
- Change in render can break the capillary action of water.
- All layers must be keyed into the previous layer.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Cement Recipes

Cement : Lime : Sand

- Scratch coat 1:1:6
- Brown Coat 1:1:6
- Final fine sand 1:1:6

---

---

---

---

---

---

---

---

### Why Cement Cracks

- inadequate sand in the mix,
- inappropriate gradation of the sand,
- excess water in the mix,
- inappropriate formula,
- lack of lath

---

---

---

---

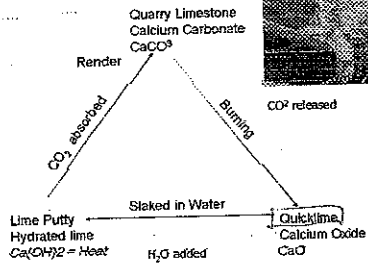
---

---

---

---

## The Lime Cycle



*do you*

---

---

---

---

---

---

---

---

## "Caution"

- Lime is an Alkaline. It Burns. It continues to burn causing ulcers.
- Protect skin and eyes when dealing with quicklime. Flush any burns with lots of water. Vinegar and mayonnaise are mild neutralizers.
- Hands will dry excessively when rendering – protect with gloves.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Lime Render

- Advantages
  - Historically proven.
  - 18 times more permeable than cement
  - Over time lime renders carbonate to limestone.
  - Fine cracks have the ability to self heal
  - Larger cracks are easy to repair
  - Lime will warn you early of moisture problems
  - More flexible during rendering

---

---

---

---

---

---

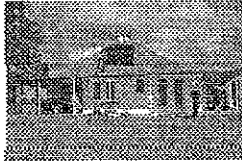
---

---



## Lime Render

- Disadvantages
  - Takes longer to harden
  - Lack of skilled tradespeople



---

---

---

---

---

---

---

---

## Making lime putty from quicklime

- Half fill container with cold water. 40 litres water to 25kg quick lime
- Reaction starts immediately
- Stir continuously to prevent caking
- Stir till dissolved and reaction stops – 10 minutes
- Limewater should be prevented from evaporating
- Store 2 months minimum, can be stored covered with water indefinitely

---

---

---

---

---

---

---

---

Extreme caution  
Extreme heat and  
burns from vapour  
and dust



---

---

---

---

---

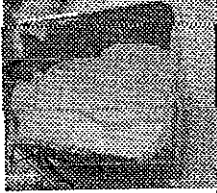
---

---

---

### Making Lime Render

- Lime Putty : Sand  
1 : 3~4 ,
- Mix putty well before adding sand or water



*if required*  
\* Mix for a total of 30 minutes (pods)

---

---

---

---

---

---

---

### Mix the lime render

- Too much water when mixing increases shrinkage and cracking
- Use as dry a mortar as possible and push into place
- This is harder to work than cement
- Takes more time to harden than cement

---

---

---

---

---

---

---

### Applying Lime Render

- Dampen wall half hour prior rendering
- Dampen wall immediately before rendering (not water running off)
- If lime dries too quickly it will shrink and pull away from lower layer
- Shaded side on hot and windy days
- Cover with wet Hessian to slow drying

---

---

---

---

---

---

---

### Lime Rendering

- Slap a few trowels full of mortar onto hawk
- Cut small slice off with trowel
- Each trowel full is pressed into the previous layer
- Not necessary to make smooth at this point
- Leave no air pockets
- Go back over the render after 20 minutes, re-compact



---

---

---

---

---

---

---

---

### Lime Rendering

- Obtain a good key between layers
- Do not let outside skin carbonate too fast
  - The whole skin should take 2 - 7 days.
  - Use mist or wet hessian bags
- Apply next coat when you can not push thumb through previous coat.

---

---

---

---

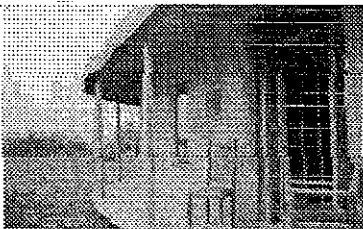
---

---

---

---

### Earth Renders



---

---

---

---

---

---

---

---

### Why use earth

- Low Carbon Emissions
- Local sourcing
- *Efficient use of a finite resource*
- Minimise pollution
- Minimise waste
- Benign material

---

---

---

---

---

---

---

---

### Properties of earth render

- Strength - Strong in compression, this can be increased by compaction
- Durability - Traditional earth building have lasted over 2 centuries of use
- Weathering - Earth building need to be protected from prolonged exposure to moisture through appropriate shoes, hat and coat
- Abrasion - Soft. Improved by changing mix, compression, adding stabilizers.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Properties of earth render

- Maintenance - Regular regime
- Pest - unfounded
- Shrinkage - dependant on soil type. This can be controlled. Humidity does not alter the density of the clay.
- Humidity Regulator - especially useful in wet areas where by absorbing moisture and slowly releasing it reduces condensation and fungal growth.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Properties of Earth Render

- **Thermal Mass** – Stores heat and slowly releases, regulating indoor temperature
- **Preserves** - timber and straw in a dry state.
- **Fire Retardant** - Earth renders have good fire retardant properties

---

---

---

---

---

---

---

---

### Increasing Durability of Earth

- **Material & Techniques employed**
- **Appropriate design for region**
- **Maintenance and repair appropriate to original construction**

---

---

---

---

---

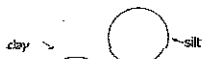
---

---

---

### Particle sizes

- gravel > 4.7mm
- sand - 0.06 - 2.0mm
- silt - 0.002 - 0.06mm
- clay < 0.002mm



---

---

---

---

---

---

---

---

## Earth Structures

- **Rammed Earth**  
    < 10% clay, high sand and gravel
- **Earth Render**  
    15 to 30% clay
- **Cob Wall**  
    15 to 40% clay

---

---

---

---

---

---

---

---

## Testing for Clay

- **Visual** – eliminates sandy content
- **Smell** – musty = organic
- **Nibble** – grains = sand
- **Touch** - clay has lumps which can not be crushed
- **Washing Hands**
- **Lustre Test** – Clay shiny – silt dull
- **Sedimentation Test**

---

---

---

---

---

---

---

---

## Clay ≠ Silt

- **Dry Strength**
- **Water Retention**
- **Cohesion Test**

---

---

---

---

---

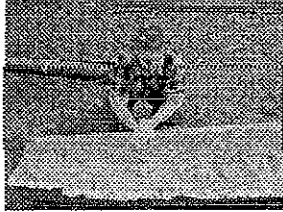
---

---

---

## Earth for Rendering

- 15 – 30% clay
- 55 – 75% sand
- Max 10 – 15% silt
- Max 3% organic matter



---

---

---

---

---

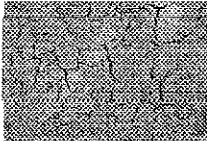
---

---

---

## Earth Recipes

- Too much clay = tendency to crack severely
- Too much sand = clay will not cover all the sand particle, the plaster will be very brittle
- Too much silt or organic matter = crumbly, powdery mix, vulnerable to water and decay over time.



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

### Body Coat Recipe

- Clay start with four test samples

straight clay

1 clay : 1 sand

1 clay : 2 sand

1 clay : 3 sand

From this select the sample which does not crack and does not crumble

---

---

---

---

---

---

---

---

### Body Coat Recipe

- With the best sample make 3 lots with

3 mix : 1 chaff

2 mix : 1 chaff

1 mix : 1 chaff

---

---

---

---

---

---

---

---

### Body Coat Recipe

- Take you best mix and make a large sample wall.

- Observe and modify as required.

---

---

---

---

---

---

---

---



### Mixing Earth Render

- Clay should be completely dry so that it will powder.



---

---

---

---

---

---

---

---

### Making a Clay Slip

- Or completely wet so it is a thick slurry



---

---

---

---

---

---

---

---

### Wet the Walls



---

---

---

---

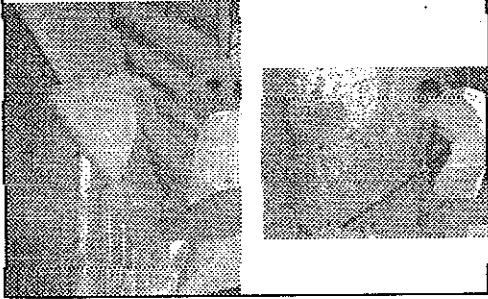
---

---

---

---

**Slip Coat**



---

---

---

---

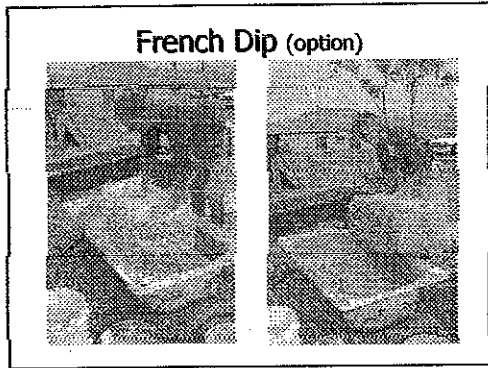
---

---

---

---

**French Dip (option)**



---

---

---

---

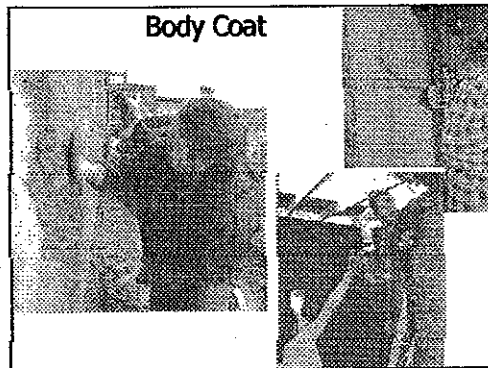
---

---

---

---

**Body Coat**



---

---

---

---

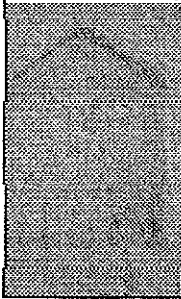
---

---

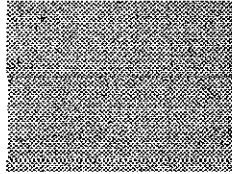
---

---

## Keying in Layers



- Wet previous layer well
- Provide texture for adhesion
- Provide chemical reaction for adhesion



---

---

---

---

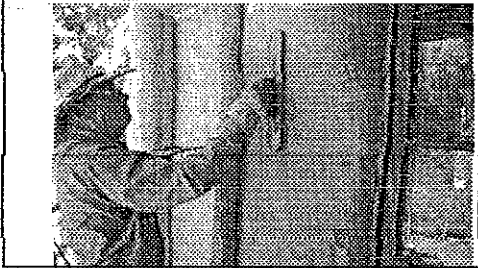
---

---

---

---

## Finish Coat



---

---

---

---

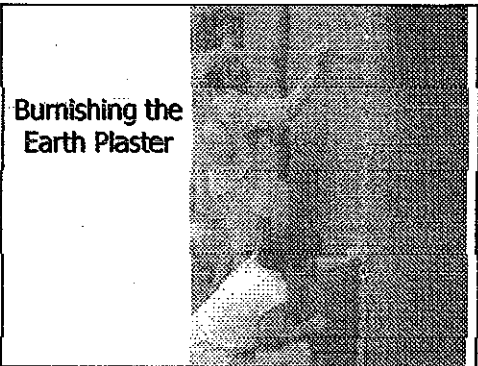
---

---

---

---

## Burnishing the Earth Plaster



---

---

---

---

---

---

---

---

## Calculating Render Requirements

1. If external building is:-
  - 10m long x 6m wide x 2.5m high
  
2. Calculate internal and external surface area
  - = Height x Width x Walls
  - Long wall - External =  $(10 \times 2.5) \times 4 = 100m^2$
  - Wide walls - External =  $(6 \times 2.5) \times 4 = 60m^2$
  - 160m<sup>2</sup>**

---

---

---

---

---

---

---

---

3. Calculate cubic metres
  - 160m<sup>2</sup> Render @ 50mm thick
  - =  $160 \times 0.05 = 8m^3$
  
4. Calculate amount of Soil Required
  - If render mix is 1 clay : 3 sand then:-
  - $2m^3$  clay +  $6m^3$  sand =  $8m^3$

---

---

---

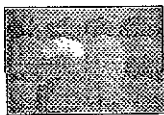
---

---

---

---

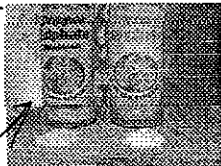
---



Colour

Ivory and white cement powder

- Sand colour
- Oxides
- Clays
- Ferrous sulphate
- Copper sulphate




---

---

---

---

---

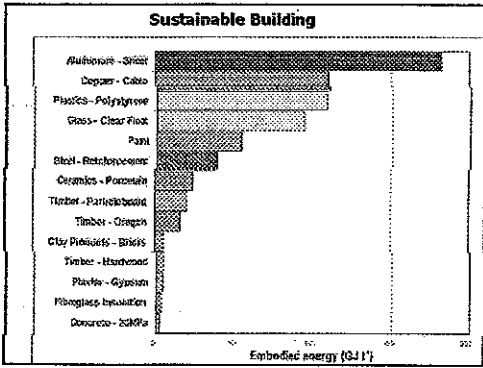
---

---

---

\$ 3.20     A

Casein     7/10/50




---

---

---

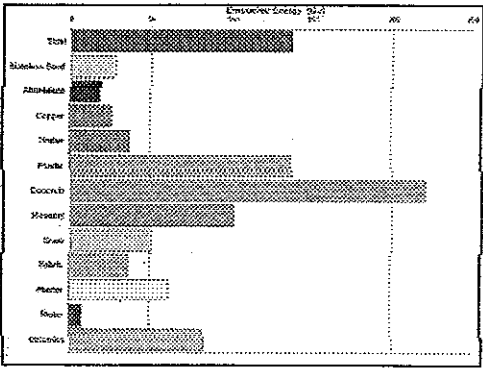
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

### Embodied Energy Reduction

- Use local building material
- Build small
- Recycle
- Renewable / sustainable
- Durability
- Disposal

---

---

---

---

---

---

---

---

**Before designing your home  
set your objectives**

---

---

---

---

---

---

---

---

**Principles of Passive Solar  
Design**

- *house orientation*
- thermal mass
- ventilation
- insulation
- emissivity and reflectivity
- window orientation and size
- awnings size
  
- natural lighting

---

---

---

---

---

---

---

---

**Solar Chart**

<http://www.ausdesign.com/calc1.html>

---

---

---

---

---

---

---

---

### Thermal Mass

■ Water		4186 kJ/m <sup>3</sup> K
■ Concrete		2060
■ Sandstone		1800
■ Clay tiles		1768
■ Rammed earth		1675
■ FC Sheet (compressed)		1530
■ Brick		1360
■ Wood		904
■ Fibreglass Insulation		9.2

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Lag Time

■ Concrete	250mm	6.9
hours		
■ Double brick	220mm	6.2
hours		
■ Adobe	250mm	9.2
hours		
■ Rammed Earth	250mm	10.3
hours		
■ Sandy Loam	1000mm	30 days
■ Earth covered house	2-5m	65-165 d

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Solar Absorbency %

Optical flat black Paint	.98
Flat Black Paint	.95
Black Concrete	.91
Brown Concrete	.85
Red Bricks	.70
Uncoloured Concrete	.65
Medium Blue Paint	.51
White semi-gloss Paint	.30
White Lacquer	.21
Polished Aluminium reflector sheet	.12

---

---

---

---

---

---

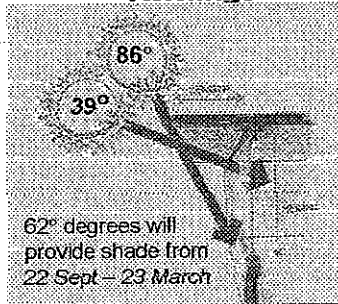
---

---

---

---

## Awnings



---

---

---

---

---

---

---

---

## Ventilation

- Ventilation is required to provide the following:
  - fresh air
  - heat removal
  - condensation reduction
- Our winds are predominately SE

---

---

---

---

---

---

---

---

## Insulation (R-Value)

- |                           |           |
|---------------------------|-----------|
| ■ Sheep's wool            | 2.1 - 2.7 |
| ■ Fibreglass              | 2.0       |
| ■ Rock wool               | 2.5       |
| ■ Cellulose fibre         | 2.3       |
| ■ Polyester               | 2.3       |
| ■ Extruded polystyrene    | 3.5       |
| ■ Expanded polystyrene    | 2.6       |
| ■ Strawbale rendered wall | 5.6 - 8.0 |

---

---

---

---

---

---

---

---



## Recommended insulation for Brisbane

- **Roof**  
Use RFL insulation under the roof with an air gap of 25mm minimum.R2.7
- **Ceiling**  
*In naturally ventilated houses*  
Use a minimum of R 1.5 insulation.
- **Walls**  
Use a minimum of R1.5 insulation.
- **Floor**  
R1.0 is recommended under suspended floors if:

---

---

---

---

---

---

---

---

## Changed Power Attitude

Solar Hot Water saving	44%
Passive solar design	13%
Gas Cooking	5%
Turn off standby power	8%
<b>Total Saving</b>	<b>70%</b>

Note - lifestyle is not compromised!

---

---

---

---

---

---

---

---

## Changed Water Practice

- Rain Harvest in gutters and swales
- Collect grey water from kitchen, bathroom and laundry
- Tertiary treated through filters and UV light.
- Reuse grey water in laundry and garden.

---

---

---

---

---

---

---

---

