

GJORT AV JORD

Lerjord som byggmaterial i Sverige och länder med likartat klimat



Licentiatavhandling

Eva-Rut Lindberg

Innehållsförteckning

Företal	5	3.2.3	Bevarade äldre byggnader med lerjord i konstruktionen .	36
Förord	7	3.2.4	Estland	39
Sammanfattning	9	3.2.5	Udda byggtekniker	39
Summary	13	3.2.5.1	Jordstugor	39
		3.2.5.2	Vedhus	40
1 Inledning	17	3.3	1920-talets böcker	41
1.1 Syfte	17	3.3.1	Grottelyckor i Harplinge socken	44
1.1.1 Upplägg	17	3.4	1950-talet	45
1.1.2 Metodbeskrivning och begränsningar.....	18	3.4.1	Sverige	45
1.1.3 Definitioner och nomenklatur	19	3.4.2	Övriga Norden.....	46
2 Arkitektur och miljö	21	3.5	1900-talets slut	46
2.1 Finns ekologisk arkitektur? ...	21	3.6	Blandade influenser	48
2.1.1 Ekologiska nivåer och avgränsningar.....	21	3.6.1	Araratutställningen	48
2.1.2 Ekologiska byggmaterial	22	3.6.2	Snålhuset	49
2.2 Lokala byggmaterial	22	3.6.3	Några böcker där materialet lerjord nämns.....	50
2.2.1 Hus och energi	24	4 Nyligen uppförda objekt i Sverige	53	
2.2.2 Subjektiva värderingar och objektiva fakta?	25	4.1	Kulturgården Bråtadal-Björkekullen - med Sveriges enda sanitetshus av jord	53
3 Lerjordsbygge från historisk tid till nutid	27	4.1.1	Komplett kunskapsgård i harmoni mellan människa och natur	53
3.1 Historiska exempel.....	27	4.1.2	Sanitetshuset.....	54
3.1.1 Frankrike	28	4.1.3	Stampjordsväggarna	55
3.1.2 Tyskland	29	4.1.3.1	Provkuber	55
3.1.3 England.....	30	4.1.3.2	Formsättning	56
3.2 Glimtar ur den nordiska historien	32	4.1.3.3	Bra redskap ger rationellt byggande	56
3.2.1 1700-talets vedbrist	33	4.1.4	Övrig beskrivning	57
3.2.1.1 Kakelugnen.....	33	4.1.5	Svårt med bygglovet	58
3.2.1.2 Rutger Macklean.....	34	4.2	Kyrkan vid Saltå kvarn	59
3.2.2 ”Underrättelse om sättet att bygga Stamphus eller beqwäma och oförbränneliga hus af jord eller lera”	35	4.2.1	Huset	60
		4.2.1.2	Materialval och byggteknik ..	61
		4.2.2	Lerhalmsarbeten	62
		4.2.2.1	Övriga konstruktioner samt teknisk försörjning	64
		4.2.3	Myndigheterna.....	65
		4.2.4	Många bäckar små.....	65

4.3	Kretsloppshuset på S:t Hansgården.....	66	5.4.2	Domaine de la Terre vid l'Isle d'Abeau.....	102
4.3.1	Vad är ett kretsloppshus?	66	5.4.2.1	Koncept	105
4.3.2	S:t Hansgårdens gamla djurhus.....	66	5.4.2.2	Byggtekniker	107
4.3.3	Det nya huset	68	5.5	England	109
4.3.3.1	Byggnadens träkonstruktioner.....	70	5.5.1	Reception building, Norden Park and Ride.....	110
4.3.3.2	Lerans roll	71	5.5.2	Centre for Alternative Technology och Eden Centre.....	111
4.3.3	The never ending story... ..	72	6	Lerjordens roll i dagens och morgondagens arkitektur och byggproduktion.....	113
4.4	Lerklinad glasskiosk till minigolfbana med vikingatema	73	6.1	Lerjordens betydelse som byggmaterial idag	113
4.4.1	Härjarö.....	73	6.1.1	Organiserade verksamheter .	114
4.4.1	Projekteringsarbetet	73	6.2	Miljö och hälsa	115
4.4.1.1	Kioskens planering.....	74	6.2.1	Miljöaspekter.....	115
4.4.1.2	Bygga utan spik	74	6.2.2	Hälsoaspekter	116
4.4.1.3	Från teori till praktik	75	6.2.2.1	Leva bättre med lera?.....	117
5	Lerjordsbyggande utanför Sveriges gränser	79	6.3	Byggproduktion.....	118
5.1	Norden.....	79	6.3.1	Självbygge.....	118
5.1.1	Finland.....	79	6.3.1.1	En fråga om livsstil?	119
5.1.2	Norge.....	80	6.3.2	Konventionell byggproduktion	119
5.1.3	Danmark	81	6.3.2.1	Anpassning av byggmetoder	120
5.1.3.1	Andelssamfundet i Hjortshøj .	82	6.4	Vad hindrar att lerbaserade byggmaterial används idag?	121
5.2	Tyskland	89	6.4.1	Kunskap och krav	122
5.2.1	Artefact.....	89	6.4.1.1	Tro och vetande	122
5.2.1.1	Konstruktionslösningar	91	6.4.1.2	Fukt	123
5.2.1.2	Ovissa framtidsutsikter.....	91	6.4.2	Obeprövad teknik	124
5.2.2	Ekobyn i Schöneiche.....	92	6.4.2.1	Lermaterialets svaga sidor ..	125
5.2.3	Kapelle der Versöhnung - Försoningskapellet	93	6.4.3	Bygglov	125
5.2.3.1	Konstruktion	93	6.5	Arkitektur för en hållbar samhällsutveckling	126
5.2.3.2	Material och materialprovning	95	6.5.1	Arkitekturens symboliska betydelse	126
5.2.3.3	Kvalitetskontroll	95	6.5.2	Lerjord och arkitektonisk form	127
5.3	Ungern.....	96	6.5.3	Lerjordsbaserade byggmaterial och hållbar utveckling... ..	127
5.3.1	Friluftsmuseet i Szentendre ...	96	Referenser	129	
5.3.2	1990-talets extrema arkitekturstilar	97	Fotnoter	135	
5.4	Frankrike	99			
5.4.1	CRATerre	99			
5.4.1.1	Fullskaleprov	100			
5.4.1.2	Samarbetspartners och projekt	101			
5.4.1.3	Arkitekturskolan i Grenoble	102			

Företal

Föreliggande licentiatavhandling är frukten av fem års besjälat arbete vid avd för Konstruktionslära av ark Eva-Rut Lindberg. Avhandlingen framlades i en första version vid ett slutseminarium den 10 dec 2001. Diskussionsledaren, ark/ing Conny Jerer, yrkade då på en relativt stor omarbetning. Bl a skulle allt historiskt material sammanföras, medan aktuella tendenser på området ute i Europa borde ges ett ökat utrymme i avhandlingen. Underlag för detta införskaffades därefter genom personliga studiebesök, som företagits med hjälp av ett anslag från Formas.

Forskningen vid avd för Konstruktionslära syftar till att lyfta fram nya möjligheter inom konstruktionstekniken, både avseende material och byggsystem. Lera och jord har här en plats, liksom speciella betonger för hård miljöbelastning, glas i

bärande delar och trä, som nu kan användas i stora och i massiva konstruktioner. Intresset för arkitektur och rationella arbetsutföranden speglas också i föreliggande avhandling, där självbyggeriet och påkostad egnahems- och grupphusbebyggelse markerar olika marknadssegment. En framtida utveckling av ett självkompakterande material ligger i förlängningen av avhandlingen.

Frågan om livscykel och återvinning av byggnadsmaterial blir alltmera aktuell. Här har lågförädlade material som lera och jord ett försteg bland de oorganiska varianterna, eftersom allt kan återgå till ursprunget eller återanvändas med måttlig insats.

Bo G Hellers, tf prof
2002-05-12

Förord

Så har äntligen denna licentiatavhandling fötts, med ett omfattande värkarbete innan den har fått se dagens ljus. Många jordemödrar har, under de fem år jag arbetat med denna avhandling, funnits till hands. Eftersom det inte finns utrymme nog på denna sida att namnge alla riktar jag ett gemensamt varmt tack till dem som delat med sig av sitt kunnande och sina erfarenheter. Ett särskilt tack ger jag min handledare, docent Bo Göran Hellers, som bland annat, under det sista skedet i förlossningen, har hjälpt mig med översättningen av sammanfattning och bildtexter till engelska.

De finansiärer som har vågat satsa slantar i mitt projekt är bland annat det numera nedlagda Byggforskningsrådet. Tack vare de medel som ställdes till förfogande kunde jag besöka konferensen Terra 2000 i England, där jag dessutom själv föreläste, samt under tre månader arbeta med en rapport till finansiären. Formas, Byggforskningsrådets efterträdare, har bidragit med medel motsvarande tre månaders lön så att jag kunnat färdigställa detta arbete. Genom CF:s Miljöfond har jag erhållit medel för mätningar i laboratorium och i fält; en del av detta presenteras i Appendix III. En fördjupning av materialstudier med avseende på fukt- och värmelagring kommer att ingå i min doktorsavhandling. Genom Knut och Alice Wallenbergs fond har jag erhållit

resebidrag för några av de resor i studieresyfte som jag gjort. Resorna har riktats mot länder med klimat som liknar det svenska, Danmark, Tyskland, England, Ungern och Frankrike. Anledningen har varit att komma bort från U-landsstämpeln på materialet lerjord. En finansiär som bidragit med pengar för material som bestått av film och framkallning, är Elna Bengtssons fond.

Intresset för ämnet lerjord som byggmaterial väcktes redan sommaren 1995. Då var jag fortfarande student på arkitekturskolan, och gick en tredagars kurs på Sånge Säby folkhögskola under titeln "Att bygga med ler och långhalm". Det frö som då såddes har nu vuxit till sig, och jag hoppas att det kommer att ge många goda frukter, eller syskon, som kan verka för en hållbar samhällsutveckling.

Avhandlingen har inte enbart riktats mot byggmaterialet lerjord, utvecklingar har även gjorts inom det ekologiska synsättet på byggande där lerjord som byggmaterial har sin givna plats. Då ämnet spänner över ett brett fält kan denna skrift liknas vid en 'hors d'œuvre som förhoppningsvis ska reta aptiten.

Bon appétit

Eva-Rut Lindberg
2002-05-12

Sammanfattning

1. Inledning

Den allmänna uppfattningen är att lera inte lämpar sig för byggande i Sverige, dels av klimatskäl, och dels för att det skulle vara ett svagt byggmaterial. Avhandlingens syfte är därför att med nutida exempel visa att lerjord går att använda som byggmaterial i modern byggproduktion och att materialet möjliggör en intressant arkitektur.

Arbetsmetoden för avhandlingen har bestått av litteraturstudier, besiktning och utvärdering av byggnader där lerjord använts som byggmaterial samt intervjuer med personer som uppfört sådana hus. Erfarenheter har även erhållits genom egen projektering av ett mindre ramverkshus med lerklinade väggar.

Lerjordshus är inte ett enhetligt begrepp och nomenklaturen är ännu inte definitivt fastställd. De begrepp som används i texten är stampjordshus, mackelering, lersten och isolerlera.

2. Arkitektur och miljö

Begreppet arkitektur kan ges många olika förklaringar. I denna avhandling betraktas arkitektur som byggnadskonst som uttrycker olika stilar under olika tidsepoker. Benämningen ekologiskt material förutsätter en djupare förståelse för de samband som finns för olika material vid tillverkning, användning och rivning. Sett ur det perspektivet kan arkitektur inte vara ekologisk, eftersom ekologi inte är någon egen enhetlig stil såsom klassicism eller funktionalism. Analogt med detta finns det inte heller några ekologiska byggmaterial, men material med högre eller mindre grad av miljöpåverkan.

Villkoren för vår överlevnad är att vi kan skydda oss från såväl regn och vind som

kyla och hetta, men det är för den skull ingen självklarhet att lokala byggmaterial är de bästa alternativen. Sett ur ett livscykelperspektiv kan det vara klokare att transportera industriellt framställt byggmaterial en längre sträcka, än att använda sig av lokala material. Material som tillverkats under kontrollerade former har kända materialegenskaper och energiförbrukningen under en byggnads livscykel kan då förutses. Detta är inte alltid fallet om lokala byggmaterial används på ett mindre nogräknat sätt. Det finns dock en fara i att fokusera för mycket på de rent tekniska energiaspekterna då de estetiska sidorna lätt förbises. Användandet av lokala byggmaterial ger andra kvaliteter än rent energimässiga vinster, exempelvis i form av arbetstillfällen på orten och vidmakthållandet av lokala byggtidningar.

3. Lerjordsbygge från historisk tid till nutid

Historiska exempel på att lerjord har använts som byggmaterial finns dokumenterade redan från 8000-talet f Kr, från bosättningar i Jeriko i nuvarande Palestina. Under perioden 2100 - 550 f Kr uppfördes ziqqurater, stora trappstegsformade tempeltorn, i Mesopotamien.

I trakterna kring Rhône-floden i Frankrike beräknas 80 % av bebyggelsen bestå av stampjordshus. Härifrån kommer också François Cointeraux, som under senare delen av 1700-talet och första delen av 1800-talet spred kunskap om stampjordstekniken, genom skrifter som översattes till flera språk. I Tyskland spelade David Gilly stor roll för lerjordsbyggeriet. Han var samtida med Cointeraux, med vilken han också hade skriftlig korrespondens.

Under 1700-talet befarade de svenska stadsmakterna att vedbrist skulle uppstå.

Veden behövdes till järnhanteringen, som var en viktig exportvara. Ett sätt att få bönderna att avstå från att bygga med timmer var att införa skattelindring för dem som byggde med sten, en åtgärd som inte gav något större gensvar.

Rutger Macklean, mest känd för skiftesreformerna, lät på sitt gods Svaneholm i Skåne, uppföra lerjordshus. Byggnadssättet kom där att kallas mackelering.

Under 1700-talets upplysningstid önskade många filantroper förbättra levnadsvillkoren för de sämst lottade. Ett antal böcker utgavs därför om hur bra och billigt det var att bygga med lerjord.

I Sverige finns idag ett antal hus bevarade, där lerjord har använts på ett eller annat sätt. Stjärnsunds herrgård i södra Dalarna är ett, Svalbo i Järle kommun ett annat.

Två böcker om lerjordsbygge utkom på 1920-talet, *Billiga bostäder av pressad jord*, av Karl J Ellington, och *Praktisk handledning i Stampjordsbygge*, av Lorentz Johansson. Tack vare dessa böcker kan många av 1920-talets byggnader, som kategoriseras som stenhus, vid närmare besiktning visa sig vara stampjordshus.

Under och efter andra världskriget, uppstod en högst påtaglig brist på byggmaterial. Därför kom tekniken att bygga med lerjord åter att bli aktuell. I Sverige, Norge och Danmark utkom några böcker i ämnet i början av 1950-talet. I Sverige skulle det dröja ända till mitten av 1980-talet innan något åter publicerades. Annika Ekbooms, *Om hus av jord och lerhalm*, torde vara den mest spridda boken under 1900-talets senare del.

4. Nyligen uppförda objekt i Sverige

Flertalet av dem som idag uppför hus där någon lerjordsteknik förekommer bygger i egen regi, antingen helt och hållet på egen hand eller med hjälp av frivilliga krafter. I kapitlet redovisas fyra nyligen uppförda byggnader där lerjord använts på ett eller annat sätt. Vid STF:s vandrarhem Bråttadal/Svartrå har ägaren byggt ett sanitetshus om 100 m² med väggar av stampad lerjord. Vid Saltå kvarn i Södertälje kommun har Kristensamfundet uppfört en kyrka där lerhalm används som isolering. S:t Hans gården är en fritidsgård i utkanten av Lund som var i behov av ett nytt fähus för sina djur. Byggnaden är integrerad i omgivningen och den norra väggen är isolerad med lerhalm. Vid Härjarö konferens- och campinganläggning har en glasskiosk uppförts med lerklinade väggar.

5. Lerjordsbyggande utanför Sveriges gränser

Lera och jord som byggmaterial tycks vara mer accepterat i övriga Europa än i Sverige. I en del länder framträder detta mer eller mindre tydligt beträffande forskning och utveckling samt bevarande av de äldre lerjordsbyggnader som fortfarande finns kvar. I kapitlet görs några nedslag i länder med klimat som liknar det svenska, med regniga höstar och vintrar med minusgrader.

Forsknings- och utvecklingssituationen i Norden och övriga Europa ger ingen samlad bild. Någon aktuell systematisk inventering, med avseende på hur många byggnader med lerjordsbaserade byggmaterial som finns, har inte förekommit i något av de Nordiska länderna. Individuella forskningsinsatser utförs av fristående forskare med eget intresse för saken.

Andelssamfundet i Hjortshøj är en ekoby i Danmark som strävar till så stor grad av självförsörjning som möjligt. Lerjord ingår

som en naturlig del i husproduktionen, som består av både självbyggen i egen regi och radhus som är uppförda på entreprenad. I ekobyens koncept ingår bland annat odling av grönsaker och energiskog.

Lerbaserade byggmaterial ingår i det miljöanpassade koncept som anläggningen *artefact* utanför tyska Flensburg visar upp. Här demonstreras, förutom byggmaterial med ekologiska förtecken, även en imponerande park med energiteknik. I centrala Berlin har ett kapell byggts med lastbärande väggar av stampad lerjord. I samband med uppförandet har omfattande materialundersökningar utförts.

Vid sekelskiftet 1900 var Ungern det dominerande området i Centraleuropa beträffande lerjordsbyggnader. Idag finns en arkitekturriktning som kallas BioEco systemet, där jordövertäckta kupolhus byggs.

Frankrike har en rik tradition av lerjordsbyggnader. En satsning på denna typ av byggnader gjordes 1982 -1985. Då ritades och uppfördes 65 lägenheter i olika hus typer vid Domaine de la Terre, i staden l'Isle d'Abeau 3 mil utanför Lyon. Institutet CRA Terre driver, i samarbete med arkitekturskolan i Grenoble, forskning och utbildning inom lerjordsbyggeri.

I England finns en mängd mackelerad hus i de sydvästra delarna. Vid Centre for Earthen Architecture, vid arkitekturskolan i Plymouth, har forskare funnit ett starkt samband mellan förekomsten av gårdsdammar och uppförda lerjordshus.

6. Lerjordens roll i dagens och morgondagens arkitektur och byggproduktion

Lerjord är ett byggmaterial som kan användas på många olika sätt och i likhet med övriga byggmaterial finns här både för- och nackdelar. Det kan, som de flesta andra byggmaterial, ge möjlighet till såväl pluralistiskt och intressant som obegåvad och enfaldig arkitektur. Vad som är av betydelse för dessa, liksom alla andra byggmaterial är att arkitekter, konstruktörer och hantverkare kan hantera materialet på rätt sätt. De speciella lerjordsmaterialen tillåter stor konstnärlig frihet, av värde för en nyskapande arkitektur, utan negativ miljöpåverkan. I detta perspektiv har lerjord som byggmaterial stor potential.

Appendix I - Byggmaterialet lera

Generell beskrivning av lera och jord från jordmån ner till lerets mikronivå.

Appendix II - Lerjord blir hus

Byggtekniker med lerjord varierar mycket. Ibland kan stabiliserande ämnen behöva tillsättas för att erhålla önskade effekter.

Appendix III - Lerjord förblir hus

Fuktmekanik från makro till mikronivå.

Appendix IV - Jordord

Förklaringar av ord som förknippas med lerjordsbyggeri.

Summary

1. Introduction

The general opinion about clay is that it is not suitable for building purposes in Sweden. The reason is the climate and the feeling that clay is a weak building material. So, the ambition behind this thesis is to demonstrate the opposite, by showing recent examples, that earthen clay is a feasible material to use in modern building production and that it may well produce an interesting architecture.

The method used in working with this thesis has contained literature studies, inspection and evaluation of buildings in which earthen clay has been used, and interviews of persons who personally have been engaged in such building enterprise. An experience has also been gained from my personal commitment in designing a minor framework house with wattle and daub.

Earthen clay house is not a standardized concept. The nomenclature is not yet definite. The notions used in the text are rammed earthen house, cob building, clay stone and insulating clay.

2. Architecture and the environment

The idea of architecture can be related to several profound explanations. In this thesis architecture is interpreted as the art of building according to different ideals of manner belonging to different times. The specification ecological material requires a deeper understanding of the conditions related to different materials as they are produced, used, scrapped or recycled. From this point of view architecture itself can never be ecological, since ecology has nothing to do with style like classicism or functionalism. In accordance with this

statement there are no ecological materials as such, only materials, which imply more or less influence on the environment.

The condition of human survival is that we can find protection against rain and wind, as well as cold and heat. Nevertheless, it is not obvious that local materials form the best alternative. Considering a life cycle view it may very well be wise to transport industrially manufactured materials a longer distance than to use local materials. Products of materials, which are produced under supervised control, have well known properties and the energy consumption under the life cycle of a building can then be anticipated, which is not always the case with local materials which are produced and applied in a more casual way. It is dangerous, however, to emphasize excessively the influence of technical parameters on energy. It is easy to neglect the aesthetical qualities. The use of local building materials implies other qualities than pure gains on energy, like for instance creating job opportunities in the neighbourhood and the preservation of local building traditions.

3. Earthen clay building since historic times until today

There are documented historic examples to prove that earthen clay has been used for building purposes in housing since some 8,000 B.C. The city of Jerico, in present day Palestine, contains such traces of human civilization. During the period 2,100 – 550 B.C. giant step shaped ziqqurats, temple towers, were erected in Mesopotamia (present day Iraq).

In regions around the Rhône river in France it is estimated that 80% of the buildings are in fact rammed earthen

houses. And from this part of the country comes François Cointeraux, who in the course of a long life spanning from the second half of the 18th century and well into the 19th advocated and taught the rammed earthen technology, through publications which had a wide circulation in several countries thanks to translations. In Germany, David Gilly played a substantial role in promoting the earthen clay building technology. He was contemporary with Cointeraux, with whom he communicated frequently through writing.

In the 18th century it was anticipated with fear that wood could soon become a commodity in short supply. Charcoal from wood was badly needed in the ironworks, and iron in different forms was an important export merchandise. One way to release the pressure on wood was to stimulate the farmers to use other materials for building, such as stone. It was even tried to convince them to do so by tax exemptions but with little avail.

Rutger Macklean, best known for the partition reforms by which the Swedish agricultural sector was entirely rationalized, had earthen clay houses built on his manor Svaneholm in the region of Scania (the southernmost tip of Sweden). The method of building was in consequence named “mackelering”, in English cob.

In the age of enlightenment during the 17-hundreds many philanthropists wanted to improve the living conditions of the poorest. A number of books were published to this end in which it was generally maintained that building with earthen clay is good and cheap.

A number of houses are preserved in Sweden, which include structural clay in one or the other respect. Stjärnsund's manor in southern Dalecarlia is one,

Svalbo in the community of Järle is another.

Two books on building with earthen clay were released in the 1920s, *Inexpensive Housing of Compressed Earth* (Billiga bostäder av pressad jord), by Karl J Ellington, and *Practical Manual for Building with Rammed Earth* (Praktisk handledning I Stampjordsbygge), by Lorentz Johansson. Due to the influence of these books it may well be that many of the houses from the 1920s, categorized as stone houses, on closer inspection prove to be rammed earthen houses.

In the course of and after the second world war (1939-45) a most severe shortage of building materials developed. So, the technology to build with earth was revitalized. A couple of books on this issue were published in Sweden, Norway and Denmark in the beginning of the 1950s.

In Sweden it was to last until the mid 1980s before anything new would appear. Annika Ekbohm's *About houses of earth and straw clay* (Om hus av jord och lerhalm), is probably the most widespread book in the land towards the end of the 20th century.

4 . Recently conducted objects in Sweden

Most people of today, who build houses in which clay is present in any form, do it themselves or with the help from volunteers. It is a perfect way to create a social feeling among neighbours and long-neglected friends, often used in the USA as “barn raising parties”. In the fourth chapter four recently erected buildings are exposed, in which earthen clay has been used, one way or the other. At the youth hostel Bråtadal/Svarträ, belonging to STF (The Swedish Touring Club) the owner has built a sanitation centre of 100 m² with walls of rammed earth. At the Saltå kvarn (a mill) the Kristensamfundet (the Christ

Society) has built a church where straw clay is used for insulation. St Hansgården at the outskirts of Lund is a recreation centre needing a new stable for its animals. The building is well integrated in the surroundings and the north wall is insulated with straw clay. At the Härjarö conference and camping an ice-cream kiosk has been erected with walls of wattle and daub.

5. Earthen clay building outside the Swedish borders

Clay and earth as building materials seem to be more accepted in other parts of Europe than in Sweden. In some countries this appears to be more or less obvious in research and development and in keeping the still existing earthen clay buildings in shape. In this chapter some examples are taken to surface where the climate is close to Swedish conditions with rainy falls and winters with temperatures below zero.

The research and product developments in Norden (the five Nordic countries, i.e. Sweden, Denmark, Norway, Finland and Iceland) are scattered. The picture is not clear. A systematic inventory of all buildings containing clay in any form has not been performed in recent times in any of the countries. Contributions to research are conducted by independent individuals with a personal interest in the cause.

The co-operative society at Hjortshøj is an ecological village in Denmark, whose ambition is to become as self-supporting as possible. Earthen clay is a natural element of the house production, which consists of both do-it-yourself projects and terrace-houses, produced by contractors after tender. In the concept of the ecological village the cultivation of vegetables and energy forest is included.

Clay based building materials are parts of the environment related concept of the

establishment ARTEFACT, situated outside the German (in Schleswig) town, Flensburg. On display is here, beside building materials of ecological origin, an impressive park with all kinds of energy equipment, for supply and convenient use. In the centre of Berlin a chapel has been built, which has load-bearing walls of rammed earth. In connection with this performance, profound investigations into materials properties have been conducted.

At the turn of the century, in 1900, Hungary was the dominating region in central Europe as far as earthen clay buildings is concerned. Today, there is a movement in architecture, called the BioEco system, which specializes in erecting earth covered cupola houses.

France has a rich tradition in building with earthen clay. An investment in earthen clay building was carried through in the period 1952 – 85, when a total of 65 apartments, distributed in commission over ten architects, were designed and conducted within a project Domaine de la Terre, located in the town of l'Isle d'Abeau, situated 30 km outside Lyon. The institute CRAterre advocates in collaboration with the school of architecture in Grenoble, research and education around the building with earthen clay.

In the south-western part of England there are a lot of cob houses. At the Centre for Earthen Architecture, in connection with the school of architecture in Plymouth, the researchers have found a close relation between the occurrence of farm ponds and erected earthen clay houses.

6. The role of earthen clay in the architecture and building production of today and possibly tomorrow

Earthen clay is a material, which can be used in several different ways. In compliance with most other materials there are pros and cons for this. It can, like most other materials, make possible pluralistic and interesting architecture as well as untalented and one-sided solutions.

What is important about clay is that architects, designers and craftsmen learn to handle and treat the material in a correct manner. The special earthen clay materials allow considerable artistic freedom, of value for an innovative architecture, without a negative impact on the environment. From this perspective earthen clay as a building material holds a large potential for the future.

Appendix 1 – Clay as a building material

A general presentation of loam and earth, from soil down to the micro level of the clay.

Appendix 2 – Clay turns into a house

The building technology with clay varies quite substantially. Sometimes, stabilizing agents may have to be added in order to attain the wanted effect.

Appendix 3 – Clay remains a house

Moisture mechanics from the macro to the micro level.

Appendix 4 – Earthen vocabulary

Explaining the words connected with building, using earthen clay.

1 Inledning

Obränd lerjord kan användas som byggmaterial, vilket kan verka överraskande. Endast efter en måttlig förädling, eller modifiering, kan en så allmänt förekommande jordart som lera användas i en byggkonstruktion. Det råder dock stora skillnader i naturen mellan olika typer av lera och lerjord vilket ofta gör det nödvändigt med tillsatssämnen. Avståndet till standardisering är ännu stort för de tillämpningar som finns i Sverige, vilket kan tillskrivas lerjordens marginalisering som byggmaterial.

Sedan länge har vi kunnat särskilja en god tegellera och en god expanderande lera från leror i allmänhet, men hur slår man fast att en lerjord är lämplig för byggnadsändamål? Här saknas provningsmetoder liksom sammanställningar av de erfarenheter som finns och som kan förmedla kunskap till blivande byggare. Byggmaterialet lerjord kan jämföras med trä, där skillnaden är stor i virket mellan det långfibriga barrträet och det kortfibriga lövträet, men också med betydande olikheter inbördes mellan olika barrträ- och lövträarter.

1.1 Syfte

Den allmänna uppfattningen är att lera inte lämpar sig för byggande i Sverige, dels av klimatskäl, *"lera regnar ju bort"*, och dels för att det skulle vara ett svagt byggmaterial, *"något som det går att odla potatis i kan man väl inte bygga väggar av!"*

Avhandlingens primära syfte är därför att med nutida exempel visa att:

- *lerjord går att använda som byggmaterial i modern byggproduktion*
- *lerjordsmaterialet möjliggör en intressant arkitektur*

Sekundära frågor att ta ställning till är om hus med lerjord i konstruktionen:

- *kan kategoriseras som byggande med ekologisk inriktning*
- *har ett eget formspråk*
- *är hälsosammare att vistas i än byggnader med konventionella byggmaterial*

1.1.1 Upplägg

Avhandlingen har lagts upp i en huvuddel med appendix, i fyra delar.

Huvuddelen inleds med ett resonemang om ekologiskt byggande, sedan följer en historiesammanställning med tonvikt på användandet av lerjord i byggandet i Sverige. Fyra nyligen uppförda byggnader i Sverige där lerjord används beskrivs i ett eget kapitel innan lerjordens roll i nyproducerade byggnader i några europeiska länder beskrivs. Slutligen förs en diskussion omkring avhandlingsarbetets frågeställningar och om lerjordens roll i dagens och morgondagens byggproduktion.

I appendix beskriver den första texten byggmaterialet lera från jordartens makronivå till lerets mikronivå. Den andra texten beskriver de olika byggteknikerna och den tredje behandlar fuktmekaniska aspekter och verkningar från synligt och osynligt vatten. I den fjärde texten är lerjordsbyggeriets väsentliga vokabulär beskriven i bokstavsordning.

1.1.2 *Metodbeskrivning och begränsningar*

Arbetsmetoden för avhandlingen har bestått av litteraturstudier, besiktning och utvärdering av byggnader där lerjord använts som byggmaterial samt intervjuer med personer som uppfört sådana hus.

Litteraturen har huvudsakligen begränsats till böcker med nordiska och engelskspråkiga texter. Den litteratur om modernt lerjordsbyggeri, för den industrialiserade delen av världen, som idag finns tillgänglig via bibliotek och i viss mån också via internetbokhandel, är knapphändig. År 1989 utgavs det mest omfattande nutida verket i ämnet, *Traite de construction en terre de CRATerre*, författad av Hugo Houben och Hubert Guillaud. Denna bok utkom på engelska 1994 och är den källa som merparten av de sentida författarna funnit referenser i till sina texter. Boken kan anses ha hög vetenskaplig relevans och ger enligt generalsekreterarna för RILEM^A, Maurice Fickelson, och CIB^B, Gy Sebestyen, som skrivit förordet, ingen exakt kunskap. Boken tillskrivs ändå stort värde genom att på ett professionellt sätt närma sig ämnet lerjordsbyggeri.^C

Studieresor och studiebesök har gjorts i Sverige och i utlandet. Genom dessa har byggnader där lerjord använts kunnat besiktigas och utvärderas. Tillsammans med diskussioner och intervjuer med personer som byggt eller medverkat i projekt med lerjordsbaserade byggmaterial, har detta

tillfört kunskap som varit svår att tillgodogöra sig genom tillgänglig litteratur.

Eftersom antalet byggnader som uppförts med lerjord i konstruktionen är mycket begränsat i Sverige har urvalet blivit litet. Av denna anledning förekommer bilder på halmbalsisolerade hus då dessa i flera fall putsats med lerputs. Som kretsloppsanpassat byggmaterial är halm ett intressant isoleringsmaterial, men då denna avhandling enbart inriktar sig mot lerjord som byggmaterial beskrivs inte byggtekniker med halmbalar här. I denna avhandling behandlas enbart byggnader som uppförs ovan jord, där lerjorden har en lastbärande, fyllande eller ytbildande funktion i väggar. Lerbaserade golvt tekniker tas därför inte upp för vidare diskussion.

Exaktheten i måttangivelser kan aldrig bli annat än approximativ när naturmaterial såsom lerjord och trä används och beskrivs. Inom praktisk verksamhet använder sig därför hantverkare i många fall av måttangivelser i centimeter och mäter tillsatser i volym, och inte i vikt. Eftersom denna avhandling är en teoretisk studie på vetenskaplig grund anges måttuppgifter enligt internationell standard, vilket för längdmått är meter och millimeter.

^A International Union of Test and Research Laboratories for Materials and Construction.

^B International Council of Building for research, study and documentation.

^C Houben, H; Guillaud, H, 1994 (1989), s ix.
"This publication does not aim to 'define' knowledge but rather it hopes to stimulate continuing intensive research, i.e. test methods, practical rules and building regulations. (...) This work is therefore a first in the study of local building materials - a technology suitable for sustainable production is now the object of a professional approach."

1.1.3 Definitioner och nomenklatur

Lerjord i byggproduktion är användbar på flera olika sätt och teknikerna varierar beroende på lerjordens beskaffenhet. Lerjordshus är därför inte något enhetligt begrepp, och nomenklaturen ännu inte definitivt fastställd. Här har de svenska begrepp som finns använts. Mer om detta står i appendix II, avsnitt 2.1, *Lerhus, stampjordshus, pisé och mackelerade hus, vad är skillnaden?*, 3.1, *Lersten*, och 4.1 *Isolerlera*. Nedan följer en kort generell sammanställning och beskrivning av de olika begreppen.

Stampjordshus/stamptechnik. Bärande väggar stampas samman i formar. Massan består av en mager lerjord, dvs med liten mängd ler, eller en fetare som blandats ut med sand, grus och småsten. Massan ska vara lätt fuktad. Formarna tas bort omedelbart efter det att väggstycket är hopstampat. Det franska ordet för metoden är *pisé*.

Mackelering. Bärande väggar byggs/modelleras utan formar. Massan består av fet lerjord som bearbetats med vatten, liten mängd halm och eventuell tillsats av småsten, till en plastisk konsistens. Det engelska ordet för metoden är *cob*, det tyska *Wellerbau*.

Lersten. Lastbärande torkade block av lera med eller utan tillsatser såsom halm. En praktisk definition av ler- eller tegelsten är att den vid murning ska kunna lyftas med en hand, till skillnad mot block där båda händerna behöver användas^D. *Lersten* går ofta under benämningen soltorkat tegel. *Adobe* är en vanlig beteckning på sten eller block som slås eller gjuts i formar, och där hackad halm ofta ingår i lermassan.

Isolerlera. Isolerande material såsom träflis, halm eller leca-kulor blandas med lervälling av fet lera. Materialet packas i vägg- eller blockformer. Träflislera och lerhalm kan inte ta mer än egenlast, medan lecalera kan belastas.

^D I praktiken innebär det att en tegelsten inte ska väga mer än 3 kg, medan ett block kan väga högst 12 kg.

2 Arkitektur och miljö^E

Finns det någon skillnad mellan miljöanpassat byggande och miljöanpassad arkitektur och vilket har i så fall störst betydelse? Det som betraktas som miljöanpassat byggande behöver inte leda fram till miljöanpassad arkitektur och vid en närmare granskning kan det också vara svårt att definiera vad som menas med miljö. Är det den yttre eller inre miljön som åsyftas, arbetsmiljö för dem som uppför huset eller den miljö byggmaterialet har hämtats från? Ska miljöanpassad arkitektur anpassas till den lokala bebyggelsen, till platsens mikroklimat eller till människan?

Uppförande av en byggnad sker vanligtvis under en kort tidsperiod där arbetsmiljön har stor betydelse för hantverkare och byggnadsarbetare medan det kvarstående resultatet, i form av arkitektur, ska brukas och präglar sin miljö, eller omgivning, under lång tid.

2.1 Finns ekologisk arkitektur?

Det går lätt inflation i ord och begrepp som används på ett slarvigt sätt. Ekologi är ett sådant ord. Enligt Bonniers uppslagsverk Media från 1979 är ekologi ”vetenskapen om samspelet mellan organismerna och deras omgivning.” Nationalencyklopedins definition är ”vetenskapen om de levande varelsernas relationer till sin omvärld.” Ekologi står alltid i relation till något och i Nationalencyklopedin definieras ekologisk grundsyn enligt följande:

”Ekologisk grundsyn måste utgå från fyra faktiska omständligheter:

- *Allt hänger ihop, vilket innebär att manipulering någonstans kan leda till oväntade följder någon annan stans.*
- *Allting måste ta vägen någonstans, vilket betyder att mobilisering av materia inte kan göras ojord. Endast cykliska system, som i naturen, är i längden ut-hålliga.*
- *Allt i den levande naturen är anpassat inbördes och till den fysiska miljön, vilket betyder att människan inte kan för-*

bättra naturen, bara kortsiktigt få delar av den att passa hennes syften.

- *Allt har ett pris, något som ytterst är en konsekvens av entropilagen. Det innebär att på jorden endast växternas sol-drivna fotosyntes är sant produktiv, ty priset i det fallet har formen av materialdegradering i solen, vilket inte bekommer oss.”¹*

2.1.1 Ekologiska nivåer och avgränsningar

Ekologiska system har olika avgränsningar, från bakterieodlingar upp till regnskogar, där det ena systemet kan vara en del av det andra. Benämningen ekologiskt material förutsätter därför en djupare förståelse för de samband som finns för olika material vid tillverkning, användning och rivning. Sett ur det perspektivet kan arkitektur inte vara ekologisk, eftersom ekologi inte är någon egen enhetlig stil såsom klassicism eller funktionalism. Däremot kan arkitekturen ha ett ekologiskt förhållningssätt som kan komma till uttryck i val av material och installationer.

^E Begreppet arkitektur kan ges många olika förklaringar. I denna avhandling betraktas arkitektur som byggnadskonst som uttrycker olika stilar under skilda epoker.

2.1.2 *Ekologiska byggmaterial*

På samma sätt som det inte finns någon ekologisk arkitektur finns det inte heller några ekologiska byggmaterial, däremot material med en större eller mindre grad av negativ miljöpåverkan. Byggmaterial med förmodad låg förädlingsgrad symboliseras ofta som ekologiska. Trädstammens väg genom sågen är enkel att förstå, liksom linfrönas väg genom oljepressen. Torkad vass och halm kan buntas och läggas på tak och lera kan strykas på väggar av flätade slanor. Avståndet mellan råvara och hantverkarens arbete och byggmetod är påtagligt, eller taktilt, och lätt att förstå.

Då vi idag har andra krav på hygien i form av dagsljusbelysning och klimatkomfort än vid förra sekelskiftet medför detta att en alltför fundamentalistisk inställning i frågan om användandet av lågteknologiska material och byggmetoder är ohållbar. Förädlade byggmaterial som kan återanvändas utan vidare bearbetning, exempelvis skruv samt tak- och murtegel, eller

genom någon form av process, såsom nedsmältning av metall och glas, har sin givna plats i en miljöanpassad byggproduktion. Det viktigaste är att kunna se möjligheter och inte problem i de material som behövs och att inte heller suboptimera kedjans olika delar.

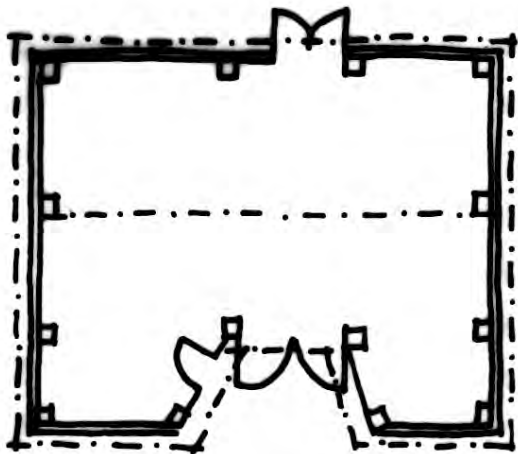
2.2 **Lokala byggmaterial**

Så kallade ekologiska material förknippas ofta med lokala byggmaterial. Dessa har alltid dominerat i allmogebebyggelse vars utformning oftast varit relativt enkel. Byggnadsverk med offentlig karaktär, såsom stadshus och kyrkor, gavs en mer påkostad formgivning, men hantverkstradition och lokala byggmaterial gav ändå bygden sin särprägel. När industrialiseringen och utbyggnaden av infrastrukturen på allvar satte fart medförde detta att tyngre material kunde transporteras längre sträckor, till lägre kostnad - för den som hade råd att betala.



Fig 2.1. Korgflätad majstork från friluftsmuseet i Uzhorod, västra Ukraina. Slanorna kan "vävas" i olika mönster. Träspån på taket.

A basket-like twining of a drying rack for maize, standing at the open-air museum of Uzhorod, western Ukraine. The twig clusters may be weaved into different patterns. Wooden shingles on the roof



the walls have been stabilized by tacking horizontal clusters of reed on site.



Fig 2.2, 2.3, 2.4. Lada, för förvaring av hö och tröskning av säd, vid det ungerska friluftsmuseet utanför Budapest. Byggnaden kommer från nordvästra Ungern och uppfördes ursprungligen 1869 med ett minimum av timmer i konstruktionen. Tak och väggar är gjorda av vass, där väggarna stabiliserats med horisontella vassknippen som "träcklats" på plats.

Barn, for storing of hay and threshing of grain, at the Hungarian open-air museum at Szentendre outside Budapest. The building originates from the north-western part of Hungary. It was primarily erected in 1869, with a minimum use of timber for the structure. Roof and walls are made of common reed, where



Fig 2.5. Kallmurad smedja uppförd i kalksten från 1700-talets första del. Byggnaden flyttades 1964 till Estlands friluftsmuseum utanför Tallinn.

Dry masonry forge erected of lime-stone in the first half of the 18th century. The building was moved in 1964 to the open-air museum of Estonia, on Kopli Bay (Rocca al Mare) outside Tallinn.



Fig 2.6. S:t Georges träkyrka från 1600-talet är beklädd med träspån. Drohobyc, sydvästra Ukraina.

The log-church devoted to S:t George from the 17th century is covered with wooden shingles. Drohobyc, south-western Ukraine.

All mänsklig verksamhet påverkar miljön i olika grad, men villkoren för vår överlevnad är att vi kan skydda oss från såväl regn och vind som kyla och hetta. För detta ändamål uppför vi en del av våra byggnader. Vilka byggmaterial som väljs har betydelse ur miljösynpunkt, men det är för den skull ingen självklarhet att lokala byggmaterial är de bästa alternativen. Alla material måste användas utifrån sina egna förut-

sättningar och kan, som i bilderna i detta avsnitt, vara till stor glädje och nytta och skapa estetiska värden som inte går att uppnå på annat sätt.

2.2.1 Hus och energi

Många ser en fördel i att lerjord är ett lokalt tillgängligt byggmaterial eftersom detta kan minska transportbehovet, och därmed energiförbrukningen, vid uppförande av nya hus. Den energi som åtgår vid transporter är emellertid inte särskilt stor, och uppgår i dagsläget till mindre än 1 % av den totala energiförbrukningen om byggnaden har en livslängd på 50 år. Ju längre tid byggnaden används och ju mindre underhåll den behöver, desto lägre blir energiförbrukningen. Omvänt spelar då driftskedets energiförbrukning vid, uppvärmning, varmvatten, fastighets- och hushållsel, större roll.²

Skede	%
Byggskede	4,0
Utvinning och tillverkning av byggmaterial, transporter och byggande	
Förvaltning	95,5
Rivning	0,5

Tabell 2.1 Energianvändning med ett livscykelperspektiv i ett bostadshus under en 70-årig förvaltningsperiod.³

Att använda högförädlade byggmaterial, material med hög andel inbyggd energi, kan ur energisynpunkt vara lönsamt ur ett längre perspektiv. Vid jämförande beräkningar, under en 50-årsperiod, mellan 3-glasfönster och 2 + 2-glasfönster förbrukar en byggnad totalt sett en mindre mängd energi med det senare, och dyrare, alternativet.⁴ Även cellplastisolering i stålregelstomme kan vara godtagbara byggmateriallösningar vid tillbyggnader på befintliga hus när konstruktionsvikten måste hållas låg, eller när det är ont om utrymme att bygga på.

Det finns dock en fara i att fokusera sig för mycket på de rent tekniska energiaspekterna då de estetiska sidorna lätt förbises. Beträffande fönsterglas pågår en snabb utveckling med ytbeläggningar som ger bättre isolervärden. Detta kan medföra problem vid reparationer, eftersom det finns risk för att ytbeläggningarna kan få olika ton.^F En annan aspekt är tillvaratagandet av överblivet eller trasigt glas - i vilken fraktion källsorteras detta med alla sina skikt av olika metaller?

Material som framställs under kontrollerade former kan visa sig vara bättre att använda än lokala byggmaterial om analysen baserar sig på ett livscykelperspektiv, även om de måste transporteras en viss sträcka. Här spelar det också roll vilken typ av energi som används för transporten. Men användandet av lokala byggmaterial ger andra kvaliteter än rent energimässiga vinster, exempelvis i form av arbetstillfällen på orten och vidmakthållandet av lokala byggtraditioner. Detta ger mindre samhällen egna identiteter som inte erhålls i de globaliserade megasamhällen som idag växer upp med ett högteknologisk modernistisk arkitekturspråk. Den engelska servicebyggnaden vid Norden Park and Ride, som redovisas i avsnitt 5.5.1 är ett utmärkt exempel på lokal byggtradition som speglas i en nyuppförd byggnad.

2.2.2 *Subjektiva värderingar och objektiva fakta?*

Vad som verkligen är byggande med ekologisk inriktning är inte alltid så enkelt att förstå. När skribenter som vänder sig till en bredare publik låter egna subjektiva uppfattningar komma till tals uppstår lätt missuppfattningar. Ett sådant exempel är den

^F Detta fenomen kan uppstå när endast ena glasets i ett par glasögonbågar måste bytas ut. Om glasen är antireflexbehandlade kan de få olika nyanser som blir mer eller mindre påfallande för den som betraktar glasögonen utifrån.

åsikt författaren till boken *Ekologiskt byggande och boende* för fram angående kontorshuset till Hollands näst största bank, International Netherlands Group - ING-banken. Byggnaden är ritad av den antroposofiske^G arkitekten Don Alberts och sågas bokstavligt talat vid anklarna med en bildtext som säger:

”Den antroposofiska byggnadsstilen med dess undvikande av räta vinklar var en protest mot tidens rationalism. Men med naturligt och ekologiskt byggande har detta hus ingenting att göra.”⁵

I en rapport från Kretsloppsdelegationen ges en helt annan bild och bakgrund. Där återges att banken behövde både en ny image och kontorsbyggnad och att de bankanställda hade framfört önskemål om ett miljövänligt kontor. Byggnaden projekterades i nära samarbete mellan bank och konsulter under tre års tid och stod klart 1987. Anläggningen ligger som ett ”S” på marken, är uppdelad i tio asymmetriska torn och omgärdas av parker och små gårdar. Planlösningarna är utformade så att inget skrivbord står längre än sju meter från ett fönster. På så sätt erhålls tillfredsställande dagsljus vid arbetsplatserna. Vitmålade väggar bidrar till att belysningen kan begränsas och värmeväxling samt andra energibesparande åtgärder gör att byggnaden endast drar en femtedel av den energi som åtgår för driften av en konventionellt uppförd kontorsbyggnad från samma år. Den merkostnad om 6 miljoner kronor som de energibesparande åtgärderna medförde betalade sig redan efter tre månaders drift!⁶

^G Antroposofi är en livs- och världsåskådning som grundlades av österrikaren Rudolf Steiner år 1912. Steiners huvudsyfte var att avlägsna motsättningen mellan naturvetenskapen och tron på en andlig verklighet. Vanliga motiv som betonas inom antroposofin är tron på en översinnlig verklighet och att människan har ett andligt ursprung. Det antroposofiska tänkandet speglas bland annat i konsten, där form och färg ska ge uttryck åt andliga realiteter vilket också avspeglar sig inom arkitekturen. Ref ur NE.

Kretsloppsdelegationens rapport är skriven på uppdrag från regeringen, vilket inte är någon garanti för dess objektiva inställning. Men på det sätt ING-banken beskrivs vittnar texten om att byggnaden är väl genomtänkt ur flera synvinklar. Personalen trivs, vilket kan mätas i minskad sjukfrånvaro, och byggnaden har ett intressant formspråk. Detta torde därför vara ett utmärkt exempel på en byggnad med ekologiskt synsätt. Författaren till boken *Ekologiskt byggande och boende* har uppen-

barligen färgats av fördomsfulla och negativa åsikter om antroposofin, vilket gör att han förmedlar en felaktig bild av verkligheten. Troligt är att Kretsloppsdelegationen har en mer objektiv syn i sin rapport. Den förra boken har fått stor spridning genom att utges på ett förlag som satsar på en bred publik, medan Kretsloppsdelegationens rapport delges en trängre krets bestående av statens, landstingens och kommunernas tjänstemän samt en och annan forskare som intresserat sig för ämnet.

3 Lerjordsbygge från historisk tid till nutid

De första permanenta byggnaderna uppstod ur människans behov av klimatskydd, skydd mot regn och inkräktare. Kanske lades sten på sten som tätades med jord, med döda grenar som fick tjänstgöra som underlag till tak, kanske flätades slånor ihop till ett skelett som kläddes med palmlblad och lerjord. Ingenting var tyngre eller större än att en eller två personer kunde hantera det och för enklare hyddor och väderskydd användes det material som fanns på platsen. Vid Merimd och Fayum i Egypten har arkeologerna daterat lämningar till 4000-talet f Kr och funnit att bostäder byggdes av flätverk, bestående av vass och grenar, som strukits med lera eller tätats med jordkokor.⁷ Med de egyptiska dynastierna uppstod framstående civilisationer från 2900 f Kr och dessa utnyttjade de lokala förutsättningarna, på samma sätt som folk gjort i mellanöstern sedan 8000-talet f Kr.

"Nildalen sörjde för ett utmärkt byggmaterial: lerig silt blandades med sand från den gränssande öknen till vilken halm från de kultiverade grödorna tillsattes. Först formades detta byggmaterial för hand men senare användes gjutformar för att skapa lerstenar som fick torka i solen. De första mastaborna^H för kungligheter och högre ämbetsmän byggdes av lersten." ⁸

Utvecklingen av lerjordstekniker anses ha ägt rum parallellt i de olika kulturena, men lämningar efter dessa material är dåligt dokumenterade då de har underordnats ädlare ämnen som sten och trä⁹. Dessutom är de ofta svåra att påvisa då de lätt återgår i kretsloppet utan att lämna några spår.

3.1 Historiska exempel

Redan vid 8000-talet f Kr fanns det boplatser i Jeriko, i nuvarande Israel, och vid arkeologiska utgrävningar har det visat sig att de äldsta husen var runda med väggar byggda av lerbröd.¹⁰ Mot slutet av 3000-talet f Kr uppfördes där ett befästningsverk med kraftiga murar av lersten.¹¹ Egyptens stora pyramider byggdes under Gamla riket (2665 - 2155 f Kr) av kalksten, medan de som uppfördes under tiden för Mellersta riket (2061 - 1650 f Kr) byggdes av lersten som kläddes med kalkstensplattor.¹² Andra exempel på jordbaserade forntida byggnadsverk är ziqquraterna. Dessa är trappstegsformade tempeltorn som under perioden 2100 - 550 f Kr utgjorde karaktäristiska inslag i alla städer av betydelse i Mesopotamien. De enorma bygg-

nadsverken består av tre till sju massiva, på varandra liggande plattor i avtagande storlek uppförda av lersten och armerade med vassmattor. I staden Ur finns det bäst bevarade exemplaret som mäter 64 x 46 m vid basen. Lämningarna efter den största kända ziqquraten finns vid Choga Zanbil i Iran, mäter 102 x 102 m, och beräknas ha varit 60 m hög.¹³ Storleken på dessa lerstenshögar är svindlande när man betänker att murningstekniken utfördes på samma sätt då som nu - med enkla redskap som slev, hammare och lod. I den mexikanska ruinstaden Teotihuacán, som var centrum för den inflytelserika aztekkulturen under perioden 100 f Kr - 700 e Kr, återfinns Solens och Månens pyramider, även dessa byggnadsverk med gigantiska mått.¹⁴ Vissa delar av den kinesiska muren, som började

^H Mastaba är en rektangulär grav.

byggas på 400-talet f Kr, är också uppförda med lerjordsbaserade tekniker.

Tekniken att stampa jord i formar till bärande murverk är sedan långt tillbaka i tiden känd och använd. Från tiden kring Kristi födelse är det bekant att stamp-tekniken användes av romarna och fenicierna men det finns få spår som bekräftar att romarna själva använde sig av denna metod.¹⁵ Den romerske arkitekten Vitruvius nämner tekniken i sin bok *Tio böcker om arkitektur* år 14 f Kr¹⁶ och historikern Plinius den äldre, som dog vid Vesuvius utbrott år 79 e Kr, skrev i *Historia Naturalis*:

*"Hava vi icke i Afrika och Spanien murar av jord. De äro snarare gjutna än byggda, därigenom att de bildats av jord fylld i en på båda sidor uppbyggd konstruktion av bräder. Dessa murar skola hålla i århundraden, äro säkra mot regn, vind och eld, och äro i hållfasthet överlägsna cement. Ännu i dag finnas vaktorn som uppförts av Hannibal."*¹⁷

I mitten av 1900-talet skrev Lindberg och Molin i sin bok *Jordhusbygge - Arbetsbeskrivningar och ritningar*, att det fanns kvarvarande rester av dessa torn, som uppförts kring 200-talet f Kr i Nordafrika.¹⁸ Även renässansarkitekten Palladio nämner byggnadssättet i *Fyra böcker om arkitektur*, vilket påpekas 1993 av bröderna Østergård i boken *Lerjord som byggematerial - vejledning*.¹⁹

I medeltidens Centraleuropa användes lera och jord till utfackningar i ramverkskonstruktioner av trä och som brandskydd på halmtak.²⁰

Under 1700-talets upplysningstid önskade många filantroper förbättra levnadsvillkoren för de sämst lottade, något som för övrigt även tycks vara de svenska förespråkarnas syften med att sprida kunskap om lerjordshus, se avsnitt 3.2.2 *Under rättelse om sättet att bygga Stamphus eller*

bequwäma och oförbränneliga hus af jord eller lera och 3.3 *1920-talets böcker*.

Under 1850-talets industrialisering började andra byggmaterial, såsom sågat timmer och tegel, att kunna masstillverkas. Förbättrade framställnings- och produktionsmetoder, såsom utveckling av ångsågs-tekniken och ringugnen för tillverkning av tegel, i kombination med ökade transportmöjligheter, som kanaler och järnvägar, gjorde att mer bekväma byggnadssätt kunde utvecklas. Detta skedde på bekostnad av de jordbaserade byggteknikerna, men även fattigdomsstämpeln medförde att intresset för de senare minskade. Så var fallet i USA, men ett visst uppsving skedde i början av 1900-talet. Anledningen var den utarmning som uppstod i samband med första världskriget och den stora depressionen 1929.²¹ I Europa användes de jordbaserade byggmetoderna ända fram till mitten av 1900-talet, och liksom i USA kom de att användas i större utsträckning beroende på den materialbrist som uppstod på grund av världskrigens härjningar.

3.1.1 Frankrike

I Frankrike har traditionen att bygga med lerjord varit väl känd och utbredd ända sedan antiken. I början av 1900-talet var knappt 15 % av alla bostadshus uppförda i olika lerjordstekniker. Den lerjord som fanns att tillgå på platsen avgjorde vilket byggsätt som användes. Därför byggdes det mestadels stamphus i de sydöstra delarna av landet. I de nordvästra, mot Engelska kanalen, uppfördes mackelerade byggnader och i de södra delarna mot Spanien användes lersten till de hus som byggdes.²² I området kring Rhône-floden består idag närmare 80 % av bebyggelsen av stampjordshus.²³ Anledningen är att lerjorden kan användas direkt utan att först blandas med sand, grus eller lera.

En av de ivrigaste förespråkarna för användandet av stamp-tekniken vid husbygge var

den i Lyon födde François Cointeraux, 1740 - 1830. För honom representerade stampjordstekniken:

*"en skänk från försynen ... en gåva som Gud har gjort för alla människor. Om jordbruket är grunden för all kunskap är 'pisé' den främsta konsten. Fabriker kommer att mångfaldigas med 'pisé' och handeln kommer att blomstra... Man ska använda detta sätt att bygga i hela kungariket för ärevörddiga byar och nationens heder, för att spara virke, som används i så stora mängder i konstruktioner, för att undvika brand, för att skydda arbetarna från kyla eller svår värme, och samtidigt bevara och skydda deras hälsa, och för så många andra ändamål, för många att räkna upp ..."*²⁴

François Cointeraux anses vara den förste arkitekt som helhjärtat arbetade för att sprida kunskapen om stampjordstekniken i vidare kretsar.²⁵ Han uppfattade metoden som ett sätt att framställa billiga, hälsosamma och beständiga byggnader och skrev därför 72 broschyrer i ämnet varav en del översattes och spreds i länder som Tyskland, Danmark, USA och Australien²⁶. I Paris grundade Cointeraux år 1788, med hjälp från det Kungliga jordbrukssällskapet, Ecole d'architecture rurale, en skola för studier av landsbygdens arkitektur. Delvis tack vare Cointeraux' arbete kom lerjordstekniker att användas i stor omfattning under 1800-talet. I början på 1900-talet sjönk antalet nyuppförda hus på grund av byggindustrins industrialisering.²⁷

Stampjordstekniken levde emellertid kvar en tid inom den framväxande betongtekniken. Samma former som användes till de lerjordsstampade väggarna användes för uppförandet av platsbyggda betongväggar. Även samma stampverktyg användes för kompaktering av den fuktiga betongmassan, innan vibreringstekniken hade utvecklats omkring 1930.



Fig 3.1. Ett hyreshus från förra sekelskiftet i l'art nouveau-stil, vid Saôneflodens kaj i Lyon, vars brandgavel består av stampad betong.

A block of flats from the previous turn of century, built in l'art nouveau style. It is located on the quay of the river Saône in Lyon. The fire-proof gable consists of rammed concrete.

3.1.2 Tyskland

I Tyskland finns uppskattningsvis två miljoner korsvirkeshus, vilket bidragit till att byggtraditionen med lerjordsbaserade material aldrig helt har försvunnit. Det finns även ett bestånd av byggnader med lastbärande lerjordsväggar i storleksordningen ett par hundra tusen,²⁸ vilket är ett svindlande stort antal jämfört med vad vi idag känner till i Sverige. Liksom i de övriga skogsbevuxna Europa tillkom de tyska korsvirkeshusen för att råda bot på landets virkesbrist under den framväxande industrialismen. Så småningom skulle de visa sig att även korsvirkeshusen tärde för

mycket på virkesresurserna, vilket ledde till att massivbyggnad med lera började användas som alternativ under 1700-talets senare del.²⁹

David Gilly var en person som kom att betyda mycket för lerjordsbyggeriet. Han var samtida med fransmannen Cointeraux, som han också hade kontakt med. Släkten kom från Frankrike men eftersom de var hugenotter tvingades de fly och hamnade i Tyskland. Tack vare sin ställning som ledamot i den preussiska statens byggnadsnämnd kunde Gilly sprida kunskapen om olika lerjordstekniker. Han publicerade många artiklar och hans mest betydande verk är boken *Handbuch der Landbaukunst* från 1798.³⁰

Efter krigsslutet 1945 skedde en systematisk utveckling av lerjordstekniker, vilket resulterade i att tusentals bostäder uppfördes.³¹ År 1946 utgavs böckerna *Der praktische Lehm* av Wilhelm Fauth och *Der Lehm* av Richard Niemeyer. Även särskilda rådgivningsställen upprättades för att sprida kunskap om självbyggeri med lera.³² Efter hand som ekonomin förbättrades under 1950-talet följde också intresset för att bygga med lerjordsbaserade material. År 1971 drogs den då gällande byggnormen DIN 18951¹ - *Lehmbauten* (Lehmbauordnung) in, eftersom den inte längre ansågs fylla någon funktion.³³

Kring 1980 återuppväcktes intresset för lerjordstekniker, men då i första hand för att tillgodose det uppkomna restaureringsbehovet. Arkitekt Franz Volhard utgav 1983 första upplagan av boken *Leichtlehm* - *Alter Baustoff - neue Technik* som beskriver olika byggnadssätt och konstruktionslösningar med lerhalm. År 1995 utgavs den i sin femte upplaga.

I samband med det ökade hälso- och miljömedvetandet under 1990-talet har materia-

let uppmärksammats i frågor knutna till byggmaterial.³⁴ Här är professor och arkitekt Gernot Minke en av de personer som mest har bidragit till att sprida kännedom om byggnadssätt med lerjordsmaterial. Minke började intressera sig för dessa frågor redan under mitten av 1970-talet, men det skulle dröja ända till 1994 innan hans bok *Lehmbau - Handbuch, Der Baustoff Lehm und seine Anwendung* utgavs. Där redovisas en del arbeten från hans egen avdelning, Forschungslabor für Experimentelles Bauen, FEB, vid der Universität Gesamthochschule i Kassel. Boken översattes till engelska år 2000 under titeln *Earth Construction Handbook - The Building Material Earth in Modern Architecture*. Minkes egen arkitektur är till stor del inspirerad av kupolbyggnader och i sina arbeten betonar han särskilt lerans klimatreglerande egenskaper gällande både värme och fukt.

3.1.3 England

Tekniken att bygga hus med lerjord har gamla anor i England. Den vanligaste självbärande byggmetoden är mackelering men också olika typer av ramverkskonstruktioner med lerklinade utfackningar förekommer.

I äldre tider var det vanligt att endast bostadshusen putsades med kalkputs medan ekonomibygnadernas ytterväggar saknade ytbehandling. Detta kan jämföras med det svenska 1700-talets allmogebbyggelse i trä. Då målades endast mangårdsbyggnaderna med Falu rödfärg medan fä- och ekonomibygnader lämnades obehandlade.

Uppskattningsvis finns det idag omkring en halv miljon bebodda lerjordshus i England.³⁵ Ett av de äldsta bevarade mackelrade husen finns i Dorset. Detta härrör från 1400-talets senare del men är tillbyggt under 1600-talet.³⁶ Ursprungligen uppfördes denna typ av hus utan mellanbjälklag på grund av den öppna eldstaden i bygg-

¹ Deutche Industrie Norm.

nadens mitt. I detta avseende var utformningen inte helt olik de skandinaviska vikingarnas långhus. När de slutna eldstäderna med skorstenar började användas möjliggjordes ett mer effektivt utnyttjande

av utrymmena under taket med ett nytt våningsplan, vilket i ett slag fördubblade boendeytan.



Fig 3.2. Lerhus i Briantspuddle, Dorset i England, vars äldsta delar härrör från 1400-talet.

Clay house at Briantspuddle, Dorset, England. The oldest parts of the house originate from the 15th century.

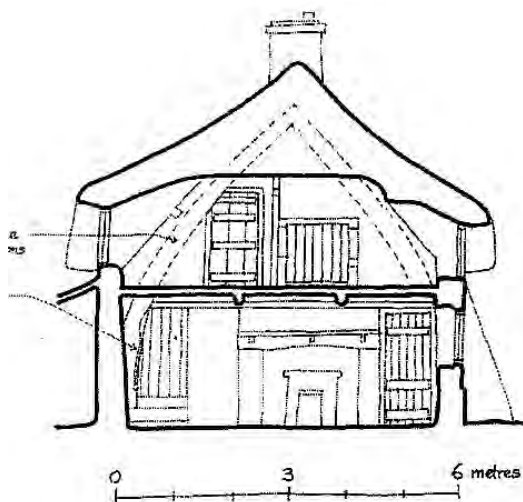


Fig 3.3. Genomskäring av det under 1600-talet ombyggde huset i Briantspuddle. Illustration ur Terra Britannica, Gordon T Pearson och Robert Nother.

Section through the house at Briantspuddle, reconstructed in the 17th century. Illustration from Terra Britannica, Gordon T Pearson and Robert Nother.

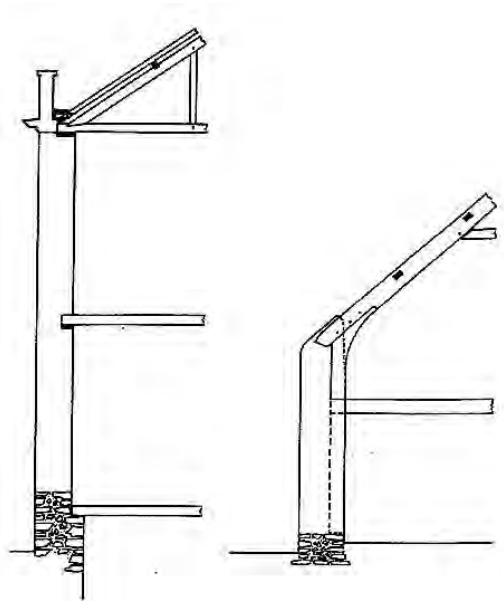


Fig 3.4. Väggtjocklekar från olika tidsepoker. Det vänstra väggsnittet är från ett hus byggt kring 1820 i staden Dawlish, med slankhetsförhållandet 1:10,9. Det högra väggsnittet med slankhetsförhållandet 1:5,0 härrör från en lada nära byn Lapford. Illustration ur *Terra Britannica*, Larry Keefe och Peter Child.

*Wall depths from different times. The wall section to the left belongs to a house erected around the year 1820 in the town of Dawlish, carrying a slenderness ratio of 1:10.9. The wall section to the right has a ratio of 1:5.0 and belongs to a barn close to the village of Lapford. Illustration from *Terra Britannica*, Larry Keefe and Peter Child.*

De äldsta bevarade byggnaderna har ofta tjockare väggar i förhållande till sin höjd jämfört med dem som tillkom senare. Väggtjockleken kunde fram till 1700-talets senare del röra sig kring 750 - 800 mm. De hus som uppfördes i de framväxande städerna, från 1700-talets slut, fick tunnare väggar. Dessa kunde bli uppemot 7 - 8 m höga med flera våningsplan och ha en väggtjocklek av 600 mm.³⁷

I och med industrialiseringens förbättrade infrastruktur kom lerjordsbyggandet successivt att ersättas med tegel och betong och under 1900-talets första del dog traditionen i stort sett ut.³⁸ Kännedom om de mackelerade husen har ändå funnits kvar i allmänhetens medvetande, men tekniken

har ansetts dålig eftersom ett antal byggnader har kollapsat. Lerjordstekniker har på detta sätt fått oförtjänt dåligt rykte som, med dagens kunnande, kan vändas till motsatsen.

3.2 Glimtar ur den nordiska historien

Stora delar av Sverige har alltid varit relativt skogsrikt vilket har lett till att det vanligaste byggmaterialet genom tiderna varit trä i någon form. Trä och lera användes ihop vilket framkommit från avtryck av byggnadsdelar i bränd lera från tiden för äldre järnåldern. Avtrycken som arkeologerna analyserat har uppkommit genom eldsvådor.³⁹ Denna del av arkeologin har tidigare haft låg status jämfört med analyser av mer spännande fynd såsom redskap, smycken och skelettdelar från människor och djur, vilket har medfört att många byggnadsfragment har rensats bort under utgrävningarna i jakten på mer åtråvärda troféer⁴⁰. Idag har denna syn förändrats.

Från senmedeltiden var det vanligaste byggnadsskicket hos allmogen liggtimmerhus⁴¹ som ibland putsades invändigt med lera. Förutom tätningseffekten gav detta ett jämt underlag för papperstapeter, när dessa började användas.⁴² I Lappland återfinns de nomadiserade samernas vinterkåtor, byggnader som täcktes med jordtorv, och i Skånes skogfattiga områden finner vi korsvirkesgårdarna med lerklinade eller lersstensmurade utfackningsväggar. Liksom Sverige har Norge och Finland en lång tradition av träbyggande, medan lerjord användes i större omfattning i det skogfattiga Danmark.¹

¹ Troligen gjorde träbristen i Danmark landet mer benäget för lerjordsbyggnader till skillnad mot övriga Norden. På 1700-talet var besogningen av Danmark nere på mindre än 1 %.



Fig 3.5. Vid museet på Birka har en modellstad byggts upp som visar de byggtekniker som användes. De lokala byggmaterialen sten, trä, vass och lera, användes i den nya byggnadstyp som influerats från vikingarnas handelsresor.

In the museum of Birka, the foremost Viking town of the lake Mälars district, located in the heart of present-day Sweden, a model town has been built. It demonstrates the building technology, applied in Birka. The local building materials, such as natural stone, wood, reed and clay, were used extensively. The buildings were in style influenced by the travels and trades of the Vikings.

3.2.1 1700-talets vedbrist

Ända sedan 1600-talet har järn varit en viktig handelsvara, vars tillverkning var beroende av det träkol som framställdes från skogarnas träd. Av den anledningen gjordes från de svenska stadsmakternas sida ett försök inom husbyggandet att minska behovet av virke. År 1757 infördes en förordning om skattelindring, under en tidsperiod om 20 år, för dem som byggde med sten. Detta kom dock inte att väcka något större gensvar.⁴³ Trots detta uppmärksammades byggnadsskicket med bärande lerkonstruktioner och en del skrifter utgavs kring sekelskiftet 1800. Dessa vände sig i filantropisk anda till allmogen, där läskunnigheten var rätt begränsad. Kanske detta kan sägas vara ett tidigt exempel på att informationen inte når fram när målgruppens referensramar inte stämmer med marknadsförarens?

3.2.1.1 Kakelugnen

Ett sätt att sänka vedförbrukningen utanför järnhanteringen, den för Sverige så viktiga exportindustrin, var att se över hur pass effektiva eldstäderna i hushållen var. År 1767 fick därför, arkitekten Carl Johan Cronstedt, tillsammans med generalen Fabian Wrede, i uppdrag av regeringen att utveckla en förbättrad konstruktion av kakelugnen. De tidigaste kakelugnarna, som importerades redan under 1500-talet, bestod av enklare murade eldstäder som kläddes med kakel. Dessa hade ingen öppning in mot rummet utan matades från angränsande utrymmen. I den vidareutvecklade modellen leddes de varma rökgaserna genom ett system av långa rökgångar av tegel. Tack vare denna konstruktion nedbringades bränsleåtgången avsevärt samtidigt som kakelugnens värmemagasinerande egenskap utnyttjades betydligt bättre.⁴⁴

I kakelugnen, och dess enklare kusin rörspisen, spelar leran en viktig roll eftersom det invändiga teglet muras ihop med lerbruk. Detta är svagt och mjukt och gör att ugnen kan svälla och krympa av hettan utan att spricka sönder. När kakelugnen ska sättas om är det också lätt att plocka ner den och knacka loss lerbruket.⁴⁵ Skillnaden mellan kakelugn och rörspis^K är att rörspisen inte är klätt med kakel utan istället oftast putsats med lerputs som målats med limfärg eller putsats med kalk.⁴⁶

Förutom till eldstäder användes lerbruk också till skorstensstockar. Fram till början av 1900-talet var murstocken upp till yttertaget i de flesta byggnader murad med fulltegel satt i lerbruk.⁴⁷

^K Ett annat namn på rörspisen är fattigmansugn.

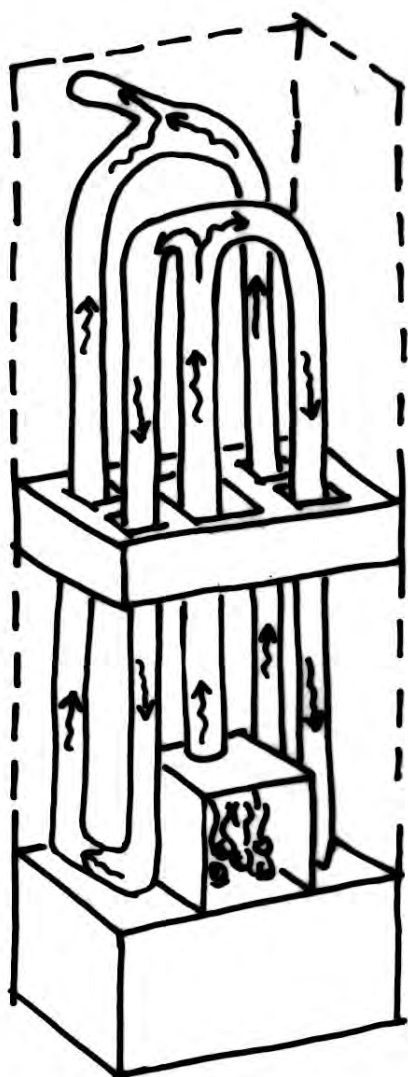


Fig 3.6. Principen för den i slutet av 1700-talet förbättrade kakelugnen, där rökgången delar sig och går ett varv till i konstruktionen innan den når skorstensstocken. Värmen från rök-gaserna utnyttjas då på ett effektivare sätt.

The improved earthenware stove of the late 18th century, depicted in principle. The flue is subdivided into two branches which take another cycle towards the bottom before ascending and joining into one exhaust pipe. The principle is often referred to as a five-stack stove. The heat of the smoke gases is put to better use in this way.

Friherren Rutger Macklean kom under slutet av 1700-talet att ge namn åt mackele-ringstekniken. Han levde under åren 1742 - 1816 och är mest känd för att ha banat väg för de svenska skiftesreformerna. År 1782 bosatte sig Macklean på den skånska herrgården Svaneholm, som hade tillfallit honom genom arv. Herrgården innefattade en areal på 3 750 tunnland vilket motsvarar knappt 20 km². De bönder som bodde på ägorna betalade, som brukligt var, sina arrenden med dagsverken och produkter från de egna gårdarna. Macklean fann systemet dåligt och genom att slå samman all mark och sedan dela upp den på sammanhängande jordstycken, samt införa cirkulationsföljd i växtordningen, ökade avkastningen avsevärt⁴⁸. Genom omstruktureringen av sitt gods tvingades Macklean till nybyggnad. Detta gjorde att Svaneholms skogar skövlades och att godset försattes i en besvärlig ekonomisk situation, vilket föranledde Macklean att se sig om efter andra byggmaterial än trä.⁴⁹ Macklean hade hört talas om ett kommersråd i Pommern som år 1787 försökt införa en metod att bygga hus av enbart lermassa och skickade därför en av sina underlydande till Tyskland för att studera tekniken.^L

^L Rutger Macklean hette egentligen Mackeléeer när han kom till Skåne och fick namnet Macklean först två år senare, efter sin introduktion på Riddarhuset i Stockholm. Sitt första namn fick han dock behålla hos allmogen och genom en lek med ord kom så byggnadssättet att uppkallas efter reformatören på Svaneholm. Källa: Trotzig, Macklean och mackelera i tidskriften Ale, historisk tidskrift från Skåneland, nr 1 1961.

3.2.2 ”Underrättelse om sättet att bygga Stamphus eller beqwäma och oförbränneliga hus af jord eller lera”

I Danmark, som sedan 1450 hade Norge som lydstat, översattes år 1796 den då tre år gamla D Gillys tyska skrift *Land-Bau Kunst* av K H Seidelin. Titeln blev *Kunsten at bygge bequemme og uforbrændelige Huse af stampet Ler*.⁵⁰ Boken letade sig också till Sverige och översattes år 1798 från danska till svenska av Anders Jahan Retzius med titeln *Underrättelse om sättet att bygga Stamp-hus eller beqwäma och oförbränneliga hus af jord eller lera*. Denne skrev följande i sitt förord:

"Wäl tror jag, at än icke den tiden är inne, då denna anwising mycket blir nyttjad, men jag fruktar och, det icke wara långt borta, at man blir twungen tänka sig om efter detta och dylika andra byggningssätt. Skogarnas dageliga medtagande, och det deraf följande andra pris på timmer och mursten gör det nödwändigt. Lägger man härtil at dessa STAMPHUS äro både waraktigare och warmare än Träd och korswerksbyggnader, lättare och med anse- ligen mindre kostnad upförde, så blir detta et skäl mera, at använda detta byggnads- sätt, åtminstone till wåningshus. Til uthus eller Lador, Logar, Stallar, Fåhus o.s.w. torde de så kallade WELLERWÄNDE af ler eller och sönderskuren halm blifwa beqwämligare, men till wåningshus kunna de aldrig blifwa hwarken så waraktiga, torra eller warma."⁵¹

Boken innehåller en utförlig redogörelse för stamp teknik som tack vare massiva väggar både blev varmare och tätare, vilket gjorde att denna byggt teknik gav ett "be- kvämt" hus.⁵² Som redan nämnts var tra- ditionen att bygga hus i korsvirkesteknik utbredd i Tyskland. Man bör också ha i minnet att i stort sett alla danska hus på landsbygden på 1800-talet var byggda på samma sätt, med lerklinade väggar som var

svåra att få täta på grund av träets års- cykliska rörelser.

Av citatet ovan från Retzius text framgår att lerhusen hade lägre status än de stampa- de husen och endast dög till fåhus och eko- nomibyggnader. Tiden torde ge en annan bild beträffande hållbarheten för vid Wiks slott utanför Uppsala finns en ladugård som byggdes 1799 och som fortfarande är i bruk. Byggnaden är 56 meter lång och 18 meter bred och lerväggarna restes på 18 dagar! Ett inre bärverk uppfördes eftersom man inte litade på att väggarna skulle orka hålla att taket uppe.^{M 53}



Fig 3.7. Ladugården vid Wiks slott i Uppland som uppfördes 1799. Leran till byggnaden hämtades troligen där den nu igenvuxna dammen i förgrunden finns.

The barn belonging to the Wik estate in Uppland was erected in 1799. The clay for the building was in all likelihood taken from where the now overgrown pond in the front is located.

I motsats till Retzius anser författaren till det lilla häftet *Underrättelse för allmogen att Bygga Hus af Ler-Bruk* att lerhusen är ett fullgott alternativ för allmogen. Han

^M Det inre bärverkets tillkomst kan ha berott på den svenska byggt raditionen. Vid uppförande av ladugårdar med stor spännvidd var det vanligt att fördela lasterna från höskullens golv genom ett eller flera långband/tvärlinor (långa bjälkar) som hölls uppe av stolpar. Med denna typ av ramverkskonstruktion, med spännvidder av betydande mått, hade man också praktisk erfarenhet av hur taklasterna skulle föras ner i konstruktionen.

skriver att dessa är lika bra som de exklusiva stenhusen, billigare än trähus och att byggnadssättet är väl beprövat.⁵⁴ Beträffande bränsleåtgången för uppvärmning får vi också veta att det i trähus, som dessutom aldrig blir helt täta och dragfria, åtgår dubbelt så mycket ved som i ett "murat lerhus".⁵⁵

Vem som skrivit detta lilla häfte, som är tryckt hos Joh. Fr. Edman kgl. acad. boktr. i Uppsala år 1799, framgår inte men troligen är det Georg Adlersparre.⁵⁶ Häftet återutgavs 1817 av Em. Bruzelius genom Uppsala läns hushållningssällskaps försorg och beskriver vad som kan göras av lerbruk och lera i ett hus. Detta innefattar väggar, skorsten under tak, bakugn och golv.

En person som med stort intresse följde bygget vid Wiks slott var arkitekten Gustaf af Sillén (1762-1825). Redan samma år som ladugården uppfördes lät han själv bygga ett lerhus, men det är oklart var. Det kan ha varit på hans födelsegård Eka utanför Enköping⁵⁷. Där uppfördes nämligen ett arbetarbostadshus med fyra lägenheter åt familjerna som tjänstgjorde på gården.

af Sillén redogjorde 1805 i tidningen *Ny Journal Uti Hushållningen* för de försök som han hade gjort med lerkonstruktioner på sin gård i Uppsala. På fem olika ställen hade han utfört lermurningar. Bland dessa fanns ett skaffereri som han "för bekvämlighets skull" låtit mura mellan boningshuset och flygeln utmed Kungsängsgatan. Han gjorde en utförlig kostnadsjämförelse av skafferiet med likvärdiga trä och stenhus. Stenhuset skulle kosta fyra gånger mer än lerhuset och kostnaderna för trä- och lerhus var jämbördiga, men till lerhusets fördel räknades att det inte kunde brinna. Ett annat experiment som af Sillén genomförde var att bygga en fyra meter hög obelisk som till hälften täcktes med ett tunt murbruk av kalk, tegelmjöl och sand. Den andra halvan lämnades med lermassan

oputsad för att utröna materialets varaktighet. I tidningsartikeln skrev af Sillén att alla som var intresserade var välkomna till ett studiebesök på hans gård, men intresset torde ha varit litet för endast ett lerjordshus tillkom i Uppsala under denna tid. Såväl af Silléns egna konventionella hus som det lerjordshus som byggdes 1814 åt en akademitimmerman Peter Källström, har nu fått ge plats för annan bebyggelse.⁵⁸

Intresset för metoden att uppföra bärande väggkonstruktioner av lerjord spred sig över landet genom olika skrifter under 1800-talets tidigare del. Gustaf Trotzig återger i tidskriften RIG från 1962 de källor, och något om deras innehåll, som han hittat om lerjordsbygge. Förutom de redan nämnda böckerna återfinns en instruktion i lerhusbyggnad som författades av Gustaf Adlersparre till 1801 års *Almanacka*. År 1809 utkom *Yttrande om lerhusbyggnader* av fabrikör Lundqvist som två år senare följdes av boken *Begrepp om lerhusbyggnad* av O Åkerren. C M Schoerbing gav 1815 ut *Om sättet att uppföra hus af torkade lerstenar, samt att täcka dem med eldsäkra tak af Ler och halmskivor*. År 1826 utgavs en liten skrift med titeln *Om sättet att af hopstampad jord bygga hus*, skriven av C af Wetterstedt. Femton år senare, 1841, fanns en artikel *Om byggnaders uppförande af lera och halm* i tidningen *Sveriges Landtmän* som var författad av kommersrådet Lundgren i Ystad. Den sista skriften från 1800-talet som Gustaf Trotzig hittade, *Stenfasta hus utan tegel*, var en från tyska översatt bok som byggde på artiklar och som utgavs av J Leuchs och C Prochnov år 1852.⁵⁹

3.2.3 *Bevarade äldre byggnader med lerjord i konstruktionen*

År 1779 uppfördes Stjärnsunds herrgård i södra Dalarna av Reinhold Galle Rückerschöld, dotterson till Christopher Polhem. Rückerschöld valde, av praktiska skäl, att uppföra huset med återanvänt liggtimmer,

vilket medförde att han på en sommar kunde få grunden anlagd, huset uppfört med tak och väggarna reveterade. För den då nya reveteringstekniken valde Rückerschöld en egen variant. Vid knutarna på fasaden fastsattes stående granslanor som kläddes in med 10 cm lerbruk för att efterlikna pilastrarna på ett stenhus. Hela det lerputsade huset ströks sedan med kalkbruk och den färdiga byggnaden blev på så sätt mycket lik den tidens typhus av sten.⁶⁰

I Järle kommun, 30 km norr om Örebro, finns Svalbo som är en byggnad som uppfördes i lersten under 1700-talets senare del. Huset nämns första gången 1784, och byggdes av de vallonsmeder som arbetade vid Jerle Bruk. Varför just denna teknik valdes har inte kunnat klarläggas, kanske hade smederna tagit med sig kunskapen om detta byggnadssätt från de områden som idag tillhör Belgien. Det är troligt att lerstenarna består av de massor som grävdes bort för husgrunden, för volymen av den lersten som finns i väggarna motsvaras av den volym som utgör källaren.⁶¹



Fig 3.8. Svalbo, eller Jerlestugan, med arbetarbostäder som uppfördes av valloner i Järle under 1700-talets senare hälft. Troligen har leran som grävts ut för källaren använts för tillverkningen av stenarna i väggarna.

Svalbo, or the Jerlestuga, contains flats for the working class. It was erected by the Walloons (of Flemish origin) at Järle in the second half of the 18th century. It is likely that the clay, excavated when digging for the cellar, was used for manufacturing the stones, built into the walls.



Fig 3.9. Linnés Hammarby, där lerjord har använts så som traditionen bjöd när byggnaden uppfördes i mitten av 1700-talet.

Hammarby, the estate outside Uppsala belonging to Carl von Linné, was built with clay the way tradition would have it, when erected in the mid 17-hundreds.

Strömsholms slott 15 km sydväst om Västerås har under mer än 500 års tid haft anknytning till hästar, bland annat som stuteri och centrum för kavalleriets övningar. Kring slottet finns gammal bebyggelse med stallar, ladugårdar och personalbostäder.⁶² Några av dessa uppfördes åren 1811 - 1813 med stomme av lera och halm och används än idag, fast delvis med andra funktioner.⁶³

I Bergs socken i Skövde kommun uppfördes år 1818 två arbetarlängor vid Karlfors. Skaraborgs länsmuseum gjorde 1995 en byggnadsdokumentation som utfördes av antikvarie Vicki Wenander. Ytterväggarnas tjocklek är cirka 450 mm, innerväggarnas omkring 300 mm och består av lerjord med finhackad halm. Samtliga lerjordsväggar putsades in- och utvändigt med kalkbruk.⁶⁴ Byggnaderna har inte varit bebodda sedan 1940-talet.

Vid sjön Skagern i Västergötland ligger Gudhammars herrgård på vars ägor finns ett spannmålsmagasin med yttervägg av lersten. Skaraborgs länsmuseum genomförde år 1997 en dokumentation genom antikvarie Ulf Larsson och arkitekt Mikael Hedin. Det källmaterial som legat till grund för att bestämma byggnadens ålder

är motstridigt. I brandförsäkringshandlingar från 1902 uppges magasinet vara uppfört 1844, men finns inte markerat på den ekonomiska karta över området som upprättades 1877 - 1882. Byggnadens stomme utgörs av ett system av stolpar och bjälkar av trä som i ytterväggarna klätts in med, och dolts av, lerstenarna. Invändigt är lerstensväggarna putsade och har även exteriört varit putsade med en finkornig spritputs. Idag exponeras lerstenarna fritt och fasaderna har avfärgats med faluröd slamfärg.⁶⁵



Fig 3.10. Spannmålsmagasin vid Gudhammars Herrgård. Lersten med stor inblandning av sågspån och träflis har använts till ytterväggarna. Dessa är dock inte bärande, taket bärs upp av en ramverkskonstruktion.

Grain store-house belonging to the manor Gudhammar. Clay stones with a large inclusion of saw-dust and wood chips have been used for the walls. They are not structural, however. The roof is carried by a special timber-frame structure.

Kända hus i Norge från 1800-talet är Skinnabøls herrgård utanför Kongsvinger, som färdigställdes 1849.⁶⁶ Denna uppfördes av en "krigskommissær" Rønning som sommarresidens för den svensk-norska drottning Sophia, Oscar II:s gemål. Väggarna består av halmblandad lera som gjutits i formar.⁶⁷

I Oslo återfinns 13 småhus om 1,5 plan som uppfördes kring 1860 vid Anthon Schjøts gate och Vinjes gate. Dessa är murade med lersten med en sammansättning av lika delar sågspån, sand och lera och

kallas för Frølich-husen efter den bankdirektör som initierade bygget.^{N 68} Kring förra sekelskiftet byggdes även en hel del vedhus kring Oslofjorden, se avsnitt 3.2.5.2, *Vedhus* på sidan 40.

Resandehotellen från 1890-talet vid järnvägsstationen i Kristinehamn skulle rustas upp på 1990-talet. Man fann då att husen var byggda med obrända lerblock med träflisblandning, men det ovana ögat ser snarare ett putsat tegelhus än ett lerjordshus.⁶⁹

3.2.4 *Estland*

Den estländske professorn Tõnu Keskküla utgav år 1991 en liten handbok om lerhusbygge på estniska. Anledningen var att många av de byggnader som sovjetstaten tidigare hade tvångsinlöst hade återlämnats till sina ursprungliga ägare. Vid sina inspektioner hade Keskküla sett att ett stort antal av dessa var lerjordshus i behov av upprustning, varpå han fann behovet påkallat att skriva en handledning.

Majoriteten av de estländska lerjordshusen återfinns i de södra delarna av landet, som har mer jordbruksmark än skog. I de norra skogsrika delarna återfinns endast enstaka byggnader.

Keskküla kunde urskilja fyra tidsepoker då ett stort antal lerjordshus hade uppförts. Den period han betecknar som "*första vågen*" inträffade 1850 - 1860. Detta sattes i samband med att de estniska böndernas livegenskap hade upphört och att dessa efter en tid kunde köpa mark att bygga på. Då de inte hade råd att köpa byggmaterial använde de sig av lerjorden på tomt. Den andra vågen inträffade kring 1880, då den första vågens barn stod i begrepp att bilda familj.

^N Dessa byggnader var mycket omdiskuterade. En herr Schweigaar lär ha sagt "Romerne kom til en lerby og gjorde den til en marmorby. Frølich vil gjøre en stenby til en lerby". Rojahn, sid 7.

Ett typiskt estniskt lerhus har hög sockel, stort taköverhäng och trä vid gavelröstena. De äldsta husen fick en väggjocklek om 500 - 600 mm medan hus från 1900-talet kan ha en väggjocklek om endast 300 mm. Höjden på byggnadens sockel visade hur välbärgad byggherren var, hög sockel var rikemanshus, låg var fattigdomsbevis. Lerjordsväggarna var gjorda i formar och blandningen bestod av lera med halm och i vissa fall grankvistar. Bostadshus och fähus byggdes med samma teknik men kunde skilja sig åt i byggmaterialets sammansättning. Bostadshuset fick en mer isolerande blandning än djurhusen och putsades med kalk.⁷⁰

3.2.5 *Udda byggtekniker*

Två byggnadstyper som kan sägas vara hybridformer av lerjordsbyggeri är jordstugan och vedhuset. Dessa byggnadstyper är dåligt dokumenterade i skrift, men förekommer som levande bevis på sin existens - även om antalet inte är så stort.

3.2.5.1 *Jordstugor*

Jordstugor eller jordkojor är benämningen på små hus som delvis är nedgrävda i en sned backe, och som idag kanske mest förknippas med backstugor. Backstuga är en övergripande beteckning på den jord- och egendomslösa landsbygdsbefolkningens bostäder men majoriteten av det ingrävda byggnadsbeståndet utgjordes av jordkällare, linbastur och smedjor.⁷¹ Endast de allra fattigaste människorna förvisades till att ha jordstugan som permanent bostad eftersom de inte hade råd eller förmåga att skaffa byggmaterial för att uppföra ett helt hus ovan jord.⁰

⁰ Dagens nedgrävda byggnader kallas för souterräng och förknippas knappast med att ägaren skulle ha dålig ekonomi, snarare tvärt om, eftersom grundläggningen för ett hus med delar under mark blir dyrare än att exempelvis bygga på plintar.

I början av 1980-talet arbetade Tomas Jönsson på läns museet i Örebro och inventerade länets jordstugor, ett arbete som utmynnade i rapporten *Inte bara trollen bodde i jordhål*. Här framgår att jordstugorna ofta hade en likartad utformning. På en nästan kvadratisk stuga med måttet 4 x 4 m lades sadeltak.⁷² Sidoväggarna och bakre gaveln var helt eller delvis ingrävda och ingången till det enda rummet förlades till den fria gaveln som oftast vette mot söder.



Fig 3.11. Jordstugan på Skansen, i Stockholm, står som exempel på den fattigaste invånarens bostad i Sverige under gången tid.

The dugout at Skansen in Stockholm stands out as an example of the poorest home in bygone times.

Då jordstugorna betraktades som fattigstugor verkar det som att de svenska myndigheterna ville sopa vetskapen om dem under mattan. I början av 1900-talet ledde professorn Sigurd Erixon en stor etnologisk undersökning och skrev i samband med detta en del artiklar. I en uppsats om landsbygdens byggnadsskick i Närke före laga skiftet nämner han ingenting om bostadskategorin jordstugor. Då Nordiska Museet 1948 skickade ut och fick frågelistor svarade en man från Åsbro:

"Har talat med flera äldre personer om stenstugor (här synonymt med bla jordstugor), men ingen kan lämna några upplysningar om dessa. Troligen ha dylika stugor ej funnits i dessa bygder. Om de före-

*kommit, var de säkerligen före 1700-talet."*⁷³

I sin inventering i Örebro län hittade Jönsson grunderna till 28 jordstugor samt en jordstuga, Hellkvistastugan i Eriksberg, som var helt bevarad!⁷⁴

I förhistorisk tid återfinns grophusen, en variant av byggnader som var nedsänkta 30 - 60 cm i marken. I Sverige fungerade dessa som verkstadslokaler för exempelvis vävning under yngre järnåldern och ingick som en del av gårdskomplexen.⁷⁵ Detta till skillnad mot jordhusen och jordkojorna, som tycks ha varit den allra fattigaste befolkningens reträtt för att skydda sig mot väder och vind.

3.2.5.2 Vedhus⁷⁶

En ny typ av byggnader uppstod kring 1800-talets sågverksindustrier. Många av sågverken anlades längs Norrlandskusten och bostadslösa arbetare fann på rådet att mura hus av lerbruk och spillvirke från plank. De bohuslänska byggnaderna kallas för *knopphus* och sätts i stället samband med stenindustrin. Bohuskusten blev under 1800-talet hårt skövad på sin skog eftersom virket behövdes till trankokerier och skeppsbyggeri. De bohuslänska stenindustrierna, i det skoglösa landskapet, tillverkade under 1800-talets senare del smågatsten som bland annat skeppades till Norge. Sågindustrierna levererade stora mängder plank till de växande städerna och en del av det spillvirke som uppstod lastades i de återvändande skutorna som ballast. Spillvirket togs omhand av stenindustrins husvilla arbetare.

Vedmurningen återfinns främst i arbetarbostäder och ladugårdar, men även andra byggnader såsom byggmästarvillor, hotell och skolor är uppförda på detta sätt. I väggarna mellan utvändiga paneler och invändiga tapeter kan man finna plankbitar i

tunna lerbruksfogar, med stor tillsats av sågspån.

Ett annat byggnadssätt är *kubbtekniken* av hopmurade timmerkubbar som lagts på tvären i väggen. Denna teknik har troligen äldre anor än knubbtekniken och kan ses

som en fortsättning på metoden att kleta ihop slakor och grenar med lera till en skyddande byggnad. När tillgång till såg för plank och brädor saknades erfordrades endast yxa och de träd som fanns på byggsplatsen kunde användas direkt när de röjdes undan för huset.



Fig 3.12. En mellanvägg av kubb och lera. För att slippa genomgående torksprickor i veden är det lämpligt att använda sig av väl torkade vedklabbar.

A partition wall of cordwood and clay. In order to avoid pervading cracks due to wood desiccation, it is wise to use well-dried chopping blocks.

Ytterligare en byggnadssätt med lermurat virke var att återanvända trämaterial från rivna byggnader. På 1930- och 40-talen uppfördes fähus av rivningsvirke av en byggmästare på ett flertal gårdar öster om Tanumshede. En man som hjälpte till med ett sådant bygge berättade att han kapade rivningsvirket i tiotumslängder och sedan klöv dem med yxa. I en beteshage togs lera som ältades med vatten till en lös välling som blandades med sågspån. Kubben lades på tvären och murades med det lösa lerbruket och slutligen putsades väggarna in och utvändigt.

De murade vedhusen återfinns också i Norge och Finland. I Norge har cirka 900 knubbhus dokumenterats enbart i Østfolds fylke, med hela bebyggelseområden i denna teknik inom sågverksdistrikten längs Glomma. I Finland tycks dock vedhusen vara lika okända som i Sverige.

3.3 1920-talets böcker

År 1920, två år efter första världskrigets slut, utgavs boken *Billiga bostäder av pressad jord* som skrevs av Karl J Elling-

ton. I boken framförs en romantiserande och återigen filantropisk syn på såväl byggmetoden som den målgrupp Ellington vände sig till:

”Men det är i främsta rummet den arbetande klassen jag önskar med denna skrift visa en väg ut från trångboddhet och höga hyror till den egna hem-idyllen, formad med egna händer av den egna torvan på den egna torvan.”⁷⁷

Ellington befarade att priserna på det billiga trävirket skulle skjuta i höjden eftersom svenskt timmer var eftertraktat på världsmarknaden. Liksom under 1700-talets vedbrist anades här farhågor för en kommande materialbrist.

Ellington hade en närapå religiös tro på stampjordstekniken och skrev att han var fullt övertygad om att den inom en snar framtid skulle komma att uppmärksammas i Sverige.⁷⁸ Att så ännu inte har blivit fallet, åttio år efter utgivningen, vet vi idag. Boken är ganska underhållande och kan betraktas som ett inlägg i den socialpolitiska debatt som fördes under denna tid. I positiva ordalag beskrivs stampsteknikens användning och utförande i olika länder som Australien, Indien och Frankrike. Bristen på bilder och systematik samt de ibland ganska omständliga beskrivningarna gjorde den dock mindre lämpad som handbok, något som Lorentz Johansson bekräftade när han 1924 utgav boken *Praktisk handledning i Stampjordsbygge*. I företalet står följande om Ellingtons bok:

”Men, då denna bok utgavs innan några jordhus ännu voro uppförda i vårt land och i boken huvudsakligen redogöres för pisémetoden i utlandet, då den saknar de nödvändiga detaljerna och därför icke kan betraktas såsom lärobok samt, då boken dessutom är för dyr för att i en större upplaga kunna spridas bland dem, som verkligen behöva bygga billigt så anser jag det vara av behovet påkallat, att utgiva en billig lärobok om jordbygge enligt våra för-

hållanden och som grundar sig på verklig praktisk erfarenhet vid uppförandet av jordhus i Sverige.”⁷⁹

Det har sedan visat sig att Lorentz Johansson hade fel när han skrev att inga jordhus tidigare hade uppförts i Sverige. Som exempel stod år 1860 Perstorps baptistkapell, i Oppmanna socken utanför Kristianstad, färdigt att tas i bruk. Detta var Sveriges första baptistkapell när religionsfrihet tilläts efter konventikelplakatets avskaffande 1858. Byggnaden tillhörde då den före detta skolläraren J A Hanner, som bildade en församling 1859. Denne bekostade själv bygget av kapell, boningshus och uthus på den fastighet han hade inhandlat för ändamålet. Kapellet byggdes i stamp teknik, medan de båda flygelbyggnaderna uppfördes i trä. I december 1996 blev fastigheten byggnadsminnesförklarad. Kapellet genomgick en omfattande restaurering och återinvigdes söndagen den 24 augusti 1997.^P

^P Enligt muntlig uppgift ska det finnas ytterligare ett par stampjordshus i trakten från samma tid.



Fig 3.13, 14. Perstorp, Sveriges första baptistkapell från 1860 är ett stampjordshus som nu är byggnadsminnesförklarat.

Perstorp. The first Baptist chapel in Sweden was built in 1860. It is a rammed earth house, which has now received legal protection as a building souvenir.

Enligt Lorentz Johansson blev Ellington utblottad genom sitt engagemang att göra stampjordtekniken känd i Sverige och tvingades "på grund av bristande förståelse" att emigrera till Amerika.⁸⁰ Ellington tycks dock ha satt sina spår i det svenska byggandet för i Johansson bok kan vi läsa att hundratals utmärkta jordhus uppfördes, från Skåne i söder till Västerbotten i norr, under perioden 1921 - 1923.⁸¹ Tack vare de båda herrarna Karl J Ellington och Lorentz Johanssons insatser kan många av de byggnader från 1920-talet, som vi idag karakteriserar som stenhus, vid närmare undersökningar visa sig vara stampjordhus!



3.3.1 *Grottelyckor i Harplinge socken*

År 1923 uppförde L P Norrgren ett hus som kallade Grottelyckan. Norrgren hade under sin yrkesverksamma tid som folkskolelärare, i Skintaby skola i Harplinge socken, haft tjänstebostad. När han uppnådde pensionsåldern blev han tvungen att ordna boendet på egen hand. Vid denna tid hade Karl Ellingtons bok utgivits och i en del franska tidningar, som Norrgren hade tillgång till, stod också att läsa om stampjordstekniken. Kanske kände Norrgren och Ellington varandra för bokens förord är skrivet i Steninge, samma socken, tre år innan huset byggdes.

Det lågbudgethus som uppfördes hade ursprunglig taktäckning av halm som, tillika med all träinredning, blev lågornas rov efter ett blixtnedslag fem år efter färdigställandet. Huset brann, men de putsade lerjordsväggarna tog ingen skada, vilket däremot skorstensmurarna av tegel gjorde. Byggnaden återställdes med de gamla väggarna intakta men denna gång med ett tak som täcktes med tegelpannor.

Två av L P Norrgrens söner, Georg och Folke, byggde i mitten av 1940-talet var sitt bostadshus i stampjordsteknik. Det första huset om närmare 350 m² byggdes av Georg för en ganska omfattande representation. Fram till 1970-talets slut drev han Grottelyckans Handelsträdgård, som bland annat levererade nejlikor i hela landet. Huset byggdes 1944 och har blivit uppmärksammat för att vara ett lerjordshus som har ritats av den i Sverige välkända arkitekten Hakon Ahlberg. Eftersom det fanns många restriktioner beträffande material och byggarbetarnas kompetens bestämde sig makarna Norrgren redan på ett tidigt stadium för att låta bygga väggarna med lerjord.⁸²

Hakon Ahlberg, med kontor i Stockholm, var prästson från Harplinge, den församling som paret Norrgren tillhörde och til-

lika god vän med dem. Ahlberg hade under krigsåren tagit emot arkitekter från de ockuperade och krigförande länderna. Några av dessa fanns nu på hans kontor och behövde sysselsättas, vilket ledde till att en stor mängd ritningsförslag levererades till makarna Norrgren.

År 1946 skrev Hakon Ahlberg en artikel om projektet i tidskriften Byggmästaren. Beträffande materialvalet var kommentaren följande:

”När två av Norrgrens söner, de framgångsrika blomsterodlarna Georg och Folke Norrgren, nu ville bygga var sitt hus, valde de bägge det material, som fadern prövat. Undertecknad, som fick i uppdrag att rita husen, frånsade mig uttryckligen allt ansvar, eftersom jag inte hade någon erfarenhet av metoden. Det vållade emellertid inte mina byggherrar någon oro - de visste vad de gjorde.” Ahlberg avslutar artikeln med raderna *”På mitt kontor har ritningarna till villan utförts av Erik Ekeberg och Helge Thiis.”*



Fig 3.15. Georg och Helena Norrgrens hus i Steninge, Harplinge socken.

The Norrgren (Georg and Helena) house at Steninge, Harplinge parish.

3.4 1950-talet

En högst påtaglig brist på material uppstod under och efter andra världskriget, mer i utlandet än i Sverige. Därför kom tekniken att bygga med lerjord åter att bli aktuell och i de skandinaviska länderna utkom i början av 50-talet några böcker i ämnet. Den svenska boken *Jordhusbygge - Arbetsbeskrivningar och ritningar* av Carl-Olov Lindberg och K G Molin, publicerades 1950, den norska boken *Jordhus - bedre och billigere boliger* av Fritijof Rojahn utkom 1951, och i Danmark utgavs *Lerhuse - stampe og soltørrede* av arkitekten Sven Risom år 1952.

3.4.1 Sverige

I boken *Jordhusbygge - Arbetsbeskrivningar och ritningar* finns ett företal av Hjalmar Granholm, vid den tiden professor i konstruktion vid Chalmers tekniska högskola i Göteborg. Där definierar han de målgrupper han anser kan ha nytta av denna bok:

"För en stor del av våra egnahemsbyggare, lantbrukare och även andra, som äga icke så mycket kapital men mera av egen arbetskraft och företagsamhet, kan ett jordhusbygge mången gång vara den bästa lösningen på bostads-, sportstuge- eller garagefrågan. Den föreliggande boken ger tillräckliga anvisningar för att utföra ett dylikt byggnadsarbete."

Författarna till *Jordhusbygge*, Lindberg och Molin, beskriver stampmekniken ingående i text, bild och illustrationer. Mycket av bildmaterialet kommer från de foton som Helena Norrgren tog under uppförandet av makarnas hus och referenser görs till resten av de byggnader som uppfördes i Harplinge åren 1923-1948. Här återfinns detaljerade konstruktionsritningar av arbetsformer i 20-delsskala, vilka troligen härrör från de stampformer som användes i Halland, och som även användes till det

usch- och sanitetshus till vandrarhemmet Björkekullen - Bråtadal som finns redovisat i kapitel 4, *Nyligen uppförda projekt i Sverige*. Mycket av det som står i de byggtkniska beskrivningarna är fortfarande aktuellt men av tekniken att blanda halm i lera för att få ett isolerande byggmaterial drar författarna andra slutsatser än vad vi gör idag. Tekniken som "*knappast torde komma ifråga annat än i undantagsfall är metoden med bärande konstruktion av annat material och ... jord uppblandad med halm enbart som isolering.*"⁸³ Med dagens isoleringskrav är situationen en annan och eftersom inga jämförelser med andra byggmaterial och metoder redovisas är de kostnadsberäkningar som görs ointressanta.

I boken ges exempel på tre moderna hus, egnahemmet, villan och fritidsstugan. Dessa hade anpassats till stampjordstekniken med typritningar av arkitekten Folke Hederus, och som kunde beställas.⁸⁴ Egnahemmet är på 3 rum och kök och fyllde den dåtida Bostadsstyrelsens normer för statliga lån.⁸⁵ Villan om 6 rum och kök i bungalow-utförande är statusbetonad med bland annat rum för hembiträde. De arkitektoniska kvaliteterna, som kanske inte har något med stampjordstekniken att skaffa, består exempelvis av att diskbänken diskret övergår i en utspringande bordskiva, som tjänar som matplats och arbetsbord - något som återfinns i dagens barinspirerade lyxkök. Här ges också förslag till färgsättning liksom uppslaget att väggarna kan utnyttjas för väggskulptur innan de hunnit få sin slutliga hårdhet. Fritidsstugans planlösningar möjliggör att den kan byggas i två etapper.

Känslan för miljöanpassade byggmaterial hade vid denna tid ännu inte väckts. Hederus menar att stampväggarna gärna kunde kombineras med moderna material som vi inte skulle använda idag. För fritidsstugan rekommenderas korrugerad eternit som skulle läggas direkt på takstolen för att sedan täckas med grästörv ovanpå ett lager

av dränerande grus. Torvtaket torde i detta fall ses som en romantisk reminiscens från den lilla stugan på landet, som antogs vara den svenske stadsbonds ideal.

3.4.2 Övriga Norden

Den norska regeringen stödde på 1950-talet etablerande av lerjordshus, vilket ledde till att ett projekt med syftet att alla kommuner i Norge skulle bygga provhus initierades. Riktlinjer utarbetades och kurser hölls men efter två osedvanligt regniga somrar, 1952 - 1953, minskade intresset drastiskt för byggmetoderna.⁸⁶ År 1951 utkom boken *Jordhus - bedre och billigere boliger*⁸⁷ av arkitekten Frithjof Rojahn som ansåg att stamp tekniken och murning med lersten var de tekniker som var brukbara för byggande i Norge. Boken kan tyvärr inte tillskrivas något större vetenskapligt värde, eftersom referenser till många uppgifter saknas och därför inte går att kontrollera.

Uppskattningsvis finns i Norge några hundratal byggnader med lastbärande väggar av jord. Några byggdes i mitten av 1800-talet, andra kring 1920 men de flesta uppfördes runt 1950.⁸⁸

I tidningen *Maaseudun Tulevaisuus* (Landsbygdens framtid) publicerade Tauno Kujala på 1950-talet en artikel. Artikeln finns översatt i den nordiska lerbyggeorganisationen NOL:s medlemstidning *Ler- och Halmbyggaren*, nr 1999/1. Där berättar Kujala om en lantbrukare, som tillsammans med sina söner, byggde över 50 lerjordshusbyggnader och fungerade som rådgivare vid ännu fler byggen.

I Danmark utgav Arkitekten Sven Risom år 1952 *Lerhuse - stampe og soltørrede*⁸⁹ som i sitt upplägg liknar Lindberg & Molins svenska och Rojahns norska bok med en presentation av befintliga byggnader och något om byggtekniker. Risom anser att mackelering som byggmetod har spelat

ut sin roll och förespråkar den mer ingenjörsmässiga stamp tekniken. Boken avslutas med ett antal planscher av uppmätta byggnader från tiden 1810 - 1850 och av nybyggda arkitektritade hus under perioden 1920 fram till dess boken skrevs. I det senare fallet anges också hantverkskostnader.

År 1959 gav Risom ut ytterligare en bok, *Nordiske ler-jords-huse: ledsaget af en sammenlignende studie i lerbyggeskikkens udbredelse i Europa, Asien, Afrika og Amerika*.⁹⁰ Till skillnad från den första boken, som kan betecknas som en handledning, är detta en historiebetsbeskrivning från den primitiva hyddan via vikingatidens långhus till stampshus enligt Cointeraux. Risom kartlade de lerjordshus med stampade väggar som uppfördes under perioden 1780 - 1875 genom att studera protokoll från brandtaxeringar som genomfördes under denna tid. Antalet registrerade stampjordshus uppgick till 3 500. Sådana byggnader uppfördes även efter denna tid, men i och med industrialiseringen blev det allt vanligare att bygga med tegel.⁹¹ På 50 planscher redovisas danska stampjordshus, från 1700- och 1800-tal. I boken görs också jämförelser i ord och bild med andra länders byggnadsskick, exempelvis i Kina, Egypten, Frankrike, Ryssland och Amerika.

3.5 1900-talets slut

Allteftersom den svenska ekonomin förbättrades tycks byggmaterialet lera mer och mer ha fallit i glömska. Inte förrän 1984 blir det träff på svenska böcker om lerjordshusbyggeri i databasen Libris. Då utgavs ett litet häfte om 24 sidor av Annelies Schöneck, *Jordhusbygge - Tradition och framtid*⁹². Skriften utkom på det antroposofiska *Syrans Förlag* som en lättläst illustrerad essä. Isolerlera nämns här för första gången i svensk litteratur och betecknas med termen strålera. Boken tillkom efter förstudier inför det kommande byggandet

på Almagården i Lunger, utanför Arboga. Gården utvecklades från mitten av 1980-talet till slutet av 1990-talet till en antroposofiskt präglad kursgård. De djupare antroposofiska tankar som genomsyrar skriften gör den mer till ett filosofisk inlägg om husbyggnad än en handfast anvisning om tekniker i lerjordsbyggeri.

I mitten på 1980-talet intresserade sig den dåvarande arkitektstudenten Annika Ekblom för lerjordshus, vilket resulterade i ett examensarbete med en rapport, *Om hus av jord och lerhalm*⁹³. Arbetet trycktes senare upp som bok. Boken är charmfullt skriven och har varit en stor inspirationskälla för många. Ekblom bekantade sig med lerjordsteknikerna på en kurs på den ovan nämnda Almagården. Isolerlertechnikerna beskrivs på ett personligt sätt i ord och bild liksom lerbröds- och stampjordstekniken. Den sistnämnda praktiserade Ekblom också själv på ett bygge på Gotland sommaren 1985, men huset kom aldrig att färdigställas eftersom finansieringen inte gick att lösa.

År 1993 var händelserikt i Sverige beträffande skriftliga rapporter om lerjordsbyggeri. Veckan före midsommar hölls en kurs i Skärkäll, vid Gerlesborg, i mellersta Bohuslän vilket utmynnade i en rapport med titeln *Lerjordsbygge på Skärkäll*⁹⁴. Kursen var ett samarrangemang mellan Skärkälls andelsförening och den nybildade Nordisk Organisation för Lerjordsbyggeri, NOL. Ett stormultrum uppfördes som första etapp av en servicebyggnad där man prövade olika lerjordstekniker. Kursen dokumenterades och materialet sammanställdes av Karin Widahl. Bygget fortsatte senare med andra lertekniker men de brännbara delarna förstördes i samband med en eldsvåda under byggtiden. Andelsföreningen gav inte upp och en ny byggnad har tagit form, delvis på ruinerna av den gamla.



Fig 3.16. Servicebyggnaden vid Skärkälls andelsförening under återuppbyggnad efter en brand som slukade byggnadens brännbara delar.

The reconstructed service centre belonging to the Skärkäll co-operative society.

Den andra rapporten som utgavs 1993 heter *Lera + halm*⁹⁵ och är skriven av Ebba Högström, Laura Liuke, Catharina Sternudd och Maria Århammar, då arkitektstudenter vid Lunds tekniska högskola, LTH. Rapporten är en sammanställning av vad de lärde sig på en sommarkurs i lerhalmbyggnad i Finland. Kursen, som arrangerades av Tekniska Högskolan i Helsingfors, hade till syfte att lära ut metoder för lerhalmstillverkning och att bekanta deltagarna med traditionella konstruktionsmetoder.

År 1997 utkom examensarbetena *Lerbetong - ett alternativt byggmaterial*⁹⁶ av arkitektstudenten Karma Dugay Tshering, *Lerhalm - undersökning av materialets isolerings- och brandegenskaper samt fuktupptagning för lerputs*⁹⁷ av teknologen Emanuel Eklund samt en uppsats från det bebyggelseantikvariska programmet vid Göteborgs universitet, *Hus med väggar av jord, Steningen 6:1*⁹⁸, av Ulrika Kihlqvist och Maria Moréteau. Karma Tsherings arbete ger en kortfattad beskrivning av de mest förekommande lerbyggnadsteknikerna med tonvikt på stampjordstekniken, då han själv uppfört ett sådant hus utanför Nyköping tillsammans med sin fru Ruth Hy-

lander. Även analysmetoder för lerjordens lämplighet som byggmaterial beskrivs. I Emanuel Eklunds arbete har det övergripande målet varit att undersöka om lerhalm är ett material som lämpar sig för uppförande av hus idag. Eklunds slutsats är att det varken går att bekräfta eller förkasta materialets lämplighet och att det kvarstående frågetecknet rör den långsiktiga beständigheten. Arbetet omfattar mätning av materialegenskaper, litteraturstudier samt refererar till praktiska erfarenheter av

lerjordsbyggeri, studiebesök och intervjuer. Ulrika Kihlqvist och Maria Moréteaus fempoängsuppsats beskriver de byggnader som är kända från Harplinge socken i Halland, samt en byggnad i Falkenberg. Syftet med uppsatsen var i första hand att göra en bebyggelsehistorisk dokumentation och tonvikten ligger på fastigheten Steninge 6:1, vilket är den byggnad som arkitekt Hakon Ahlberg medverkat i.



Fig 3.17. Paret Ruth Hylander- Tshering och Karma Tsherings parhus i Södra Runtuna utanför Nyköping. Foto: H Houben, CRATerre.

The semi-detached house belonging to the couple Ruth Hylander-Tshering and Karma Tshering. It is situated at Södra Runtuna outside Nyköping, 100 km south of Stockholm.

Förutom de i Sverige tryckta böcker och rapporter som här beskrivits finns en del tidningsartiklar som tangerar ämnet lerjordsbyggeri, samt två rapporter som jag själv har sammanställt: *År jordbaserade byggmaterial utvecklingsbara inom byggindustrin?*⁹⁹ från 1998 och *Lerjord som byggmaterial - en lägesrapport för år 2000 skriven för Byggforskningsrådet*¹⁰⁰, 2001.

3.6 Blandade influenser

3.6.1 Araratutställningen

”De som har får mer och de som lever på gränsen till möjligheten att överleva får det sämre. Detta känner alla till. Men skiljelinjen går mellan dem som endast konstatera detta och dem som verkligen arbetar för en förändring.”

Så inleds katalogmaterialet till utställningen *ararat - en fråga om överlevnad* på Moderna museet 1976. Utställningen hade sin grund i antikärnkraftsrörelsen men också i förhållandet att miljöfrågorna hade börjat uppfattas som en gränsöverskridande, global angelägenhet. Miljögifternas förödande inverkan på naturen, speciellt på fågellivet där näringskedjorna medför en ansamling av gifter hos högre arter, hade påvisats av Rachel Carsson i boken *Silent Spring*. Boken utgavs 1962 och utkom ett år senare på svenska under titeln *Tyst vår*. Den fick stor betydelse för opinionsbildningen, och för utvecklingen av den miljölagstiftning som nu kunde grundas på trovärdiga motåtgärder.^Q

År 1972 hölls den första internationella miljökonferensen i Stockholm, men det stora uppvaknandet infann sig något senare med den första energikrisen vintern 1973/74. Oljepriset hade då, till följd av ständig överproduktion, varit sjunkande ända sedan andra världskriget. Tack vare förbättrad teknik och nya oljefynd hade även produktionskostnaden sjunkit. Många länder, däribland Sverige och även det oljeproducerande USA, hade hamnat i ett oansvarigt beroende av importerad olja för sin energiförsörjning. De levererande länderna, flertalet arabiska, hade dragits in i en ofördelaktig konkurrens om kunderna. Därför bildade de kartellen OPEC, för begränsning av oljeproduktionen och höjning av priset på råvaran. Under några månader chockhöjdes priset från knappa 10 dollar per fat till dryga 30 under samtidig begränsning av produktionen. Den dramatiska händelseutvecklingen gav upphov till en diskussion om västerlandets långsiktiga beroende av en ändlig resurs för sin levnadsstandard. En tanke föddes då om att uppföra ett framtidsmuseum baserat på energieffektiva lösningar på Skeppsholmen. Idén utvecklades till en tillfällig exposé i det dåvarande Moderna museets

lokaler som, beroende på en ombyggnad, stod tomma vid tiden för utställningen.

Delar av araratutställningen skulle visas utomhus, vilket ledde till att byggnader och konstruktioner fyllde ut gårdsplanen framför museibygnaden.¹⁰¹ En av de ekologiska byggnader som uppfördes var ett hus av halmbalar med kalkcementputsade ytor, som hade ritats av arkitekten Klas Anselm. I utställningsmaterialet skrev Anselm följande korta och kärnfulla text:

”Skördas görs och bak tröskan dimper ner färdiga byggblock, halmblock. De lagras i väldiga staplar till strö som med gödsel återgår. En del kan ju användas till hus. Till hus i trakten. Som väggar och tak i hus. Som bästa värmeisolering. En enkel grund. Stapla i krökt planform så att inte väggen blåser ikull. Stapla, bind, förankra, lämna öppningar, stapla, lägg tak, isolera med blocken, lägg vattentak, ytnäta, putsa ut- och invändigt som brandskydd, sätt in fönster och dörrar, ge lite värme och ljus och flytta in. Detta är ju bara ett rum. Låt denna rumskärna knoppas, lägg till och det kan bli 5 rum och kök och mera.”¹⁰²

Ordet *ararat* har två tolkningar och förklaras i utställningskatalogen dels som det berg där Noa strandade med arken efter syndafloden i den gammeltestamentliga berättelsen, och dels som ett begrepp som betyder *Alternative Research in Art, Resources and Technology*. Bland de resursbesparande idéerna till husproduktion redovisades en byggnad av stampad jord i en modell av *Snålhuset*, som tre dåvarande arkitektstudenter samtidigt uppförde som examensarbete i Lund.¹⁰³

3.6.2 *Snålhuset*

De tre studenterna Göran Göransson, Claus Kindt och Roger Stigsson, ville med sitt examensarbete *Snålhuset* från 1977 åstadkomma en byggnad som bland annat var så

^Q Det nya i Carssons arbete var koncentrationsmodellen, som äger tillämpning i hela djurlivet såväl land- som vattenlevande.

enkel att var och en skulle kunna delta i uppförandet, hade ett så självförsörjande hushåll som möjligt och var billigt att bygga och använda.¹⁰⁴ Av denna anledning valdes stampad lerjord som stommaterial. I texten till arbetet står att de inte visar på någon lösning på världsproblemen men att de ville betona vikten av att inte begränsa sig till sitt speciella område utan att sätta detta i sitt större sammanhang.¹⁰⁵ Göransson, Kindt och Stigsson berättar att de också kände behov av att bredda sin utbildning med att praktiskt uppföra en byggnad där de kunde överblicka samtliga moment från idé till färdigt hus.¹⁰⁶ En intention var att andra examensarbeten skulle kunna utföras av andra sektioner som skulle kunna arbeta med vattensystem och energiförsörjning,¹⁰⁷ vilket dock inte skedde.¹⁰⁸ De tre studenterna lade tillsammans ned knappt 5 000 timmar i projektet vilket resulterade i tak och väggar i en oinredd byggnad.¹⁰⁹ Det återstående arbetet med att få huset beboeligt utfördes av två studenter som sedan bodde där i ett och ett halvt års tid.¹¹⁰

Huset utformades och placerades så att det till stor del skulle tillvarata solvärme. Byggnadsstommen bestod av 600 mm stampade lerjordsväggar med en byggnadsyta om 80 m² och en effektiv bostadsyta om 55 m².¹¹¹ Den totala jordmassan i husväggarna blev 70 m³. Ursprungligen tänktes byggnaden ingrävd i en söderslutning¹¹², men eftersom huset uppfördes inom universitetsområdet måste det byggas på plan mark. Den arkitektoniska idén om en slät glasskiva som täckte en öppning i marken påverkade utformningen så att söderfasaden kom att bestå av en glasvägg i 60° lutning. Taket mot norr lutade i 30° och övergick i en upplagd jordvall. Bakom den stora glasade söderfasaden uppfördes en stampvägg ända upp till taknocken vars syfte var att magasinera värme från den instrålade solen.

Många av de väl genomtänkta tekniska funktionerna kom aldrig att genomföras. De två studenter som bebodde huset kla-

rade dock uppvärmningen vintertid med endast en braskamin och den glasade fasaden fördröjde behovet av uppvärmning någon månad under hösten, och kortade av det ungefär lika mycket på våren. Snålhuset fick efter ungefär fem år ge plats för utbyggnaden av universitetsstaden Ideon men besöktes ända från byggstarten och fram till rivningen av folk från både när och fjärran.¹¹³

3.6.3 Några böcker där materialet lerjord nämns

Det ökade intresset för miljöfrågor resulterade i ett antal böcker om miljöanpassat byggande. Bland dessa finns några där byggmaterial med lera nämns mer eller mindre ingående.

År 1981 utkom *Energisnåla hus*¹¹⁴ av arkitekt Varis Bokalder. Boken beskriver 30 hus med energisnåla lösningar. Många av de tekniska metoderna var då nya - de flesta hade utvecklats i samband med det ökade miljömedvetandet efter oljekrisen. Här beskrivs *Snålhuset* och Bokalders ger därför en kort redogörelse för några lerjordstekniker i detta avsnitt.

Amerikanen David Pearson utgav 1989 boken *The Natural House Book*¹¹⁵. Pearsons ambition är att ta ner de stora frågorna om jordens miljöförstöring på en mer näraliggande och lättbegriplig nivå. Boken har ett systematiskt upplägg i tre delar. Första avsnittet utgår från byggnaden, i det andra bryts byggnaden ned i sina olika beståndsdelar/material för att i det tredje avsnittet sättas samman till olika rumsfunktioner. Byggmaterialet jord beskrivs kortfattat på drygt två sidor, vilket tyvärr inte gör det någon större rättvisa. Boken finns inte översatt till svenska, men har reviderats och utkommit i flera upplagor på engelska.

Den norske arkitekten Bjørn Berge har utgett två böcker om byggmaterial, *De*

*siste syke hus*¹¹⁶ och *Bygningsmaterialens økologi*¹¹⁷. Den första boken utkom när sjuka-hus debatten var som hetast och beskriver olika kommersiella byggmaterials hälsovådliga aspekter. Efter all skrämmande läsning ges även exempel på byggmaterial med liten negativ miljöpåverkan, och här återfinns en kort redogörelse för lerjordshus under rubriken "*Det sunneste huset?*" I den andra boken har Berge haft som målsättning att på ett lättfattligt sätt beskriva materialsammansättningar och tillverkningsprocesser för byggmaterial. Totalt finns här 12 sidor om lerjordsmaterial. Dessa bygger till största delen på teoretiskt inhämtat material från de skandinaviska böcker som skrevs omkring 1950.

Sättet att bygga hus av halmbalar tilltalar dem som snabbt och billigt vill bygga sitt hus. År 1994 utgavs den amerikanska boken *The Straw Bale House Book*.¹¹⁸ Ett uppslag finns om lerhalmskonstruktioner, men författarna är ute på riktigt hal is då ingen åtskillnad görs mellan isolerlera och mackelering. Eftersom halmbalarna måste kläs in med puts beskrivs några olika typer där lerputs utgör ett av alternativen.

Arkitekterna Ylva Björkholm och Malin Lindqvist utgav 1996 boken *Ekologi som inspirerar*¹¹⁹ och som beskriver 12 miljöanpassade småhus. Ett kapitel behandlar Solviksskolans lärarbostad i Järna som, liksom många av skolbyggnaderna på platsen, byggts med inslag av lerjordsbaserade material.

År 1997 utgavs *Ekobygg 1997 - 98*¹²⁰ på Ekokultur Förlag med Håkan Sternberg som redaktör. Detta är en förenklad produktguide över ekologiska byggvaror och installationer och innehåller också en mängd artiklar och litteraturhänvisningar. I kapitlet om byggmaterial finns ett avsnitt om jord och lera. Samma år utgavs *Byggekologi 1 - att bygga sunda hus*¹²¹ av Varis Bokalders och Maria Block. Denna ingår i en serie om fyra böcker, där endast första

delen innehåller något om lerjord som byggmaterial. Lerteknikerna betecknas som bra miljöval men de olika metoderna blandas ihop och beskrivningen blir därför förvirrande.

I det omfattande verket *Ekologiskt byggande och boende*¹²², från det tyska förlaget Könemann, har reportage från konsument-tidskriften ÖKO-TEST samlats. Boken utkom på svenska år 2000 men översättningen från tyska är tyvärr bristfällig. Boken finns även på engelska, för den amerikanska marknaden, med en bättre genomarbetad text. Endast ett uppslag i boken presenterar byggmaterialet lera med en rörig och svårbegriplig text.

Generellt sett är de böcker som på ett mer övergripande sätt beskriver miljöanpassat byggande svagt underbyggda i de avsnitt där lerjordsbyggeri beskrivs.

4 Nyligen uppförda objekt i Sverige

Att bygga med lerjordsbaserade material är ovanligt i dagens Sverige. Flertalet av dem som uppför hus där någon lerjordsteknik förekommer bygger i egen regi, antingen helt och hållet på egen hand, eller med hjälp av frivilliga krafter^R. Ett vanligt sätt är även att anordna kurser i samband med bygget, där kursdeltagarna som "praktik" får utföra arbetsmoment såsom blandning och packning av lerhalm och/eller putsning med lerputs.

Bland de byggnader som uppförts under 1990-talet finns såväl privata hus som byggnader för mer eller mindre offentligt bruk. Här har valts att beskriva fyra objekt som helt eller delvis är tillgängliga för betraktande. Objekten är en tillbyggnad med duschar och toaletter till ett vandrarhem i Halland, ett kretsloppshus för djur och undervisning vid en fritidsgård i Lund, en kyrka för Kristensamfundet i Järna och en kiosk för en minigolfanläggning.

4.1 Kulturgården Bråtadal-Björkekullen - med Sveriges enda sanitetshus av jord¹²³

Ett duschhus av jord, är det möjligt? Ja visst. Vid STF:s vandrarhem Bråtadal/Svarträ utanför Ullared finns ett sådant. Bygget påbörjades våren 1998 av Hans Bulthuis, som nu driver vandrarhemmet tillsammans med Eva Rynefors. Anläggningen byggdes på 1930-talet som barnkoloni och var i bruk fram till 70-talet. Turistbyrån i Varberg tog då över driften och hyrde ut husen till olika gruppverksamheter. År 1996 köpte paret Bulthuis och Rynefors fastigheten samt övertog arrendet till den intilliggande gården Björkekullen. Visionen, som nu har uppnåtts, var att skapa en ekologiskt inriktad självförsörjande anläggning för konferens- och vandrarhemsgäster. Kulturgården Bråtadal-Björkekullen är i hög grad självförsörjande med KRAV-odlade grönsaker och KRAV-uppfött kött. Det som inte finns på gården kan köpas av andra livsmedelsproducenter i trakten, som ställt om verksamheten till ekologisk odling och djurhållning.

4.1.1 Kompletta kunskapsgård i harmoni mellan människa och natur

Paret Bulthuis-Rynefors verksamhet erhöll år 1998 Falkenbergs kommuns miljöpris för "Komplett kunskapsgård i harmoni mellan människa och natur." De pengar som priset medförde investerades i urinseparatorande mulltoaletter och utrustning till anläggningen.

Bråtadal är kretsloppsanpassad i stor omfattning. Dusch och diskvatten uppvärms via solfångare på husets tak, övriga energikällor är vindkraft från andelar i ett vindkraftverk i Falkenberg, jordvärme från djupborrade hål i marken intill samt pelletskamin att användas vid spetsbelastningar. Det uppvärmda vattnet från jordvärmeanläggningens värmepump och det varmvatten solfångarna producerar samlas i var sin ackumulatortank som kopplats ihop och styrs av termostater. Sommartid täcks den största delen av varmvattenbehovet för duscharna av solfångarna. Efter som Bulthuis-Rynefors målsättning är att i så stor omfattning som möjligt vara själv-

^R Dessa gör vanligen dagsverken på sin lediga tid mot någon ersättning i form av mat, och ibland också husrum. På norska kallas detta *dugnad*, på finska *talkot*. På engelska kallas företeelsen *barn raising party*. På svenska kan beteckningen *arbetsgille* användas.

försörjande blir konsekvensen att anläggningen hålls stängd 2 - 3 månader under vintern, då målet under denna tid inte kan uppfyllas beträffande energihushållningen.

I den slänt som finns nedanför huvudbyggnaden renas dusch-, disk- och tvättvatten i en rotzonsanläggning. Det mesta ska kunna återanvändas i någon form och i kökets källsortering finns till och med en burk för matrester åt Björkekullens grisar.

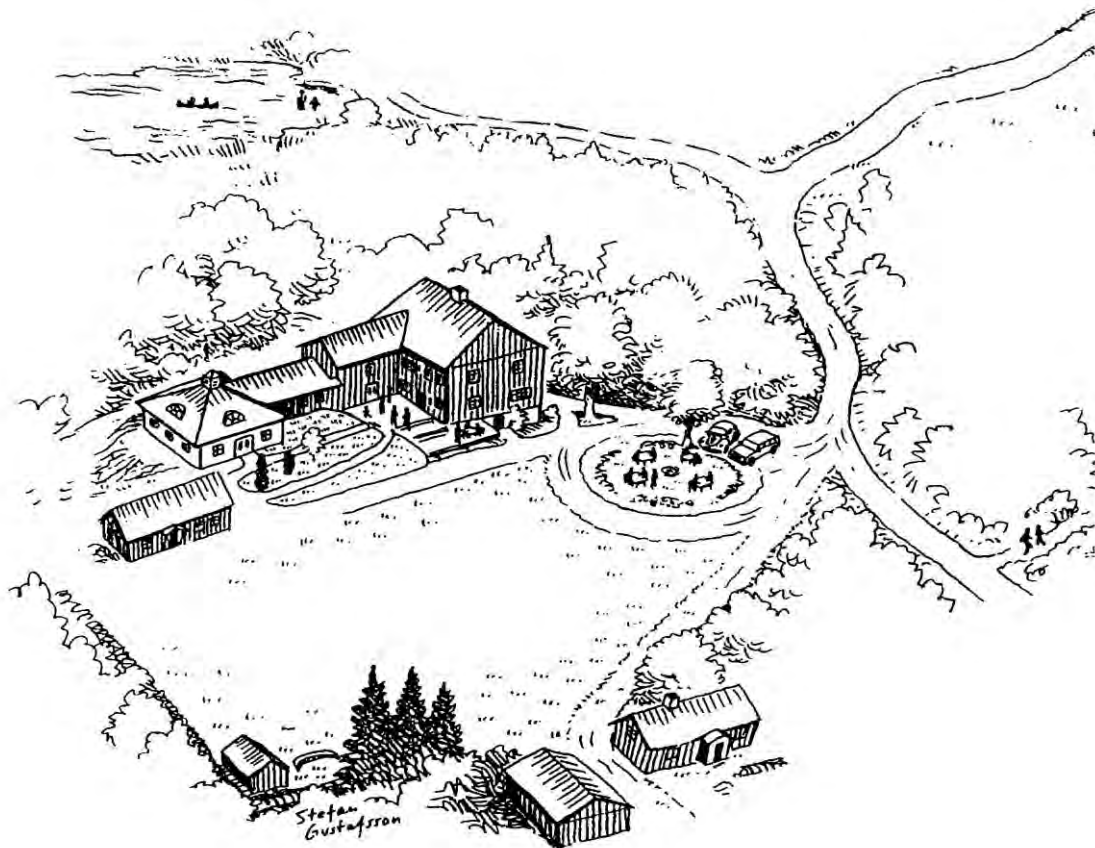


Fig 4.1. Vandrarhemmet Bråttadal/Svartrå ligger 6 km från närmaste busstation. Cykel eller bil är därför nästan en förutsättning för att komma till denna vackra plats i Hallands inland. Anläggningen ligger vid kanten av Björka sjö med sandstrand och fiskemöjligheter. Här finns också möjligheter till långa skogspromenader i det intilliggande naturreservatet Björkekullen. Illustration: Stefan Gustafsson.

The youth hostel Bråttadal/Svartrå is situated 6 km from the nearest bus stop. Access to a bicycle or a motorcar is almost a postulation for getting to this beautiful spot in the inland of Halland. The establishment is located on the lake Björka with a sandy beach and fishing facilities. Long walks in the forest are also possible in the adjacent national park Björkekullen. Illustration: Stefan Gustafsson.

4.1.2 Sanitetshuset

Vandrarhemmet har plats för 45 gäster men möjligheten för besökarna att sköta sin hygien var, när Bulthuis-Rynefors övertog anläggningen, underdimensionerad. Hans Bulthuis hade arbetat med byggnadsvård en längre tid och tyckte att det var självklart att bygga i egen regi. Därför

kunde han välja en okonventionell byggteknik. Valet av stampad lerjord kom sig av en önskan att bygga ett miljövänligt våtrum utan material med dagens kemiska tillsatssämnen. Byggtekniken hade Bulthuis kommit i kontakt med redan 1980 då han under en tid arbetade i Australien. Då var han inte nämnvärt byggintresserad men

fascinerades av magin att lös jord kan packas till hård och lastbärande sten.

Nu har lös lerjord packats till ett sanitets-
hus vars yttermått är 10 x 10 m och som
ser ut som ett vitkalkat stenhus. En för-
bindelsegång med lockpanel i trä ansluter
sanitetshuset till huvudbyggnaden. Hela 6
duschar, 3 dam- och 2 herrtoaletter +
urinoar, samt ett handikappsanpassat rum
med dusch och toalett, hör nu till de facili-
teter vandrarhemmets gäster kan utnyttja.



Fig 4.2. Bråttadals nya sanitetshus ger intryck
av att vara byggt av sten.

*The Bråttadal sanitation centre looks like it has
been built of stone.*

4.1.3 Stampjordsväggarna

Uppförandet av stampjordsväggarna påbör-
jades under en kurs i slutet av maj 1998.
Arbetet hade förberetts genom att den ler-
jord som behövdes, 70 m³, blandats i för-
väg vilket tog en dryg arbetsdag i anspråk.
Leran kom från det aktuella anläggnings-
arbetet med dragningen av dubbla järn-
vägsspår på västkustbanan, cirka 20 km
bort, och grus och sand från ett närbeläget
grustag. I grustaget fanns, förutom tillgång
till allt material som behövdes, gott om ut-

rymme att bearbeta massan. Tillredningen
gjordes rationellt. Sand, lera och grus lades
ut i strängar som grovblandades med en
grävmaskin, en jordfräs fick sedan sköta
resten och slutligen flyttades massan till
byggplatsen med hjälp av en hjullastare.

4.1.3.1 Provkuber

Enligt författarna till boken *Jordhusbygge -
Arbetsbeskrivningar och ritningar*, Carl-
Olov Lindberg och K G Molin ska be-
gynnelsehållfastheten hos en stampad ler-
jordsvägg vara minst 0,7 kg/cm², om
stampformen ska kunna flyttas upp och
arbetet kunna pågå oavbrutet. Enligt sam-
ma källa uppgår den slutliga hållfastheten
till 10 - 30 kg/cm² där det vanligaste
intervallet är 20 - 30 kg/cm².^{s 124} Ett enkelt
sätt att prova begynnelsehållfastheten är att
göra stampade provkuber med måtten 100
x 100 x 100 mm³ och omedelbart utsätta
dem för en belastning om 70 kg. Bulthuis
gjorde på detta sätt, med olika samman-
sättning på materialet, och kom fram till att
en inblandning med cirka 12 % av den lera
han förfogade över och 5 % stensmjöl blev
optimalt stark. De prover som gjordes med
stensmjöl höll för högre belastning än de
som gjordes utan. Testerna var dock inte
strikt vetenskapliga, exempelvis kan fukt-
halten ha varierat vilket har betydelse för
hållfastheten. Att Bulthuis använde sten-
mjöl berodde på att det fanns tillgängligt i
det grustag där han blandade massan.

^s 0,7 kg/cm² = 0,07 N/mm², 10 - 30 kg/cm² = 1 -
3 N/mm².



Fig 4.3. Prover av stampjordvägg och isolerlera.

Samples of a rammed earthen wall and of insulating clay.

4.1.3.2 Formsättning

Till bygget användes de formar som nyttjades till Georg Norrgrens hus i Steninge på 1940-talet, men också några som nyttjades för ändamålet. Bulthuis föredrog de gamla formarna trots att de, där lemmarna ligger, ger hål genom väggen som måste fyllas igen. Med formarna från Steninge är principen horisontell där skiften byggs i spiralform, vilket Bulthuis tyckte var enklare att arbeta med. Dessa formar medförde också ökat utrymme för improvisation med exempelvis ändringar av dörr- och fönsterplaceringar under byggtiden. De nyttjades formarna för vertikal formsättning medförde vertikala fogar. Sådana fogar kan röra sig i förhållande till varandra och ge upphov till sprickor i putsen, om denna inte är ordentligt armerad.



Fig 4.4. Över fönsteröppningen har kraftiga brädor placerats för att föra ner taklasterna vid sidan om fönstret. Här har horisontell formsättning praktiserats, vilket framgår av de fyrkantiga öppningarna i väggen. I fönsteröppningen syns en tydlig horisontell fog efter formskiftet.

The window opening is bridged by heavy wooden boards, which transmit the loads from the roof towards the sidewalls. Horizontal form-setting is indicated by the square openings of the wall. In the window opening, a distinct horizontal joint is showing from the shift of forms.

4.1.3.3 Bra redskap ger rationellt byggande

Under olika faser i bygget av väggen medverkade omkring 20 personer, men inte samtidigt. Bulthuis uppskattade att ett hus av den aktuella storleken skulle kunna byggas på ungefär två arbetsveckor med ett arbetslag om 4 personer. Detta motsvarar en effektiv arbetstid om cirka 35 mandagar då det tar ungefär lika lång tid att flytta och loda formarna som att fylla och stampa dem. För ett rationellt byggande är det därför viktigt med tillgång till bra redskap och maskiner.

Tillbyggnaden i Bråtadal ligger högt på en kulle och eftersom tillgång fanns till en skogskran underlättades arbetet avsevärt. Finns det gott om svängrum och slät mark kring bygget kan det räcka med en frontlastare på en traktor som matar formarna med jord.

4.1.4 Övrig beskrivning

I duschhusets anslutning till huvudbyggnaden har väggarna byggts med trästomme som isolerats med 250 mm träflislera. Därefter har de putsats med en lerputs som innehåller cellulosafiber i form av upplöst tidningspapper. Principen för tillbyggnaden har varit att i största möjliga utsträckning använda samma typer av material till ytbehandlingarna som de som ingår i de underliggande materialen. Till de mineraliskt lerbundna yttreväggarna användes därför kalkputs. Eftersom papper ursprungligen kommer från trä användes detta som armering i lerputsen på träflisisoleringen. Till duscharnas mellanväggar, som murades av cementbundna lättklinkerblock, användes KC-puts, det vill säga puts med kalk och cement.

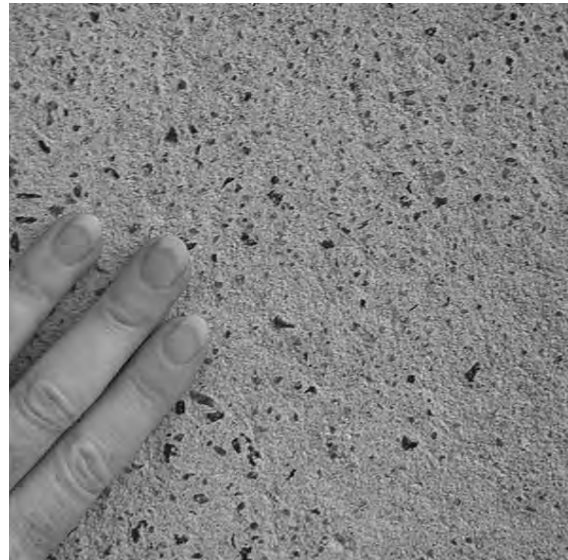


Fig 4.6. Duschhusets yttreväggar har putsats med murarkalk med svart sten som borstas fram. Den svarta ballasten tillsattes för att ge väggen en färg och struktur som är behaglig för ögat. Invändigt har teknisk kalk, som är lättare att få tag på, använts.

The exterior walls of the shower-house have been plastered with a mason lime containing black coarse aggregates, which have been exposed by brushing the surface. The inclusion of black aggregates would attain a colour and a texture, which is pleasing to the eye. For the interior a technical lime, which is easier to come by, has been applied.

Ett misstag som gjordes var att montera fönsterbrädorna av trä, i förbindelsegången mellan sanitetsutrymmena och huvudbyggnaden, innan putsningsarbetet påbörjades. Brädorna sög vatten från lerputsen och slog sig. En rekommendation är därför att montera trädetaljer först i anslutning till att finputsen appliceras. Den mängd fukt som finputsen ger upphov till påverkar inte trädetaljerna i samma grad som de tjockare underliggande skikten.

Fig 4.5. Passagen mellan sanitetshuset och huvudbyggnaden.

The passage combining the sanitation centre and the central mansion.

4.1.5 Svårt med bygglovet

Bygglovsansökan ställde till med en del problem. Kommunens bygglovsarkitekt var intresserad av byggtekniken, eftersom han själv en gång hade ritat ett stampjordshus som aldrig kom att uppföras. Då byggnaden används för offentligt bruk ställdes höga krav, bland annat fick Bult-huis backning på väggarnas tjocklek som skulle ökas från 400 till 500 mm. Detta trots sakutlåtande från Danmark om att väggarna skulle hålla men också det faktum att de historiska husen i Harplinge finns i länet. Formsättningen kom därigenom att försvåras då formarna från bröderna Norrgrens byggnader, som var anpassade för väggtjockleken 400 mm, måste

byggas om för att passa till det nya husets hörn. Huset var tänkt att byggas på en grund av natursten, men detta satte byggnadsnämnden stopp för. Där krävdes att det skulle uppföras på en kantförstyvad betongplatta på mark så att byggnaden, som står på en kulle, inte ska brytas om marken under ett hörn försvagas.

Misstron mot lerjord som byggmaterial var mycket stor vilket ledde till att man också fattade beslut om att taket inte fick vila på ytterväggarna utan skulle ha ett eget bärsystem. Motiveringen löd: "väggarna ska kunna rasa utan att taket faller". Nu har det gått fyra år sedan lerjordsväggarna restes, och än har de inte fallit!



Fig 4.7, 8. Samma utrymme med ett års mellanrum. De kraftiga stolparna som bär upp den separata takkonstruktionen har tjänat som virke i den gamla, numera rivna, teatern i Falkenberg. Även teglet, som använts till en del av innerväggarna, kommer från samma byggnad. Detta är nog STF:s finaste sanitetsanläggning då denna och passagen till huvudbyggnaden också tjänar som konstgalleri.

The same room on two occasions, one year apart. The stout posts supporting the separate roof structure have been taken from the old, now demolished, theatre building at Falkenberg. Likewise, the bricks used for part of the inner walls are taken from the same building. This is probably the finest sanitation centre belonging to STF (the Swedish Touring Club), since this, and the passage to the central mansion, serve as spaces for an art gallery.

4.2 Kyrkan vid Saltå kvarn¹²⁵



Fig 4.9. On this site, Kristensamfundet (the Christ Society) builds a church.

En och en halv mil söder om Södertälje ligger Ytterjärna med den lilla bybildningen Saltå. Där finns kvarn med bageri som bakar biodynamiskt bröd, men också en ladugård, bostäder och Kristensamfundets nya kyrka, vars bygge påbörjades för sommaren 1998.

Kristensamfundet är en ung frikyrka vars utgångspunkt bygger på bibelns fyra evangelier. Samfundet präglas av öppenhet utan dogmatiska tolkningar av bibeltexterna och förknippas med antroposoferna, eftersom dess grundare Rudolf Steiner, bekände sig till detta samfund.¹²⁶

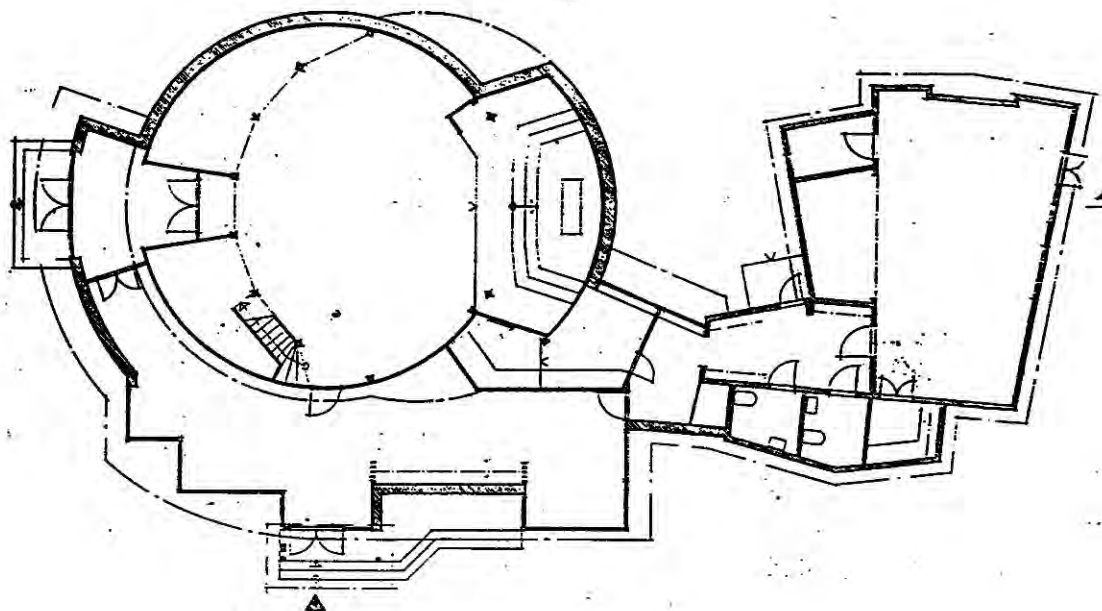


Fig 4.10 Planritning över kyrkobyggnaden som byggs ihop med församlingens urvuxna kapell.

Ground-plan for the new church building, which is being linked to the outgrown chapel of the parish.

Granne med Saltå kvarn uppförde samfundet, som är väl etablerat i Järnatrakten, ett kapell under 1960-talet som så småningom blev för litet. Församlingen fattade därför beslutet att bygga en kyrka för 150 besökare i anslutning till kapellet och anlidade arkitekt Walter Druml. Prästen, som ville ha största möjliga kontakt med sin församling, hade som önskemål att kyrkorummet

skulle vara brett. Druml valde den omslutande cirkeln som lösning för sitt gestaltande arbete. Planen är mycket raffinerad med två lika breda ringar som skär in i varandra. Cirklarnas medelpunkter ligger tre meter från varandra där den ena är reell och omsluter större delen av väggarna medan den andra är virtuell och endast låter sig tolkas i planen. Den reella cirkeln

öppnar sig mot altaret, där altartrappans första steg tangerar det tänkta cirkelsegmentet. Den virtuella cirkeln omfattar altartväggen, innefattar kyrkorummets dagsljusintag och fortsätter i läktarens stöpelare.

Den ovanliga formen och konstruktionslösningen med träbalkar som tappats, saxats och laxats ihop, är svår att utforma på ritningar så att timmermännen kan mäta rätt. När projektet påbörjades byggde Druml därför en modell som han hade som underlag i diskussioner med hantverkarna och övriga berörda parter. Sättet att arbeta utifrån en modell är alltid att rekommendera. Skala, proportioner och ljusföring kan då visualiseras på ett mer konkret sätt än vad tvådimensionella skisser och datorsimuleringar kan åstadkomma.



Fig 4.11. Eftersom många detaljer måste lösas på plats gjorde arkitekt Walter Druml en arbetsmodell för att underlätta arbetet med uppförandet av kyrkan.

Since many details must be handled on-site, analysed and executed, the architect Walter Druml made a working model in order to facilitate the erection of the church.

4.2.1 Huset

Mot byvägen ger den höga cylinderformade byggnaden ett slutet intryck. På motstående sida ligger den lägre foajén som med sina stora fönsteröppningar uttrycker en välkomnande gest. Den låga foajén är sammanbyggd med den gamla kapellbyggnaden, som nu blivit utrymmen åt församlingen. Kyrkorummets yttertak har klänts med zinkplåt, medan taken över foajén och den gamla byggnaden täckts med gröna sedumväxter.



Fig 4.12. Kyrkans norrfasad mot byvägen under byggtiden, augusti 1999.

The church facing north towards the village lane, in the course of erection, August 1999.



Fig 4.13. Kyrkans sydfasad där olika färger och putssammansättningar provats, försommaren 2000.

The church facing south, where different colours and compositions of the rendering have been tried.

Kyrkorummet är mycket rent och enkelt i sin utformning av stående blåmålade plank. Dagsljuset kommer in från öppningar i taket på ömse sidor om det upphöjda träaltaret, men inga utblickar finns som kan störa koncentrationen. Rummets tak är lägst över altarväggen för att, på kraftiga bjälkar, höja sig ett par meter innan det landar bakom läktaren på motstående sida.

Grundsynen vid bygget var att så många som möjligt skulle vara delaktiga i uppförandet av huset till Guds ära, samtidigt skulle belastningen på jordens resurser vara minimal. Materialvalen föll därför på trä, lerjord och halm och gav, på grund av de arbetskrävande byggnadssätten, möjlighet för många att hjälpa till - för bygget har förutsatt ett visst mått av frivilliga insatser. Allt kan dock inte ske med hjälp av volontärer. Uppförandet av timmer- och snickeriarbete krävde stor hantverksskicklighet, medan de enklaste momenten med lerhalsarbete kunde utföras av nästan vem som helst. Walter Druml fick ansvar för hela projektet och löste bemanningsfrågan genom bildandet av två olika arbetslag. Det ena bestod av frivilliga personer som ansvarade för tillverkningen av lerhalsblock och murning av dessa samt uppförande av de platsbyggda lerhalsväggarna. Det andra arbetslaget bestod av avlönade hantverkare för de mer kvalificerade uppgifterna. Grundläggningsarbetet lejdes ut och var den enda delen av projektet som inte utfördes i egen regi.

4.2.1.2 Materialval och byggteknik

Byggmaterialen har i stor omfattning producerats lokalt. Virket kom från ägorna på de intilliggande gårdarna och sågades och hyvlades på en närbelägen såg, där ett väggparti i såghuset monterades ner för att få plats med de ovanligt långa plankorna. Leran och halmen till isoleringen kom från de omkringliggande fälten.

Den cirkulära utformningen av kyrkorummet bestämdes redan innan byggmetod och material hade diskuterats. Den konstruktör som anlätades, Krister Berggren, gav rådet att bygga med stående, lastbärande spontade plank. Detta löste flera problem, där ett var att formsättningen hade blivit mycket komplicerad om betong hade valts.^T



Fig 4.14. För att skydda de uppförda träväggarna mot vinterns regn och snö packades de in i plast.

In order to protect the erected wooden walls against the rain and snow of a winter season, they were wrapped up in plastic foil.

Längden på råplanken uppgick som mest till 9 meter med tjockleken 75 mm. För att få en mer levande yta varierades bredden på planken, som sammanfogades med not och fjäder, med måtten 100, 120 och 150 mm. Utanpå den stora träcylindern monterades dragband av trä, på ett avstånd av tre meter, som hjälp för att hålla samman konstruktionen. Eftersom 70 mm plank inte ger tillräcklig värmeisolering under vinterhalvåret valdes utanpåliggande block av lerhalm som isolering. Då λ -värdet är svåra att ange för lerhalsbland-

^T Tekniken att bygga kyrkor med stående plank är långt ifrån ny, för under tidig medeltid uppfördes stavkyrkor över stora delar av Nordeuropa. Ett 20-tal finns fortfarande bevarade i Norge men i Sverige återstår endast en, som är belägen i Hedared mellan Borås och Alingsås. Kanske träbyggande med stående plank kan få en renässans i det nya millennium vi nu befinner oss i?

ningar användes motsvarande värde som uppges för lättbetong ($\lambda = 0,10 - 0,15$ W/mK).



Fig 4.15. De 8 - 9 meter höga stående planken börjar ge kyrkan dess form.

The standing planks, 8-9 m tall, are soon giving the church its form.

4.2.2 Lerhalmsarbeten

Sommaren 1998 tillverkades närmare 7 000 lerhalmsblock som påföljande år murades upp och putsades utanpå den stora träcylindern. Blocken framställdes vid enkla pressbord av trä. Dessa bord anpassades för parallell tillverkning av två block med följande arbetsgång: En skiva motsvarande lerblokkets största mått lades i botten på formen som sedan packades med lerhalm. Blocket pressades samman med hjälp av en hävstång som hölls ned av en hink fylld med stenar. Under tiden som blocket pressades upprepades proceduren i formen bredvid. När hinktyngden avlägsnats lyftes blocket i den första formen upp med hjälp av en fotpedal och bars med skivan som

bricka till torkplatsen. Här stälptes det av på brädor och skivan användes på nytt.



Fig 4.16. Tillverkningen av lerhalmsblocken skedde vid ett enklare pressbord.

The manufacturing of straw clay blocks was executed on a simple table for manual compressive works.

Arbetet med framställningen av lerhalmsblocken leddes av civilingenjör Emanuel Eklund. Eklund förde statistik över tillverkningen, som visade sig vara mycket tidskrävande. Varje block tog närmare 20 minuter att tillverka, exklusive rivning av torkställning och murningsarbete. Om vägarna hade kunnat stampas på plats hade de troligen kunnat uppföras på 1/3 eller 1/4 av tiden. Eftersom tjocka lerhalmsväggar måste torka från båda sidor var detta inte något genomförbart alternativ, då de stående planken förhindrade dubbelsidig uttorkning.

Blockens önskade mått var 300 x 250 x 150 mm där de större måtten motsvarade formens bottenarea. Det mindre måttet kunde variera beroende på hur formen packades, hur hårt blocket pressades och hur mycket det svällde då det togs ur pressen. I början av tillverkningen kunde blockens höjd variera mellan 120 och 180 mm, men de flesta höll sig kring 150 mm. Mot slutet av tillverkningen blev de flesta blocken 150 ± 5 mm.

Inte bara precisionen ökade med ökad rutin utan även takten på tillverkningen. De första veckorna låg den dagliga produktionen på ungefär 150 block medan siffran nästan fördubblades mot slutet.



Fig 4.17. Några av de drygt 7 000 lerhalmsblock som tillverkades till kyrkbygget.

A part of the more than 7,000 straw clay blocks manufactured for the church project.



Fig 4.18. "Many hands make a good work." Vid arbete med isolerlera kan det vara skönt, men inte nödvändigt, att använda diskhandskar.

"Many hands make a good work." Working with insulating clay blocks, it is convenient, but not imperative, to use washing-up gloves of latex.

Lerjordsbyggeri är ett hantverk som tar sin tid att behärska. Eftersom många människor deltog i arbetet standardiserades processen. Då det inte var praktiskt möjligt att blanda halmmassan i tillräckligt god tid före blockpressningen för att den skulle kunna vila och bli klibbig, gjordes lervällingen tjock och trögflytande. Detta medförde att blocken blev stabilare, och

därmed lättare att hantera, än vad som hade varit fallet med en tunnare lerblandning. Till 3 kg halm tillsattes cirka 20 liter lervälling som var så tjock att 100 ml rann ut till en diameter av 100 - 110 mm på en glasskiva. Torktiden uppgick, trots en ovanligt regnig försommar, till sex veckor, vilket kan anses normalt.



Fig 4.19. Lerhalmsblocken murades upp runt kyrkorummets stående plank med förhydringspapp emellan. Vissa skift förankrades med rep av sisal. Blockens första lager av grovputs lades på i samband med murningsarbetena. De sprickor som uppstod fylldes igen när det andra lagret grovputs av lera lades på väggen.

The straw clay blocks were stacked around the plank wall of the church using an insulating paper (sheathing felt) in between for protection. Certain shifts were tied in with a rope of sisal fibre. The first layer of rendering (priming), which was rather coarse, was put onto the masonry in progress with the block-work. The initial cracks were then filled as the second layer of coarse clay rendering was applied on the wall.

Fojéns ytterväggar och tak isolerades med lerhalm som packades direkt i konstruktionerna. Mellan innertaket's reglar packades halmmassan i valvform. Beroende på byggnadens runda form skilde facken mellan takreglarnas inre och yttre placering i fojén 300 mm. Av den anledningen an-

vändes till dessa valv tre formar med olika bredd, se fig 4.20. I genomsnitt tog varje fack omkring en arbetsdag för fyra personer att fylla. När lerhalmen hade torkat

färdigt fylldes mellanrummet upp till yttertaket med 100 - 150 mm cellulosafiberisolering.¹²⁷



Fig 4.20. I foajéns tak packades lerhalmen från sidan, vilket är ett mycket tungt och arbetsamt förfarande. Här kom man fram till att valvet behöll sin form bättre om packformen fick sitta kvar över natten. För att formarna skulle vara lätta att ta bort kläddes de med plast.

Forming the ceiling over the foyer the straw clay was packed sideways, which is a very awesome and laborious procedure. In this case it was concluded that the arch kept its form better if the formwork remained in place over night. In order to facilitate stripping the form was covered with plastic foil.

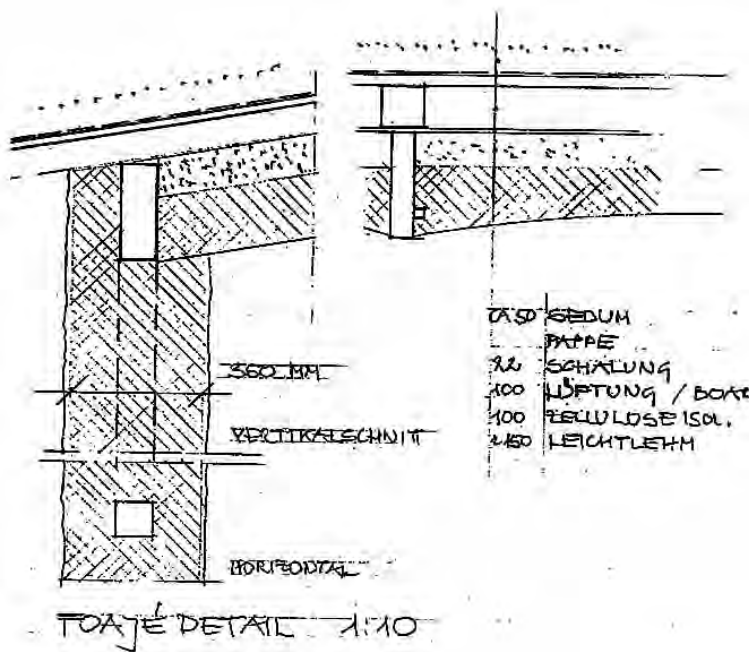


Fig 4.21. Detaljritning av tak- och väggkonstruktion i foajén. Notera klacken/listen från regeln som håller lerhalmsmassan på plats.

Drawing which shows details of the ceiling and wall structure containing the foyer. Note the knob (or lath) from the stud, which keeps the bulk of the straw clay in place

4.2.2.1 Övriga konstruktioner samt teknisk försörjning

Byggnaden vilar på en betongplatta som pålats till fast grund på 25 meters djup. Grundläggningen gjordes med ett lager om 250 - 300 mm lättklinker som kombinerad markisolering och kapillärbrytande skikt. Ovanpå detta göts en betonggrund och därpå lades cellglas som isolering för rör-

slingor till vattenburen värme. Slingorna göts in i ovanpåliggande betongsats. Golvets råa betongyta har slipats, vaxats och bonats.

Inga omfattande installationer för vatten och avlopp behövde utföras, eftersom dessa behov var tillgodosedda i det gamla kappellet.

4.2.3 *Myndigheterna*

Byggnadsnämnderna i landet har inte alltid möjlighet att bedöma om experimenthus av detta slag går att uppföra. Här var det inga problem med byggnadens form eller konstruktion men med uppställningsplatser för bilar. Innan bygglov kunde beviljas tvingades därför församlingen att förhandla om ett servitut, för att få plats med fler bilar, vilket fördröjde byggstarten med en månad. Att det i övrigt inte var några problem med bygglovsprocessen berodde troligen på att kyrkbygget inte var det första hus av experimentell karaktär som uppförts i trakten. Walter Druml, som har varit arkitekt för några av byggnaderna i kommunen, har sällan problem med myndigheterna. Hans arbetsätt är att han förklarar sina aktuella val av material och tekniker för berörda tjänstemän.

4.2.4 *Många bäckar små...*

Kostnaderna för experimenthus blir ofta rätt höga eftersom oprövade tekniker och lösningar används. Här har utgifterna kunnat hållas på en rimlig nivå tack vare stora ideella insatser. Byggnaden beräknades kosta mellan 3 och 5 miljoner kronor, vilket är lite pengar i sammanhanget men mycket för en liten fristående församling. Inklusivt värdet av de frivilliga arbetsinsatserna beräknas slutsumman till omkring 6 miljoner kr, som fördelat på 240 m² ger en kvadratmeterkostnad om 25 tkr. Pengarna fanns inte när bygget startade men strömmade efter hand till genom gåvor, donationer och frivilligt arbete. Arbetstakten berodde därför tidvis på hur mycket pengar som fanns att tillgå, men vissa bidrag tackade man faktiskt nej till. Ett företag i trakten erbjöd sig att bidra till projektet om det också fick uppföra de tegelväggar de ville bekosta. Församlingen tog inte emot erbjudandet eftersom ett av motiven med bygget var att så många som möjligt skulle ha möjlighet att delta i arbetet. Kyrkan är nu tagen i bruk trots att

en del arbeten återstår, men med fortsatta frivilliga insatser och gåvor kommer denna byggnad så småningom att kunna färdigställas.



Fig 4.22. Nu kan medlemmarna i Kristensamfundet fira gudstjänst i sin nya kyrka.

The members of Kristensamfundet (the Christ Society) can now hold divine service in their new church.

4.3 Kretsloppshuset på S:t Hansgården¹²⁸

Kretsloppshus, vad är det? Har det med sopor att göra? Svaret är inte ett självklart nej, eftersom sopor har med resurshushållning att skaffa och mycket av det som hamnar i denna hantering mycket väl kan användas på nytt. I ett kretsloppshus kan man säga att soporna vidareförädlas till något som vi har praktisk nytta av.

Ett kretsloppshus har uppförts vid fritidsgården S:t Hansgården i Lund. Det mest intressanta med detta är att huset följer en formgivningsprincip som bygger på ett större perspektiv, där delar av omgivningen involveras. Bland de kretsloppsanpassade byggmaterialen återfinns lerbalm, ett material som inte var ett helt självklart val vid projekteringen.



Fig 4.23. Welcome to the S:t Hansgård!

4.3.1 Vad är ett kretsloppshus?

Ett kretsloppshus kan beskrivas som ett levande system där allting kommer till nytta och ingenting läggs på deponi. Principen är att olika system ska kunna samverka för optimal resursanvändning, vilket på ett tydligt sätt påvisas i ett mindre kretsloppshus som har utvecklats av arkitekt Bertil Thermænius. I detta, som är tänkt att användas i trädgårdar och skolor, samverkar växthus, hönshus och kompost enligt följande: Köksavfall slängs i en maskkompost. Maskarna förvandlar köksavfallet till näringsrik matjord och blir själva flera. Hönorna utfodras med masken och matjor-

den används, tillsammans med hönsspillningen, i växthuset. Hönorna värper ägg som, liksom växthusets grönsaker, hamnar i köket. När grönsakerna blir köksavfall hamnar detta i maskkomposten, och ett kretslopp har slutits. Under kalla vinterdagar tillbringar hönorna tiden i växthuset, som då ligger i träda, och bearbetar jorden genom att krafsa och sprätta i den med sina näbbar och klor. När våren kommer är det lätt att så och plantera i den redan förberedda och gödslade myllan, och nya kretslopp kan slutas.

4.3.2 S:t Hansgårdens gamla djurhus

Fritidsgården hade får, getter, ankor, höns och kaniner och med tiden hade djurens stall förfallit. Djurhusets mycket dåliga skick uppmärksammandes av en tjänsteman vid stadsbyggnadskontoret som föreslog att ett nytt borde uppföras. Fritidsgårdens personal började själv skissa på en enkel bod och i samband med detta kontaktade stadsbyggnadskontoret arkitekt Göran Hellborg. När denne hade satt sig in i projektet växte det till en byggnad med flera användningsområden och kom även att inbegripa verksamheter inom de kringliggande skolornas undervisning. En lärare, som också var ledamot i kommundelsnämnden, genomdrev att kommunen skulle stödja projektet. Detta ledde till att Hellborg fick fortsätta uppdraget som projekterande arkitekt med kvalitetsansvar, i nära samarbete med tre andra personer: Lennart Pranter, Jörgen Larsson och Nils Strandberg. De båda förstnämnda deltog sedan under hela byggtiden, Pranter med ansvar för de byggnadstekniska delarna och Larsson för energitekniken. Kommunen blev byggherre och drev projektet i egen regi. I anslutning till projekteringsarbetet hölls en work-shop i Pegasus trädgård, en anläggning som drivs efter ekologiska principer i Hög utanför Kävlinge.



Fig 4.24. Den sydvända fasaden med integrerad solfångare och solceller.

The wall facing south with integrated solar panels and solar cells.

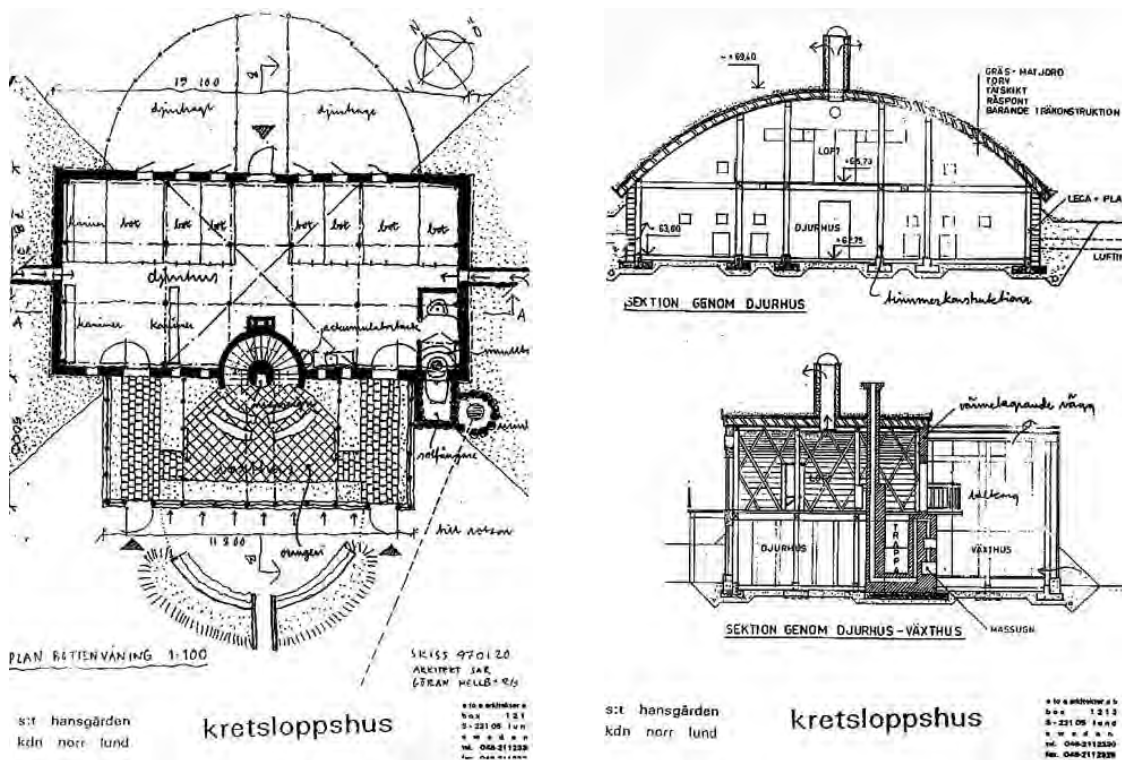


Fig 4.25, 26, plan och sektion. Kretsloppshuset har i stort sett uppförts efter dessa bygglovsritningar.

The recycling building has been erected in rough accordance with these drawings, belonging to the building permit.

4.3.3 *Det nya huset*

Arkitektoniskt är huset uppbyggt av två volymer med sinsemellan olika karaktär. Mot norr ligger det i jorden nedgrävda, tunga och med lurvigt gräs täckta djurhuset, mot söder det lätta och uppglasade växthuset. På djurhusets norrsida finns små fönsteröppningar samt entréer för både djur och människor. Djurhusets undre del är knappt 110 m² och det övre loftet ungefär hälften så stort.

Kretsloppstankarna är synliga i flera avseenden, inte bara i drift och verksamhet utan också i själva byggnaden. Vid uppförandet användes ett fåtal material där en del var nytt och annat återbrukades från rivna hus. Exempelvis kom dörrarna till växthuset från en skola där ett nytt låssystem skulle installeras. Här kan också ett kretslopp skönjas eftersom dörrarna ursprungligen ritades av arkitektens egen far! Det tegel som användes kom från byggnader i den nu rivna Filmstaden i Malmö.

På växthusets glasade framsida finns såväl solfångare som solceller. Solcellerna ger en stor del av den elenergi som huset behöver. Solfångarna är det aktiva system som tar upp värme som lagras i ett sandlager under växthuset och som utnyttjas till uppvärmning av detta under vår och höst. Omhändertagande av passiv solenergi kommer växthuset tillgodo i de tunga materialen som gränsar till detta, och som består av stengolv och djurhusets södervägg av kalkputsat tegel.

Uppvärmningen sker, när så behövs, med en massugn som består av 3 ton tegel och som är uppmurad på plats. Denna har placerats mitt i byggnaden och värmer hela anläggningen. Trappan till övervåningen löper runt ugnen, vilket förstärker dess arkitektoniska uttryck som husets nav. Finessen med massugnens konstruktion är att den har två förbränningskammare vilket ger en bra temperatur, med närapå fullständig förbränning, och därmed mindre

mängd farliga utsläpp. Värmen lagras sedan i den tunga massan av tegel. Ugnen kan kopplas till en ackumulatortank och rätt skött behöver den endast eldas en gång per dag.



Fig 4.27. Anläggningens nav, den tre ton tunga massugn uppfördes under en kurs sommaren 1999.

The hub of the establishment, the three-ton massive oven was erected during a summer course in 1999.



Fig 4.28. Stor vikt har lagts på att de byggtkniska detaljerna ska gå att förstå, men vissa system är svåra att tydliggöra såsom grundläggningen. Denna är konventionell med betongplintar, dränering och markisolering. Alla ytterväggar under jord är murade med block av lättklinker.

Great attention has been paid to demonstrate and enhance the understanding of the details of the building technology. But some structural systems are difficult to clarify, e.g. the foundation. This is a conventional solution with concrete supports (plinths), drainage and insulation against earth. All the exterior cellar walls are laid in masonry of LECA-blocks. (LECA = Light Expanded Clay Aggregates)

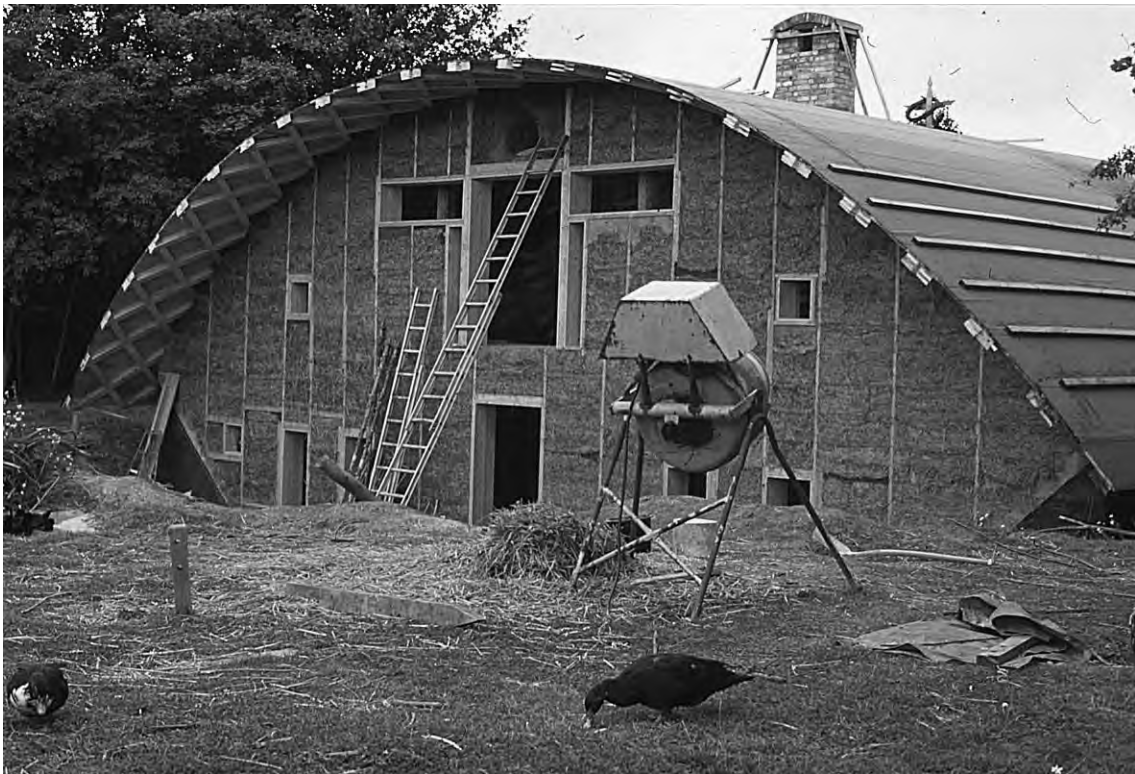


Fig 4.29, 9809-044. Under sommarhalvåret 1998 uppfördes tak och lerhalmsväggar, men först året därpå kunde kretsloppshuset tas i bruk.

In the summer season of 1998 the roof and walls of straw clay were erected. Only the year after could the recycling building open to business.

4.3.3.1 Byggnadens träkonstruktioner

Djurhuset har två bärverk av trä som fyller olika funktion. Det ena är taket, som består av en ovanlig struktur som fogas samman med korta brädor till stora spännvidder, det andra bär upp loftet. Bärsystemet för loftet, men även växthuset, är ramverkskonstruktioner som återfinns i skiftesverk och korsvirkeshus och som är en vidareutveckling av dessa båda tekniker. Loftets kraftiga virke är återvunnet från en riven skola i Kalmartrakten. Ramverket i växthusdelen, liksom fönsterbågarna som håller glas och solfångare på plats, är gjorda av lärkträ som behandlats med en blandning av linolja och tjära^U. Fönsterbågarna har överdimensionerats för att kunna bära upp hylor för växter.

Djurhusets välvda utseende, vars fria spännvidd är 16 meter, hade formgivits i ett tidigt skede, redan innan materialvalen var ordentligt genomtänkta. Det första och kanske naturligaste valet föll på limträbalkar, men en dansk arkitekt ledde in projektet på den slutliga konstruktionslösningen. Denne hade på en resa i Tyskland besökt ett ridhus där taket bestod av en välvd skalkonstruktion av trä med ett flätverk, där den fria spännvidden var 25 meter.

Den först anlitate konstruktören var inte alls inne på den trätillvanda linjen och gjorde beräkningar på en betongkonstruktion. I projektgruppen var man missnöjd med detta, eftersom lösningen inte ansågs tillräckligt ekologisk. Efterforskningar gjordes som ledde till kontakt med ingenjörer i Schweiz, dessa var intresserade men det fysiska avståndet gjorde att kontakten var svår att upprätthålla. Denna förbindelse ledde emellertid till att J & W^V, som nu hade övertagit arbetet med konstruktions-

beräkningarna, vågade satsa på denna i Sverige obeprövade teknik. Skalkonstruktionen uppfördes sedan på följande sätt: 25 mm tjocka brädor fogades samman i ett diagonalt rutmönster med c 600 mm. Korspunkterna av fyra lager gav bärverket en sammanlagd tjocklek av 100 mm. På detta spikades sedan plankor i takets längdriktning. För att få rätt radie på det välvda taket gjordes mallar som sattes upp i loftets ramverk. Ett annat tillvägagångssätt är att montera ihop hela flätverket liggande platt på marken med löst sammanfogade bultar och muttrar. Med hjälp av en kranlyft hissas flätverket på plats och sätts fast i väggkonstruktionen, därefter dras bultarna åt. När så är gjort skruvas plankorna fast ovanpå flätverket. Konstruktionstypen har använts, fast i stål och betong, av den italienska konstören och arkitekten Pier Luigi Nervi. Detta kan betraktas i ett antal flyghangarer och andra byggnadsverk med stora spännvidder där utställningshall C i Turin, från 1950 kan nämnas.

Med den valda taklösningen fanns flera fördelar, främst beträffande kostnaderna som troligen halverats för denna byggnadsdel. Med betongelement hade skevhet med kantigheter och fogar blivit följden samt ett styvt arbete med stomkomplettering. De estetiska kvaliteterna träskalet gav hade heller inte kunnat erhållas utan en mycket stor arbetsinsats. Förutom en vacker och spännande form visade sig taklösningen även ha miljöfördelar. Här behövdes endast virke från en närbelägen såg och skruv till sammanfogningen. För limträbalkar såg arkitekten de långa transporterna som en nackdel, eftersom dessa endast tillverkas på ett fåtal platser i landet. Innehållet i limmet ställde han sig också tveksam till.^W

^U I Stockholmstrakten kallas blandning av linolja och tjära för roslagsmahogny.

^V Jacobson & Widmark AB.

^W De limmer som finns idag är baserade på fenol-resorcinol-formaldehyd (PFR-lim) och melamin-urea-formaldehyd (MUF-lim) och uppgår till mindre än 1 viktprocent av limträkonstruktionen. Källa: Limträhandbok 2001.

4.3.3.2 Lerans roll

Projektgruppen fick nya infallsvinklar på materialval vid kursen i Pegasus trädgård. Den norra väggen skulle ursprungligen byggts med lättklinkerblock men är nu isolerad med lerhalm som packats på plats. Isoleringen är monolitisk och dess högsta höjd mäter 8 meter. Vertikala regler restes parvis med ett yttre avstånd av 300 mm och på ömse sidor om dessa skruvades formskivorna fast. Reglarna krävdes egentligen inte av hållfasthetsskäl men behövdes, förutom till formsättningen, för att skruva fast fönster- och dörrkarmar.



Fig 4.30. Specialritade fönster och dörrar, vars karmar skruvats fast i de vertikala regler som hållit klätterformen på plats vid uppförandet av lerhalmsväggen.

Windows and doors of special design have been firmly joined by screwing the frames to the vertical studs, which were keeping the climbing form in place as the straw clay wall was erected.

Leran som användes kom från utgrävningsmassorna från husets grundläggningsarbete och hade placerats några meter från bygget. Till en början blandades leran med vatten i en tvångsblandare utan föregående sumpning. Arbetet blev därför mödosamt men problemet löstes genom att lägga den färska leran i blöt i tvångsblandaren över natten. Påföljande morgon fick den gå en timmes tid, sedan tog det bara en halvtimme att tillreda de 2 m³ lerhalm som behövdes under en dag.



Fig 4.31. Leran till lerhalmsvägg och puts fanns tre meter från tillredningsplatsen.

The clay used for the straw clay wall and the rendering was found three meters from the site of preparation.

Uppförandet av det ekologiska huset är en del av fritidsgårdens pedagogik. Vid de moment där barnen kunde hjälpa till var det självklart att de skulle delta. En fördel med den lätta lerhalmen var att barnen själva kunde anpassa bördorna efter hur mycket de orkade bära. De behövde heller inte handskas med några stampverktyg, då de själva fick trampa i formarna med sina gummistövelklädda fötter. På fritidsgården hade man informerat föräldrarna att barnen skulle utrustas med regnställ, från topp till tå, inför bygget. När arbetet var färdigt för dagen fick barnen ställa upp sig på rad och duschas rena med vattnet från en trädgårdsslang. Enkelt, roligt och rationellt!

Arbetet med väggen tog med barnens hjälp ungefär en månad. Lennart Pranter tror att det hade tagit lika lång tid för två vuxna hantverkare att göra samma jobb. Isoleringen påbörjades i september, vilket i Sverige är en ogynnsam årstid för så gott som all typ av lerjordsbyggeri. Då ett par nya fönsteröppningar behövdes konstaterade Pranter, när han öppnade väggen, att torkningen hade gått bra, halmen visade sig vara torr och frisk. Med de erfarenheter som erhöles från isoleringen av norrväggen skulle Pranter inte ha tvekat att bygga även

den södra väggen, som redan tidigare var uppförd i tegel, i mackeleringsteknik.^X

4.3.3 *The never ending story...*

När bygget projekterades saknades finansiering för allt som planerades men ur pedagogisk synvinkel kan bygget få pågå under lång tid. Vissa moment kan då på ett handgripligt sätt beskrivas för barnen. Ett sådant är principen för ventilation. Frisk luft tas in någonstans i byggnaden och evakueras på något annat ställe. Luftintagen planerades via kanaler i marken men fick anstå. Temperaturen i jorden är tämligen konstant under frostfritt djup^Y, vilket kan utnyttjas för att erhålla ett behagligt inomhusklimat med ett minimum av energikrävande installationer. När det är kallare i luften än i marken förvärms den luft som ska in i byggnaden och när luften under sommarmånaderna är varm kan den kylas ner. Eftersom det föreligger risk för kondens under sommarhalvåret är det viktigt att välja sådant material till rörsystemet där inte mikroorganismer och mögelsporer kan få fäste. Evakueringen av luften i S:t Hansgården sker med hjälp av självdragsventilation.

Nu står kretsloppshuset på plats, till glädje för många – inte minst djuren som fått sina behov tillgodosedda och detta gäller även en del av barnens egna kaniner. Under resans gång inrättades nämligen något så ovanligt som ett kaninhotell. Där kan barnen hyra in sig på en bur och har möjlighet att titta till sina fyrbenta vänner när de vill. Reser familjen bort en helg finns det alltid någon som ser till att djuren får mat och vatten. Omvänt är barnen fria att ta hem kaninerna när det passar. I en kreativ miljö kan vad som helst hända!



Bild Fig 4.32. Rent och snyggt i de nya boxarna i djurhuset.

Clean and tidy environment in the new boxes of the animal stock building.

^X Lennart Pranter förvånades över lerhalmsväggens styrka.

^Y Under dubbla frostfria djupet har marken en temperaturvariation som är mindre än $\pm 1^\circ\text{C}$ från årsmedeltemperaturen.

4.4 Lerklinad glasskiosk till minigolfbana med vikinga-tema

Under 1998 tillfrågades jag om att rita en glasskiosk i vikingastil. Denna skulle ge service åt en ny minigolfbana som skulle anläggas vid Härjarö kursgård. Under våren 1999 projekterades och byggdes anläggningen som kunde tas i bruk till sommaren. Texten nedan bygger på en artikel som jag skrev för *Tidningen Åter - forum för självförsörjning och alternativt boende på landsbygden*, nr 1, 2000.

4.4.1 Härjarö

Härjarö ligger på en udde i Mälaren tre mil sydost om Enköping. Upplandsstiftelsen, en landstingsstiftelse som finansieras av kommunerna i Uppsala län, har här ett naturvårdsområde med en camping- och lägerverksamhet. Anläggningen består, förutom faciliteter för de redan nämnda verksamheterna, också av en herrgårdsbyggnad från 1900-talets början, några fritidsstugor, en gammal lada och en del andra mer eller mindre framträdande byggnader. Parallellt med campingen bedriver arrendatorn även konferensverksamhet och han kan bland annat erbjuda sina gäster vikingatida gille i ladans blotsal. Anläggningens vikingatema har också förstärkts med den nya minigolfbanan som omgärdas av ett 150 meter långt flätat staket. Innanför detta finns 12 banor med lika många, i trä snidade, beläten av Asgårds gudar och gudinnor, samt två mindre byggnader.

4.4.1 Projekteringsarbetet

Uppdraget definierades som att ett mindre hus, med anknytning till trakten och, med de byggmaterial som stod till buds på vikingarnas tid skulle projekteras. Lera i mängd fanns att tillgå efter det att campingens båthamn hade muddrats, sten

fanns från grunden efter ett rivet hus och träd kunde fällas i skogen.

Arbetet inleddes med båtfärd till Birka, som finns knappt 20 km från byggplatsen. Hur vikingatidens hus med exakthet såg ut är det ingen som vet eftersom de byggdes av lokala material som nu, cirka 1000 år senare, har förenats med den jord den kommit från. Rekonstruktioner är dock gjorda utifrån fynd från de senaste årens utgrävningar och en modell av Birka, Sveriges första planlagda stad, har byggts upp i Birkas museum. Från utgrävningarna har framgått att husen var rektangulära, vilket talar för att de var konstruerade med ramverk, med stolpar antingen nedgrävda direkt i jorden eller vilande på en bottensyll av trä. En del av husen var lerklinade vilket framgår av keramiska fynd från byggnader som brunnit, eftersom flätverkens avtryck i leran har förevigats i dessa.

Taken hade olika beläggning vilket ledde till olika takfall. Till vasstak krävs en stark lutning, till torvtak flack och till brädtak någonting mitt emellan. Byggherren önskade vass vilket jag avrådde från av flera skäl varav det tyngst vägande var att inte inleda någon i frestelsen att sätta eld på det.

De tidiga medeltida husen hade inga fönster men i taknocken fanns en rököppning, kallat vindöga. I kiosken gjordes dock två öppningar på långsidan med diskar, för att kunderna på ett bekvämt sätt ska kunna expedieras. Frågan om hur gångjärn och andra beslag såg ut blev aldrig helt utredd. Arkeologerna på Riksantikvarieämbetet upplyste att inga sådana har blivit upphittade vid utgrävningarna från Birka. Har dessa kanske helt vittrat sönder i jorden under årens lopp eller såg Birkaborna till att få med sig dessa värdefulla detaljer till Sigtuna när staden övergavs i början av 1000-talet? En enklare gångjärnsmodell ritades därför och efter detta underlag tillverkades beslagen av en duktig konstsmed från trakten.



Fig 4.33. Anläggningen inhägnades med ett staket av energiskog (salix). Slanorna ansas innan de används till flätningen.

The establishment was enclosed with a fence of energy cultivated wood (salix). The twig clusters are cultivated before they are used for twining.

4.4.1.1 Kioskens planering

De mindre och rektangulära hus som uppfördes i Birka hade de ungefärliga måtten av 5 x 8 meter och var ofta indelade i 3 rum, förråd vid gavlarna och ett stort rum i mitten. Så planerades även rummen i kiosken. Förråd för spel och golfklubbor i ena änden och förråd för porslin, drycker mm samt diskmöjligheter i den andra. Byggnadens yttermått är drygt 3 x 6 meter och taket bärs upp av en 7 meter lång ryggås. Bottensyllen vilar på natursten. Golvet består, av hygieniska skäl, av brädor eftersom jordgolv inte kan hållas rent på samma sätt som ett trägolv. De två mellanväggarna byggdes av brädor för att underlätta uppsättning av hyllor och annan inredning. Ytterväggarna består, förutom den bärande träkonstruktionen, av ett flätverk som klänats med lera såväl in- som utvändigt. Eftersom kiosken endast används under den varma årstiden behövde den inte isoleras. Taket utfördes som ett enkelt faltak av brädor som spikats fast i nockås och hammarband.

4.4.1.2 Bygga utan spik

Innan spik började masstillverkas på 1850-talet sammanfogades trähusen med sinnrikt konstruerade knutar, tappar och dymlingar. Denna teknik användes också i kiosken men vid arbetet att utforma dessa bygghetar användes moderna verktyg såsom sticksåg, stämjärn och hammare. Dessa redskap fanns givetvis inte vid förra millennieskiftet. Då var husbygge ett mycket mödosamt arbete och redan att fälla och bearbeta trädet till plankor var ett stort företag. Sågen var ännu inte uppfunnen och yxan var ett universalredskap. När trädet var fällt klövs stockarna med hjälp av kilar till önskad tjocklek, ett svårt hantverk som kräver god kunskap om hur virke beter sig när det bearbetas.

Husen på Birka uppfördes sannolikt med ramverk av trä med utfackningar. Byggnadssättet utvecklades i de södra skogfattiga delarna av Sverige till korsvirkeshus och i de skogrika delarna till liggtimmerhus. Denna utveckling skedde parallellt och berodde troligen på de olika intryck vikingarna tog med sig från sina resor. Gemensamt för dessa hus typer är dock att knutpunkterna sammanfogas på ett mer eller mindre komplicerat sätt.

I USA har ramverkskonstruktionen utvecklats och tekniken används där i moderna bostadshus. Tedd Benson är författare till boken *Building the Timber Frame House* och driver i USA ett byggföretag med ett 20-tal anställda som uppför denna typ av spiklösa hus. Konstruktionen kräver noggrannhet vid tillverkningen men går sedan snabbt att sätta ihop och kan även enkelt byggas till eller flyttas, allt eftersom behoven ändras.



Fig 4.34. Få arbetsmoment i en ramverkskonstruktion kräver mer än ett par händer eftersom trä är ett lättviktigt material. Dimensionerna kan dock göra att "pinnarna" blir svåra att greppa.

Wood is a light-weight material, and few elements of a working operation in erecting a frame structure require more than one pair of hands. The dimensions are such, however, that the grasping of an individual member may cause trouble.

Ramverkskonstruktioner är mycket pedagogiska eftersom konstruktionen oftast är väl synlig i byggnaden. Balkar och pelare för ner taklasterna till en bottensyll, hörnen är förstyvade med något slags snedstavor för att huset ska klara av de påfrestningar det får utstå när vinden blåser. I det här huset sammanfogade snedstavor bottensyll och hörnstolpe med så kallade laxstjärtar som förstärktes med en sammanhållande dymling.

Den bärande träkonstruktionen verkar, sedd från dagens virkesminimalistiska träbyggnadssätt, överdimensionerad. Det är den dock sällan eftersom det är knutpunkterna som är de dimensionerande faktorerna. Det är dessa som får ta upp de stora spänningar som uppstår vid exempelvis

storm och snöfall. För att tapparna inte ska brytas får de inte vara för tunna och för att hålen inte ska spricka vid belastning måste det finnas tillräckligt med trä runt om.



Fig 4.35. En hörnstolpe med två dymlade laxstjärtar. Dessa får inte "landa" på samma höjd.

A corner pole with two pinned dovetails. These must not connect at the same level.

4.4.1.3 Från teori till praktik

I början av maj kom markarbetena igång och parallellt med detta byggdes kiosken. Tanken vid projekteringen var att byggdelarna skulle sågas till och "provmonteras" på en lämplig plats under tak, eftersom stället där den skulle stå inte var någon bra byggarbetsplats. Sedan skulle allt märkas upp, lastas på en släpkärra och köras till minigolfbanan för snabbt montage. Nu blev det inte så. Timmerarbetet, det vill säga bärande konstruktion, tak och mellanväggar, sattes ihop där det fanns tillgång till bra arbetsmaskiner. Sedan kördes huset på en trailer för att lyftes på plats med en kran.



Fig 4.36. Hus på väg! Den hopfogade ramverkskonstruktionen kördes på en trailer till sin slutliga destination vid Härjarö minigolfbana.

Alas, prefab structure on its way! The completed frame structure was transported on a trailer to its final destination, beside the Härjarö mini-golf track.

När kiosken stod på sina grundstenar, som var utplacerade där de lastbärande stolparna landade, tog det kompletterande arbetet vid. Till flätningen av staketet hade gamla gärdesgårdsstörar av gran använts och de tunnaste hade lagts åt sidan för att användas till kiosken. Dessa monterades mellan bottensyll och hammarband och fungerade som varp. Inslagen i väven bestod av energiskog. Flätväggen tjänade som underlag till lerklining, som utfördes några veckor senare. Inför detta gjordes några testytor med blötlagd lera, sand och halm som blandats i några olika proportioner. Detta applicerades i olika tjocklek på ett par ramar med flätverk.



Fig 4.37. Lerklinad testyta som fått torka.

Clay-daubed test area, left to dry.

Efter två veckor hade proverna torkat utan nämnvärd sprickbildning och det blev dags att lerklina kiosken. Leran förbereddes genom att ligga i blöt ett par dagar i ett antal badkar som lånats från lantgårdarna runt om i trakten. En tvångsblandare hyrdes och arbetet kunde påbörjas. Eftersom tvångs-

blandaren krävde trefasström kunde lerjordsmassan inte blandas där den skulle användas, utan fick tillredas vid den närlägnade ladan för att sedan köras några hundra meter till byggarbetsplatsen. De ursprungliga planerna hade varit att endast lerklina husets utsida men arbetet gick så fort att även insidan hanns med. Torktiden beräknades till 2–3 veckor och för att förhindra sprickbildning i den södra väggen spändes ett par presenningar upp, så att ytan inte skulle torka alltför snabbt.



Fig 4.38. Leran förbereddes med att läggas i blöt ett par dagar i ett antal badkar som lånats från lantgårdarna runt om i trakten.

The clay was prepared for a couple of days by soaking in a number of bath-tubs. These were borrowed from the adjacent farms (normally used for watering the cattle).

De byggtekniker som beskrivits; ramverkskonstruktion, flätning och lerklining, är användbara i många sammanhang. Mindre byggnader som inte behöver isoleras kan med fördel uppföras som ramverkskonstruktioner. Flätning kan användas till

vackra staket eller som rumsbildande element i trädgårdar eller hus. Leran, slutligen, kan användas på många olika sätt och endast fantasi och fördomar samt bristen på vetenskapliga fakta sätter gränser för beviljande av bygglov från stadsbyggnadskontorens tjänstemän.



Fig 4.39.. Lerklining pågår på Härjarö campings minigolfbanas kiosk.

Daubing clay on the kiosk serving the mini-golf track is under way at the Härjarö camping lot.

5 Lerjordsbyggande utanför Sveriges gränser

Lera och jord som byggmaterial tycks vara mer accepterat i övriga Europa än här i Sverige. I en del länder framträder detta mer eller mindre tydligt beträffande forskning och utveckling samt bevarande av de äldre lerjordsbyggnader som fortfarande finns kvar.

I detta kapitel görs några nedslag i länder med klimat som liknar det svenska med regniga höstar och vintrar med minusgrader. Genomgången påbörjas i våra nordiska grannländer för att sedan gå vidare till Tyskland, Ungern, Frankrike, och England, länder där lerbyggnadstekniker aldrig helt har försvunnit eftersom byggnader oftast överlever människor.

5.1 Norden

Forsknings- och utvecklingssituationen i Norden, liksom i övriga Europa, ger ingen samlad bild. Någon aktuell systematisk inventering med avseende på hur många byggnader med lerjordsbaserade byggmaterial som finns har inte förekommit i något av de Nordiska länderna. Individuella forskningsinsatser utförs av fristående forskare med eget intresse för saken.

I skogsländerna Finland, Norge och Sverige har bruket att bygga lastbärande väggar med lerjordsbaserade material inte varit särskilt starkt. Med dagens hygien- och komfortkrav är det inte heller nu aktuellt att bygga lastbärande ytterväggar av lera då dessa kräver utvändig isolering om de inte ska bli oproportionerligt tjocka. Detta har medfört att många självbyggare istället har intresserat sig för att bygga isolerande ytterväggar med halmbalar, ett arbete som är torrt och som går fort att utföra. Lerjordsbaserade material såsom lersten i rumsskiljande väggar och puts på de exponerade halmväggarna är vanligt förekommande i dessa hus.

5.1.1 Finland

I Finland pågår arbeten vid Tekniska högskolan i Helsingfors. Arkitekt Mikael Westermarck leder där en grupp vars syfte är att utveckla naturbaserade byggmaterial. Man har där tagit fram recept för lerhalmsblock, färger med lera som bindemedel och golvplattor samt arbetat med ett projekt som rört "lerstockar". Lerbundet isolerande material har då fyllts i en lång strumpa och använts till uppförande av väggar. Westermarck har vidare varit koordinator för ett 2-årigt EU-projekt, *Unburned Clay Building Products*, som avslutades vid årsskiftet 2000/2001. Detta ägde rum i samarbete med professor Gernot Minke samt tyska, svenska och finska materialproducenter. Forskningsprojektet gick ut på att utveckla och optimera produkter för modernt lerjordsbyggeri. Till sandblandad lera tillsattes olika ämnen såsom träfibrer, linolja och vattenglas för att undersöka hur absorptionen av fukt påverkades. Ett hjälpmedel för att i fält prova den bindande förmågan i mager lerjord utprovades, och vissa metoder att minska lerbundna materials känslighet för vatten utforskades.

Uppskattningsvis finns 100 - 150 kända lerjordshus och bland dessa återfinns många fähus på större gårdar. Under slutet av 1990-talet har en handfull byggnader, uppförts där olika lerjordstekniker använts.



Fig 5.1. En värmestuga i Vehmaa, cirka fyra mil nordväst om Åbo, där familjen Riittiö driver jordbruk som de kombinerar med turistverksamhet. Huset är uppfört i lerhalm som putsats med lera. Arkitekter: Helena Metso och Teuvo Ranki.

A domestic warming cottage at Vehmaa, some 40 km northwest of Turku, where the Riittiö family runs an agricultural farm combined with tourism. The house is made of straw clay, rendered with genuine clay. It is designed by the architects Helena Metso and Teuvo Ranki



Fig 5.2. Under bomässan i Raisio 1998 uppfördes detta hus som ritats av arkitekt Teuvo Ranki. Huset är byggt med en bärande konstruktion av trä som isolerats med lerhalmblock med måtten 150 x 400 x 600 mm. Dessa prefabricerades av Timo Lehtonen.

This house was erected as part of the Building Fair at Raisio in 1998. The house was designed by the architect Teuvo Ranki. The structure contains a wooden frame, insulated by straw clay blocks, measuring 150 x 400 x 600 mm. These were prefabricated by Timo Lehtonen.

5.1.2 Norge

Den norske arkitekten Rolf Jacobsen har intresserat sig för isolering med halmbalar som putsas med lerputs. Han har genom ett självbyggeri, som inleddes med kurser i form av ”workshops”, uppfört en byggnad

där han nu har sitt kontor. Från norska staten har Jacobsen erhållit anslag för att pröva väderbeständigheten för lerputsar med olika tillsatser, ett projekt som löper över ett par års tid.



Fig 5.3. Det år 1997 uppförda arkitektkontoret på Tjørne. Huset består av en ramverkskonstruktion av trä med utvändig isolering av halmbalar, som putsas med lerputs, samt golv av lera och sand.

The architectural studio built in 1997 at Tjørne. The house has a wooden frame structure with an exterior insulation of straw bales with a clay rendering. The floor is clayey sand.

5.1.3 Danmark

År 1993 utkom rapporten *Lerjord som byggemateriale - Vejledning* med stöd från Boligministeriet. Upprinnelsen bestod i att en grupp bostadslösa ungdomar hade vänt sig till bröderna Steen och Flemming Østergård, där Steens profession som murrarmästare och Flemmings som arkitekt kom väl till pass. Ungdomarna ville själva bygga bostäder som de skulle ha råd att bo i. På Flemmings arkitektkontor fanns ett exemplar av Sven Risoms första bok, *Lerhuse - stampede og soltørrede*, som kom att användas som vägledning i det bygge som kom igång i mitten på 1980-talet. Under tiden som bröderna Østergård arbetade med rapporten gjorde de en summarisk inventering av antalet lerjordshus i Danmark, som tyvärr inte redovisades i rapporten.



Fig 5.4. Steen Møllers lågenergihus som uppfördes under mitten av 1990-talet på Jylland.

The Steen Møller low-energy house, built in the Danish province of Jutland in the mid 1990s.

I dagsläget byggs ett fåtal danska lerjords-
hus, om man med detta menar byggnader
som helt och hållet uppförs med last-
bärande väggar av lerjord. Intresset inom
det ekologiska byggandet tycks istället lig-
ga åt metoden att bygga med halmbalar,
som putsas med ler- eller kalkputs. Detta
kan delvis tillskrivas lantbrukaren Steen
Møller, som under en tvåveckorsperiod lät
spela in en spektakulär film om hur han,
med hjälp av volontärer, byggde ett mindre
hus av lastbärande halmbalar. Totalkost-
naden blev drygt 10 000 danska kronor.
Några år tidigare hade Møller uppfört ett
stampjordshus med en total area av knappt
500 m². Byggnaden är ett lågenergihus
med metertjocka väggar som till hälften
består av linhalm som isolering. Även här
blev byggkostnaden ovanligt låg, endast
250 000 danska kronor, men med stor in-
sats av eget arbete.

5.1.3.1 Andelssamfundet i Hjortshøj¹²⁹

I Danmark finns omkring ett dussin eta-
blerade ekobyar som är anslutna till det
världsomspännande nätverket *Global Eco-
village Network*¹³⁰. Bland dessa finns An-
delssamfundet i Hjortshøj¹³¹ som ligger
cirka 15 km nordväst om Århus. Idag bor
där cirka 150 personer. Målet är att skapa
ett till största delen självförsörjande bo-
stadsområde för 500 vuxna och barn. Idén
till ekobyen uppstod 1986 på en kvällskurs
om hållbar utveckling, och snart fanns en
lokal förening vars syfte var att omsätta
teori till praktik.¹³²

Ekobyen är organiserad med bogrupper om
10 - 20 hushåll i hus som hyrs eller ägs.
Bogrupperna utgår från gemensamma
önskemål beträffande boendeform och ut-
formning av det som ska byggas.¹³³ En
tanke Andelssamfundet arbetar efter är att
det inte ska märkas på standarden i husen
att resursnivån hålls nere. Husen i den
första bogruppen består av fem tvåvånings

parhus. Bygget påbörjades 1991 och det
sista huset blev inflyttningsklart 1996.
Ägandeformen är bostadsrätt med en
juridisk konstruktion som medför att
byggnaderna inte kan säljas på spekulation.

Det byggkoncept ekobyen arbetar efter är
att i så stor omfattning som möjligt använ-
da sig av förnyelsebara material, förnyelse-
bar energi och att hushålla med resurser.
Detta innebär att ta tillvara aktiv och passiv
solenergi, att installera separationstoalletter
samt att använda miljövänliga byggmate-
rial. En värdering görs på livscykelbas av
hur stor belastning de enskilda materialen
har på miljön vid tillverkning, drift och
rivning samt i vilken grad materialen på-
verkar människans hälsa. På så sätt be-
stämde att den första bogruppen skulle
byggas med bärande ytterväggar av stam-
pad lerjord. En annan anledning var att
kunna visa att lerjord är ett användbart al-
ternativ i dagens byggproduktion. Myndig-
heterna ställde sig dock tvekande och bo-
gruppen uppförde därför ett 50 m² stort
provhus i två våningar. De stampade väg-
garna gjordes 500 mm tjocka och på ut-
sidan sprutades cellulosafiber av retur-
papper som isolering. På detta sattes en pa-
nel av trä som målades med en mörkt pig-
menterad linoljefärg. De tre första par-
husen i bogrupp 1 byggdes på samma sätt
medan de resterande två uppfördes med
bärande ytterväggar av pressad lersten.

Vid planeringen av de första husen räknade
man ut att stampade lerjordsväggar med
isolering skulle vara ett konkurrenskraftig
alternativ. Företaget Økotech, som bilda-
des och utförde arbetet med väggarna i hu-
sen, utarbetade en kvalitetssäkringshand-
bok med beskrivning av de olika bygg-
faserna och kontrollplaner. I planerna an-
tecknades var lerjorden hade grävts upp,
var i väggen den stampades och hur stor
mängd vatten jordmassan innehöll när väg-
gen uppfördes.



Fig 5.5. Ett av de första husen som uppfördes i Andelssamfundet i Hjortshøj byggdes som ett mindre kollektivhus för två familjer, men är nu ombyggt till två lägenheter. Ytterväggarna är uppförda av 500 mm stampad lerjord med cellulosafiberisolering och träpanel. Det parabolformade valvet i markplanet är byggt av tegel. De långa fönstren längst ut på fasaderna är solväggar. Soliga dagar värms väggen bakom glasrutan upp och den förvärmade luften förs in i byggnaden genom ett reglerbart spjäll.



One of the first houses to be built within the Hjortshøj co-operative society was designed as a minor collective undertaking for two families. It has now been rebuilt containing two apartments. The exterior walls are made of 500 mm rammed earthen clay with cellulose fibre insulation, covered by a wooden panel. The parabola-shaped arch standing on the ground is a brick structure. The tall windows towards the corners are solar walls. On hot days the wall behind the glass pane gets hot and the preheated air passing by that wall is let into the house by an adjustable throttle.

Fig 5.6. De massiva väggarna är snedställda i fönsteröppningarna, vilket gör att de inte upplevs vara så tjocka samt att de för in mer ljus i rummet.

The massive walls are inclined, widening inwards, which has a double effect. The walls seem thinner and more light is let into the room.



Fig 5.7. Sista husen i bogrupp 1 uppfördes med förtillverkade formpressade lerstenar. Alla byggnader i bogruppen utrustades med solfångare.

The last houses belonging to the group 1 were built with prefabricated form-pressed clay stones. All the buildings were equipped with solar panels.

Upplåtelseformen som bogrupp 2 valde var hyresrätt i form av radhus. Dessa uppfördes med formpressad lersten i innerväggar och med ytterväggar av träreglar med gipsplattor och cellulosaisolering. De tunga och värmelagrande materialen med låga isolervärden används inne i byggnaden och fyller en klimatutjämnande funktion. Detta koncept, med lägenhetsskiljande väggar av formpressad lersten, används också i ekoby Munkesøgårds 100 lägenheter, strax utanför Roskilde.

Idag, när stamp tekniken inte har vidareutvecklats till mindre arbetsintensiva metoder, finns det flera fördelar med att använda pressad lersten. Lerstenar kan framställas relativt snabbt och det går att bygga med dem under en längre tid på året eftersom de är torra. För att kunna utföra ett torrt bygge var tanken vid uppförandet av den andra bogruppen att först resa tak och

yttreväggar. Sedan skulle de invändiga lerstensväggarna uppföras. Detta gick dock inte murarna med på, eftersom traditionen på byggen bjuder att murarfolket utför sitt arbete före timmermännen.

Alla byggnader i Andelssamfundet är lågenergihus och för att hålla energiförbrukningen nere måste en rad åtgärder vidtas. Husen har därför isolerats optimalt och försetts med fönster med lågenergiglas. Lågenergikonceptet har i Andelssamfundet också inneburit att byggnaderna indelats i zoner, där de rum som används mest ligger åt söder medan de rum som inte behöver värmas upp i samma utsträckning ligger åt norr. Genom att integrera växthus i byggnaden kan passiv solvärme ledas in i huset samtidigt som det under vår och höst kan fungera som ett extra rum.

Då byggmaterialen till husen har valts ur ett livscykelperspektiv har fönstren försetts med aluminiumbågar och taken med zinkplåt, material med lång livslängd och låga underhållskostnader men som kanske inte förknippas med ekologiskt byggande. Aluminium är mycket energikrävande när det tillverkas från råvaran bauxit, men går att återanvändas genom att omsmältas. Endast 1/20 av den ursprungliga energiförbrukning behövs då.



Fig 5.8. Hyresradhusen har byggts med växthus som förlänger växtsäsongen och som genom tunga material i golv och väggar passivt tillvaratar solvärmens vår, vinter och höst.

The terraced rent houses are equipped with additional greenhouse sections, which prolong the growing season for flowers and vegetables. By the choice of heavy materials for floors and walls the greenhouses act as passive collectors of solar heat in the times of spring, summer and autumn.



Fig 5.9. Bogrupp 4:s hus har uppförts på entreprenad av Skanska och inflyttning kunde äga rum i början av mars 2002. Fasaderna är öppna mot söder med solväggar under neder våningens fönster.

The houses belonging to group 4 have been built on contract by tender (contractor Skanska). The tenants moved in beginning of March 2002. The façade walls are open towards south with solar sections underneath the bottom storey windows.



Fig 5.10. Mot norr är fasaderna slutna. Ventilationen bygger på självdrag som förstärks sommartid med hjälp av en solfångare i skorstenpipans övre del. Genom att värma upp luften i pipan skapas undertryck i byggnaden även under den varma delen på året, då självdragsventilation vanligen inte fungerar.

Towards north the façade walls are closed. The ventilation is based on the natural "chimney" effect, stimulated in summertime by a solar panel mounted in the upper part of the chimney pipe. By heating the air in the pipe a sub-pressure is created in the building, enhancing ventilation flows, also in the warm part of the year when the chimney effect is normally low.

Vatten

Vatten är en resurs som bör utnyttjas på bästa sätt. För att hålla vattenförbrukningen nere används det därför inte till spolning av toaletter, förutom i bogrupp 2 där man var tvungen att installera snålspolande toaletter. Där försökte man sänka byggkostnaderna genom att inte utföra markdräneringen kring grunden fullt ut, vilket fick till följd att vatten tränger in i de källarrum som behövs för mulltoaletternas uppsamlingskärl - en dyrköpt erfarenhet.

I området samlas allt regnvatten upp från taken och används till tvättmaskinerna i de gemensamma tvättstugorna. I länder med god tillgång på vatten kan detta tyckas vara en onödig åtgärd, men i områden med hårt vatten går det att minska förbrukningen av tvättmedel genom att använda det mjuka regnvattnet till tvätt av kläder. På så sätt blir det mindre mängd fosfater att ta tillvara vid reningen av spillvattnet.

Andelssamfundet producerar i stort sett endast gråvatten från bad, disk och tvätt (BDT). En av bogrupperna är kopplad till en försöksanläggning med rotzonsinfiltration. Ett vattentätt membran av bentonitlera bildar botten i en stor bassäng som fyllts med jord där snabbväxande pilträäd har planterats. Under växtsäsongen tillgodogör sig trädens rötter näringen i vattnet samtidigt som det avdunstar genom bladens klyvöppningar. På så sätt bildas ingen oörlig lukt som vid öppna rotzonsanläggningar med vass och andra sumpväxter. En fjärdedel av pilplantorna skördas varje år och används som tillskott i den flisvärmepanna som förser bogrupp 1 och 2 med värme.



Fig 5.11. Vid pilreningsanläggningen kan man läsa om hur systemet fungerar. Infiltrationsanläggningen ger växtkraft åt en odling av pil. Vid pilreningsanläggningen kan man läsa om hur systemet fungerar.

The infiltration works give growing power to a cultivation of willow trees. The information board at the works explains the operation of the treatment system.

Urin och fekalier sorteras i separationstoaletter. Urinen leds till tankar, där den lagras i sex månader innan den späds ut med vatten och används som gödning till Andelssamfundets energiskog. Även fekalerna, som efterkomposterar i minst ett år, används till att göda energiskogen. Tack vare att mulltunnan ventileras bildas ingen besvärande lukt vid toalettutrymmet.

Arbetsgrupper för självhushållning

Några av målen i Andelssamfundet är att man ska vara självförsörjande i så stor omfattning som möjligt samt hålla låga kostnader. Lantbruk bedrivs därför på en areal av drygt 20 ha där olika arbetsgrupper ansvarar för skiftande uppgifter såsom omhändertagande av energiskog, djurhållning och odling.



Fig 5.12. I ett kretsloppssamhälle kan allt återanvändas på ett eller annat sätt. Stampjordstekniken var för arbetsintensiv för tillverkning av väggar. Stampformarna får nu istället tjäna som väggar i det nya hus som uppförs för de äggproducerande hönsen.

In a perfect recycling society everything can be used again, one way or the other. Nothing goes to waste. The ramming technique was too labour intensive for the production of walls. Instead, the ram forms themselves can now serve as walls for the new house, which is being erected for the egg-producing hens.

Andelssamfundet vill inte isolera sig från samhället i övrigt utan visa att det finns konkurrenskraftiga ekologiska marknadslösningar, vilket man lyckats med mer än väl. Onsdagen den 10 oktober 2001 erhöles

Århus kommuns miljöpris. Rådman Hans Schiøtt sa vid överlämnandet bland annat följande:

”Prisen tildeles for et levende engagement i at udforske, hvordan man kan udvikle en bolig- og livsstil i en mere bæredygtig retning.

Andelssamfundet har siden starten af 90’erne indenfor økologisk byggeri og livsstil udviklet et eksperimenterende minisamfund, der er kendt og anerkendt langt ud over kommunens grænser.

Andelssamfundet eksperimenterer ud fra livscyklusbetragtninger med byggematerialer, lavenergi-huse, energi- og vandbesparelse, vedvarende energi, affaldsminimering, spildevandskredsløb, delefilordninger m.v. og giver således et væsentligt input til den generelle debat om byøkologi og bæredygtig udvikling.”¹³⁴

Det provhus som uppfördes 1990 har efter 10 år fått sällskap av en till utseende likadan byggnad. Denna är konstruerad med en träregelstomme som isolerats med linull och vars insida murats med lersten. De båda husen är sammanbyggda genom ett stort rum med glasväggar åt söder. Här finns en utställning om Andelssamfundets arbeten samt exempel på miljövänliga byggmaterial. År 2001 besöktes anläggningen av uppemot 4 000 personer, varav en del blev visade runt i området av den heltidsanställda ”Grøn Guide” Pierre Lecuelle.



Fig 5.13, 0203-039. Genom bidrag har det första provhuset kunnat byggas ut med ett visningsrum för de personer som besöker Andelssamfundet..

Thanks to a helping hand in finance the first test house has been expanded with a show room for visitors to the Andelssamfundet (the Co-operative Society).

Tack vare att flera bogrupper är byggda på entreprenad, och därmed enhetligt utförda, ger området ett tämligen homogent intryck. En del av de privatägda självbygggena sticker dock ut och skapar lite av en charmig och olydig oreda i stadsplanen.

5.2 Tyskland

I Tyskland bildades 1992 organisationen *der Dachverband Lehm*, en paraplyorganisation för konsulter, entreprenörer och andra personer som arbetar med eller är intresserade av lerjord som byggmaterial. Organisationen anordnar hantverkskurser för att lära ut lerbyggnadstekniker för både renovering och nyproduktion, och arrangerar också internationella konferenser. Der Dachverband Lehm har arbetat med att sammanställa byggregler för lerjordsmaterial vilket resulterat i skriften *Lehmbau Regeln - Begriffe, Baustoffe, Bauteile* som utgavs 1999.

KirchBauhof är en annan organisation som engagerar sig i informationsspridning om lerjordsbyggeri. KirchBauhof bildades 1991 med säte i Berlin och verkar bland annat för arbetsträning där ekologiskt byggnad med lerjord är en metod. De båda tyska organisationerna samarbetar till en del, och år 2000 samordnade de konferensen *Earth 2000* i Berlin.

Vid *Universität Gesamthochschule* i Kassel leder arkitekt och professor Gernot Minke avdelningen *Forschungslabor für Experimentelles Bauen, FEB*. Förutom uppförande av experimentbyggnader har en del jämförande studier beträffande fukt- och värmeöverförande egenskaper hos lerjordsbaserade material och andra byggmaterial utförts. Minke söker i sin forskning påvisa att lerjordsbaserade material har goda effekter på inomhusklimatet. Materialtekniska frågor studeras vid *der Technischen Universität* i Berlin i samarbete med institutioner i Leipzig och Cottbus. Tills vidare är programmet orienterat mot de viktigaste praktiska frågorna inom byggnadstekniken.¹³⁵

Nedan följer några axplock ur 1990-talets nybyggnadsproduktion.

5.2.1 Artefact¹³⁶



Fig 5.14.

Efter en cirka 30 minuters resa med buss från järnvägsstationen i den tysk-danska gränsstaden Flensburg är man framme vid *artefact*, i Glücksburg. Detta är ett centrum med konferensverksamhet och utbildningar i lågteknologiskt och miljöanpassat byggnad med tillhörande installationsteknik. Verksamheten riktar sig till både barn och vuxna. De byggnader som finns på platsen är uppförda i miljöanpassade material. Runt dessa finns en stor pedagogiskt utrustad demonstrationsanläggning med anordningar för utnyttjande av förnyelsebar energi. En del av de ingenjörsmässiga lösningarna riktar sig egentligen mot tredje världen, men är även applicerbara i ett hållbart samhällsbyggnad i väst.

Bokstavskombinationen *artefact* kan, i likhet med namnet på den svenska araratutställningen på moderna museet 1976, ges

två tolkningar. En artefakt är någonting skapat, en konstprodukt, men bokstavs-kombinationen står också för *Appropriate Rural Technology Flensburg Alternative Cooperation Team*.¹³⁷

Projektet med bygget av anläggningen inleddes våren 1986 då artefact bildades. Ett förslag utarbetades för en kursgård med övernattningsmöjligheter som skulle förläggas i Flensburg. Här skulle tonvikten ligga på relevant miljötekniköverföring till tredje världen. Projektet visade sig inte vara utförbart på den tilltänkta tomten, en ny plats valdes i Glücksburg och konceptet omarbetades. I projekteringskedet arbetade man med att synliggörande länkarna

mellan bygg-, energi-, vatten- och avloppsteknik, för att integrera den i omgivningen.

Arkitekt Günter zur Nieden, från Lübeck, fick uppdraget att rita en byggnad med nyskapande ekologiskt inriktad arkitektur baserad på byggtraditioner från olika kontinenter. Huvudbyggnaden har därför blivit ett kalejdoskop av olika tekniker som praktiserats i de fyra olika byggetapperna. Grundläggningsarbetet påbörjades andra halvåret 1989 och uppförandet av den första huskroppen med våtrum, teknikrymman och arbetslokaler påbörjades före årsskiftet samma år. Logiavdelningen kom därefter och hela byggnadskomplexet stod invigningsklart 1995.¹³⁸



Fig 5.15. Huvudbyggnaden, bestående av olika huskroppar som byggts samman, är ritad av arkitekt Günter zur Nieden och omges i den omslutande parken av en imponerande utställning med energiteknik.

The main building, containing different house bodies being assembled, is designed by the architect Günter zur Nieden. It is surrounded by a green park area, where an impressive exhibition of energy devices and systems technology is open to public.

Anläggningen har karaktären av experimentbygge där man i möjligaste mån har tagit hänsyn till den passiva solenergin, som lagras i den tunga stommen. De olika byggmaterialen har använts där de gör störst nytta och lokala och återanvändbara material har använts i så stor omfattning som möjligt.¹³⁹

5.2.1.1 Konstruktionslösningar

Det kapillärbrytande skiktet i grundläggningen består av tomma, upp och nedvända, glasflaskor med halsarna stående i ett 30 mm tjockt lager av kalkbruk. Ovanpå dessa ligger en asfaltimpregnerad papp som under pågjutningen hindrar det ovanpåliggande betongskiktet att rinna ner mellan flaskorna. Beroende på vilken golvtyp som valts består värmeisoleringen av cementbunden lättklinker eller träflislera med tillsats av några procent kalk.¹⁴⁰



Fig 5.16. Modell av grundläggningens kapillärbrytande skikt.

A model of the capillary inhibiting layer of the foundation.

Den generella uppbyggnaden av de bärande ytterväggarna består av lersten med utvändigt isolering av tång. Saltinnehållet i tången, med dess uppbyggnad av kloridjoner, gör att den inte så lätt antänds. Utanpå isoleringen finns antingen fasadtegel eller träpanel på läkt med luftspalt. Väggarinsidorna är putsade med 15 mm lerputs.¹⁴¹

En del av mellanväggarna är uppbyggda med rundtimmer, mot vilken läkt har spikats. Hållrummet mellan läkten har fyllts med träflislera. Trämaterialet kommer från grenar och kvistar från de alléer och buskage som de flacka fälten i området omges av för att förhindra markerosion. Träden måste beskäras med jämna mellanrum och istället för att bränna upp riset på fälten har det kommit till användning i byggnaden. Utanpå träläkten finns vassmattor som underlag för 30 mm ler- eller kalkputs.¹⁴²

Några av gästrummen är byggda med nubiska valv, vilket betyder att takvalvet av lersten är murat i en parabolisk bågform utan att någon formsättning behövs. Då dessa gästrum är i två plan består den undre väggen av en svagt lutande mur som håller upp bjälklaget av trä, under det nubiska valvet som tar vid i övervåningen. Ovanpå valvet har cellglas valts som isolering under taktäckning av gräs med mellanliggande tätskikt.¹⁴³

Energibesparingar har gjorts på byggmaterialsidan tack vare att en stor mängd lersten i lerbruk har använts. Jämfört med tegel uppskattas besparingen till ungefär 80 %.¹⁴⁴

5.2.1.2 Ovissa framtidsutsikter

Vid mitten av 1980-talet, när anläggningen planerades, kunde experimentella miljöprojekt erhålla omfattande statliga bidrag till sin verksamhet och optimismen var stor. För artefakter del innebar detta att man inte beaktade att verksamheten skulle kunna stå på egna ben. I projektgruppen var man endast inriktad mot de ekologiska lösningarna och en så "trivial" funktion som matlagingsutrymmen glömdes därför helt och hållet bort! Man hade inte heller beaktat att en konferensanläggning med övernattningsmöjligheter förblir olönsam om den inte omfattar vissa minimikrav på antal sängplatser, komfort och enkelrum.

I och med berlinmurens fall 1989 tvingades det nu enade Tyskland att sänka bidragen till miljöprojekt för att istället använda pengarna till att rusta upp infrastrukturen i delstaterna i det forna Östtyskland. Trots en omfattande pedagogisk verksamhet för barn och kurser för hantverkare har artefact

inte genererat tillräckligt med intäkter för att stå på egna ben. År 2001 gick verksamheten i konkurs. Anläggningen ägs nu av banken och drivs privat av Werner Kiwitt, en av de medarbetare som funnits med i verksamheten sedan 1990.



Fig 5.17, 18. Den första lerjordsbyggnaden som uppfördes inom anläggningen innehåller nu en permanent utställning om ekologiska byggmaterial.

The first loam building being erected within the establishment now contains a permanent exhibition of ecological building materials.



Fig 5.19. Ingångarna till några av gästrummen ligger mot matsalen. Alla invändigt putsade väggytor består av lerputs.

The entrances to some of the guest rooms are reached from the dining room. All the interior wall plastering is made of clay.

5.2.2 Ekobyn i Schöneiche

I byn Schöneiche, en mil nordöst om Berlins stadsgräns, påbörjades sommaren 1994 uppförandet av ett ekologiskt radhusområde, där lera skulle användas som byggmaterial. Idén till ekobyn föddes redan 1991 och de tretton barnfamiljer som flyttade in hade stort inflytande under planeringsprocessen. Bygget pågick under ett års tid och tre lägenhetstyper om 110 - 170 m² uppfördes. Husen är byggda med bärande trästomme som utvändigt klätts med liggande träpanel och invändigt med lersten som putsats med lerputs. I utfack-

ningarna mellan träreglarna användes cellulosaisolering.



Fig 5.20. Ett av de fyra bågformade radhus i den tyska byn Schöneiche med bärande konstruktion av trä och innerväggar av lersten. Arkitekter: Schmidtman und Gölling.

One of the four bow-shaped row houses being built in the German village of Schöneiche. It contains a wooden structure and interior walls made of clay stones. Architects: Schmidtman und Gölling.

5.2.3 Kapelle der Versöhnung - Försoningskapellet

År 2000 invigdes det i stampjordsteknik uppförda *Försoningskapellet* vid Bernauerstrasse i Berlin. Kapellet ligger på platsen för koret i Försoningskyrkan som revs år 1985 då den bedömdes ligga för nära berlinmuren, vilket ansågs hindra en effektiv bevakning. Församlingen saknade emellertid sin kyrka och det beslutades att ett mindre kapell skulle uppföras. Beträffande materialvalen fanns ett önskemål att byggnaden inte skulle uppföras i betong, eftersom detta material användes i den mur som tidigare delat den tyska huvudstaden i två delar. Elva år efter murens fall kunde så gudstjänst åter firas på platsen för den rivna kyrkbyggnaden, som på ett intrikat sätt har kommit att integreras med den gamla byggnaden. Delar från de rivna tegelmurarna granulerades och användes som ballast i den stampade lerjordsväggen.



Fig 5.21. Kapelle der Versöhnung, Försoningskapellet, i Berlin är ritat av arkitektkontoret Reitermann und Sassenroth.

Kapelle der Versöhnung, the Chapel of Reconciliation, in Berlin, is designed by the architects' studio: Reitermann und Sassenroth.

5.2.3.1 Konstruktion

De 7,2 m höga och 0,6 m tjocka stampjordsväggarna som omsluter kyrkrummet har en äggformad plan med axeldimensionerna 10 och 14 meter. På några meters distans utanför lerjordsmuren löper ett hölje av glest stående trälameller¹⁴⁵ som utgör byggnadens fasad och samtidigt skapar en luftig foajé kring det slutna kyrkrummet.

Stampjordsväggen bär, vid sidan av sin egetyngd, merparten av taklasten resten tas ned via stolpar i fasaden. Öppningarna i lerjordsmuren är förstärkta med platsgjuten armerad betong som dolts i stampjordsväggen. I överkanten finns en fotring av armerad betong, även den instampad i lerjordsmassan, som bildar upplag för balkarna i takkonstruktionen.¹⁴⁶



Fig 5.22. Den inre väggen som omsluter kyrk-rummet är utförd i stampad lerjord av det öster-rikiska företaget Lehm-Ton-Erde. En anledning till att lerjord valdes som byggmaterial var att församlingsmedlemmarna inte ville bygga i betong. Detta material förknippades alltför mycket med den tidigare angränsande muren - som man helst ville glömma.

The inner wall embracing the sacred room was executed by the Austrian enterprise Lehm-Ton-Erde in a rammed earth. One reason for choosing earthen clay for a building material was to avoid concrete, a strong feeling among the parish members. Concrete was too closely associated with the earlier adjacent wall, the Berlin wall, about which everyone would rather forget.

Stampjordsväggen bär, vid sidan av sin egentynngd, merparten av taklasten resten tas ned via stolpar i fasaden. Öppningarna i lerjordsmuren är förstärkta med platsgjuten armerad betong som dolts i stampjordsväggen. I överkanten finns en fotring av armerad betong, även den instampad i lerjordsmassan, som bildar upplag för balkarna i takkonstruktionen.¹⁴⁷

5.2.3.2 Material och materialprovning¹⁴⁸

Till bygget åtgick 160 m³ lerjordsmassa som tog två dagar att tillreda i en modern betongfabrik. Massan lagrades sedan i anslutning till byggplatsen.

Inför arbetet med blandningen gjordes omfattande materialundersökningar. Den slutliga sammansättningen innehöll en stor mängd, omkring 50 %, finmaterial bestående av kornfraktioner under 2 mm. Mängden lera som tillsattes uppgick till endast 4 %. Vid provtryckningar framkom att armering med en liten mängd lindhalm ökade väggmassans tryckhållfasthet med 40 %. För att mäta materialets egenskaper användes samma parametrar som vid betongprovning, avseende provkroppar och metod.

Mätvärden i det material som användes till bygget som uppmättes framgår av nedanstående tabell.

	Lerjord	Betong
Fukthalt, %	8,1	6
Krympning, %	0,15	0,05
Tryckhållfasthet, MPa	3,2	45
Elasticitetsmodul, MPa	650	15 000
Böjdragshållfasthet, MPa	0,63	3
Skjuvhållfasthet, MPa	0,79	3
Skjuvmodul, MPa	145	6 000

Tabell 5.1. Mätvärden i det material som användes till stampjordsväggarna i Försoningskapellet. I höger kolumn redovisas motsvarande värden för betong. Till en betongvägg hade materialåtgången blivit mindre, eftersom dessa väggar kan göras tunnare än stampjordväggar för att fylla de byggnadstekniska kraven.

Quality measures of the material used for the rammed walls of the Chapel of Reconciliation. In the right hand column the equivalent values for concrete are shown. Making an alternative concrete wall, the use of materials would have been smaller, since such walls can be made thinner than rammed earth walls, and still fulfil the technological requirements.

5.2.3.3 Kvalitetskontroll¹⁴⁹

Eftersom det inte finns relevanta byggnormer för runda stampväggar fordrades dispens för att kunna uppföra kapellet. Dispensen kom att ligga till grund för tillståndet som knöts till en noggrann kvalitetskontroll. För besiktningen utarbetades en kvalitetshandbok över egenskaper som skulle värderas och som sedan utan svårigheter uppfylldes. Några av punkterna var följande:

- *Väggen får, utöver egentyngd, belastas först efter uttorkning och uppnående av tillräcklig hållfasthet. Den tidigaste tidpunkten för belastning avgörs av byggnadsinspektionen på grundval av fukthaltsprov och tryckhållfasthetsprov på byggverket.*
- *Draghållfasthet i materialet får inte påräknas.*
- *Tillåten tryckspänning i byggnadsverket begränsas till 1/7 av medeltryckhållfastheten.*
- *Krympning och krypningsförhållanden ska avgöras genom därför lämpade mätmetoder fram till dess att deformationen avklingat. Upplag för balkar och inbyggnadsdetaljer måste kunna efterjusteras med avseende på rörelsedeformation.*
- *De fordrade värdena ska fastställas genom extern kontroll.*
- *Stampjordsväggen ska under byggtiden skyddas från fukt såväl ovanifrån som underifrån på lämpligt sätt.*

5.3 Ungern

Vid sekelskiftet 1900 var Ungern det dominerande området i Centraleuropa beträffande lerjordsbyggnader. Så gott som samtliga tekniker fanns då representerade men lerjord har inte alltid varit det självklara inslaget i ungerskt husbyggande. Trä var, liksom i övriga Europa, det dominerande byggmaterialet på landsbygden fram till slutet av medeltiden. Under 1400-talet började hus av lerjord att byggas i större skala, eftersom virkesresurserna började avta. På det ungerska slättlandet blev byggmetoderna allmänt förekommande under 1700-talet, medan det dröjde fram till början av 1800-talet innan så var fallet också i skogsbygderna. En bidragande orsak till det ökade lerjordsbyggandet var att landsortsbefolkningen, som tidigare fritt fick ta virke ur skogsbestånden, gradvis kom att förvägras detta.¹⁵⁰

Lerjordstekniker dominerade fram till 1960. År 1970 bestod 66 % av alla bostäder av lerjord för att tjugo år senare ha sjunkit till 20 %. Motsvarande siffror i nyproduktionen var 20 % respektive 5 %¹⁵¹. År 2000 uppfördes 2 - 3 % av landets nybyggda hus med väggar av lerjord.

5.3.1 *Friluftsmuseet i Szentendre*

I byn Szentendre, 5 km norr om Budapest, ligger friluftsmuseet Skanzen^Z. Detta öppnades 1974 och lerjordsbyggnader från hela landet har där återskapats. Tanken på ett friluftsmuseum väcktes dock långt tidigare. Liksom Sveriges eldsjäl Artur Hazelius samlade den ungerske etnografen János Jankó material från landsortsbefolkningen, under 1800-talets slut, men fick inte något större gensvar för sina idéer. Efterföljare fanns dock och år 1938 publicerades, som en del i ett omfattande ungerskt folkbildningsprogram, en plan för ett friluftsmuseum i en av Budapests publika parker.¹⁵² Andra världskriget kom emellan och det skulle dröja 36 år innan friluftsmuseet kunde öppna sina portar för allmänheten. Innan dess hade arbete pågått i närmare tio år inom ramarna för Budapests etnografiska museum, där en grupp museologer hade arbetat med att välja ut material och byggnader för anläggningen.¹⁵³ Personalen hade kartlagt förekomsten av landets olika typer av lerjordshus och kommit fram till att lersten var det vanligaste byggmaterialet i början av 1800-talet. Kring sekelskiftet 1900 ändrades byggnadssätten delvis och stampjordstekniken^{AA} blev mest spridd.¹⁵⁴

^Z Liksom vid vårt svenska Skansen i Stockholm uppvisas i Szentendre allmogebefolkningens livsvillkor med redskap och föremål från tiden kring förra sekelskiftet. Tack vare de stora världsutställningarna vid 1800-talets senare del hade en ny syn på den etnografiska museiverksamhet uppstått i början av 1900-talet, och de historiska sambandet mellan kultur och folklore uppmärksammades. Det svenska Skansen, som öppnade år 1891, var det första levande friluftsmuseet av sitt slag, och har fått stå som förebild för liknande anläggningar världen över, bland annat i Tallin.

^{AA} En tänkbar orsak till detta skulle kunna vara att den arkitektur som den förändrade tekniken passar för är mer stadsmässig och att inflyttning till städerna accelererade under denna tid.

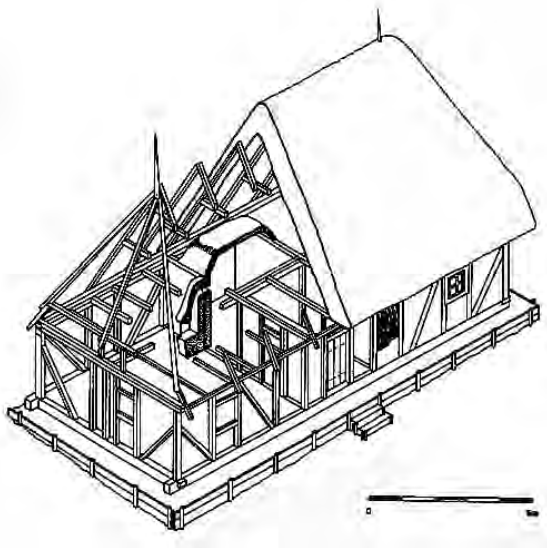


Fig 5.23. Axonometri av bostadshus som flyttas från Kispalád till friluftsmuseet i Szentendre.

Axonometric image of the residential house being moved from Kispalád to the open-air museum in Szentendre.

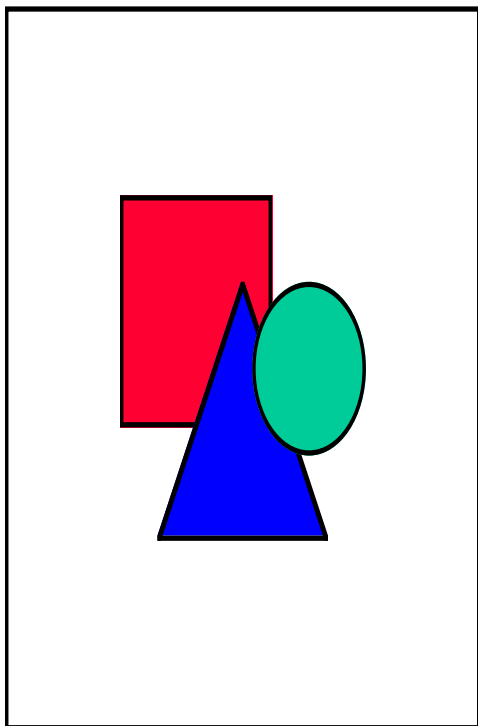


Fig 5.24. Uppförande av rekonstruerat mackelerat hus i Szentendre våren 1998.

The erection of a reconstructed cob house in Szentendre, in spring 1998.

5.3.2 1990-talets extrema arkitekturstilar

Efter kommunismens fall 1989 kom lerjordshus att stämplas som ålderstigna och ohälsosamma vilket ledde till att många av dessa revs.¹⁵⁵ Men här, liksom på andra håll i västvärlden, kom under denna tid en svängning att äga rum till ett mer miljömässigt tänkesätt. Detta avspeglade sig i att byggnader som tidigare skulle ha rivits fått stå kvar och istället renoverats.¹⁵⁶

Det ökade miljömedvetandet ledde till ett växande intresse för organisk formgiven arkitektur. En känd arkitekt är Imre Makovecz som med sin säregna träarkitektur representerade nationen med en utställningspaviljong på världsutställningen i Sevilla år 1992.

En annan, ännu radikalare, arkitekturriktning kallas BioEco systemet och företräds av den unge arkitekten Zsolt Hegedüs. Denne ritade kupolhus som muras med valv av cementstabiliserad lersten. Ovanpå murverket gjuts ett tunt lager betong, på vilken en fuktspärr anbringas, innan slutligen ett cirka 700 mm tjockt jordlager täcker konstruktionen. De lerstenarna används tillverkas företrädesvis av jord på byggplatsen.

All byggproduktion med lerjordsbaserade material är inte lika progressiv som den Hegedüs företräder och av den ungerska lerjorden uppförs också mer eller mindre konventionellt byggda hus.



Fig 5.25. Kupolhus utanför Budapest ritat av arkitekt Zsolt Hegedüs.

A cupola house outside Budapest, designed by the architect Zsolt Hegedüs.



Fig 5.26. En ovanligt ljus grotta! Badrumsinteriör i kupolhus.

An unusually bright cave! The interior of a bathroom in a cupola house.

5.4 Frankrike¹⁵⁷

Trots de anrika traditionerna av lerjordsbyggeri är Frankrikes produktion av nya byggnader marginell. Den motsvarar i dagsläget mindre än 0,1 % av den totala byggvolymen. Detta kan delvis tillskrivas betongindustrins stora inflytande inom byggindustrin och det jämförelsevis svaga intresset för miljöfrågor. Ett tiotal hantverkare finns dock som behärskar byggteknikerna med lerjord.

En stor händelse, som fick verkningar långt utanför landets gränser, var vandringsutställningen *Des architectures de Terre, ou l'avenir d'une tradition millenaire*. Denna behandlade forntida, nutida och framtida arkitektur med lerjord som byggmaterial. Vernissagen ägde rum i oktober 1981 vid Centre George Pompidou, i Paris. *Centre de Creation Industrielle, CCI*, organiserade utställningen som sedan visades i olika former i omkring 75 länder, och beräknas ha besökts av över tre miljoner personer under de fem år den pågick.¹⁵⁸



Fig 5.27. CRATerre-institutet är beläget i Maison Levrat, ett stampjordshus från 1800-talet, i den natursköna Parc Fallavier.

The CRATerre institute is situated in Maison Levrat, a rammed earth house from the 19th century, which is located in the beautiful natural scenery of Parc Fallavier.

5.4.1 CRATerre

Under 1960-talet kom en del europeiska arkitekter som arbetade i tredje världen att uppmärksamma sätten att bygga hus av lerjord, kunskaper som de också ville återföra till Europa.¹⁵⁹ År 1979 bildades därför den första expertgruppen under namnet CRA-

Terre, Centre de Recherche et d'Application Terre, varav ett flertal av medlemmarna var arkitekter som nyligen hade genomgått sin utbildning vid arkitekturskolan i Grenoble.¹⁶⁰ Några hade också medverkat i ett statsfinansierat experimentbygge i stampjordsteknik 1976 som ägde rum i Vignieu, i närheten av Grenoble.

CRATerre bildades som en oberoende organisation men är sedan 1986 knuten till arkitekturskolan i Grenoble, *l'Ecole d'Architecture de Grenoble*, EAG, vilket givit verksamheten universitetsstatus. Detta har medfört att statliga medel erhålls för forskning och utbildning. Institutets administrativa del är nu belägen i Villefontaine, 30 km från Lyon, medan undervisning och forskning äger rum i Grenoble, på en distans av 80 km.

Sedan starten har CRATerre utfört ingående arbeten med att på ett vetenskapligt sätt utveckla och framhålla de arkitektoniska och resursbevarande kvaliteter som finns inom lerjordsbyggeriet. En del av arbetet utgår från den av FN antagna konventionen från 1988, att kunna erbjuda all världens befolkning goda bostäder. Arbetets inriktning har därför till omfattande delar gällt länder i tredje världen, där också en rad arkeologiska projekt står i fokus.



Fig 5.28. En del av laboratoriet där studenterna rent praktiskt får experimentera med olika leror och mineralfraktioner för att lära känna materialens egenskaper.

Part of the laboratory where the students are exercising their encounter with different clays and mineral fractions in order to get acquainted with the properties of the materials.

Vid institutets laboratorium arbetar några av de trettiotal personer som är anknutna till CRATerre, för att undersöka och förbättra lerjordsmaterialens fysikaliska egenskaper. Här studeras även metoder för att

på industriell väg producera dessa byggmaterial. Under senare tid har också stor vikt lagts på materialens beständighetsaspekter, bland annat för att förstå hur arkeologiska fornlämningar ska kunna bevaras åt eftervärlden. Inom institutet har stora forskarinsatser gjorts, men på grund av fransmännens generella ovilja att ge ut sina resultat på engelska, det vedertagna forskarspråket, har stor mängd information undanhållits den gängse forskarvärlden.

Verksamheten har olika inriktning, finns i ett femtiotal länder och arbetar under tre olika teman:

- *Utvecklingsmöjligheter beträffande "Low cost housing", framför allt i större bosättningar*
- *Tillämpningsmöjligheter för nutida byggande i den industrialiserade världen med avseende på ekologi och miljö*
- *Arkeologi och bevarandefrågor med fokus på utgrävningar, bevarande av historiska miljöer samt byggnader i bruk*

CRATerre arbetar även på det lokala planet. Som exempel kan nämnas att en reseguide på franska, *Tour de la Terre*, har utarbetats. I denna beskrivs sevärda byggnader i byar och på landsbygden med start cirka 40 km sydost om Lyon.

5.4.1.1 Fullskaleprov

För att studera hur olika lerjordsvägar med och utan puts fungerar på kortare och längre sikt, har 120 murpartier byggts upp vid en byggforskningsanläggning i Grenoble. Murarna uppfördes 1985 - 1986. De fel och brister som visar sig i byggkonstruktioner under de första fem åren är av en annan karaktär än de som visar sig på riktigt lång sikt. För att kunna studera förändringar under längre tidsperioder måste därför väggpartierna byggas i vissa dimensioner, först då kan sprickbildning på

grund av inre spänningar i materialet bedömas på ett rättvisande sätt.

Vissa provserier gavs ytbehandlingar där tillverkarna inte ville deklarerat innehållet men gav garantier att de skulle fungera ihop med lerjordsväggen. Flertalet av dessa visade sig inte hålla måttet och idag finns endast socklarna kvar av de murpartier där dessa putser hade applicerats.

Grenoble har ett växlande klimat med kalla och snöiga vintrar och varma somrar, vilket ger andra förutsättningar än i exempelvis vissa afrikanska länder. Ännu en försökspark med 120 lerjordsmurar finns i Dakar-Senegal. Denna uppfördes år 1954 på uppdrag av den franska staten, men föll i glömska när landet blev självständigt.



Fig 5.29. Vädrets påverkan på lerjordsväggar med olika ytbehandling studeras vid en provningsanstalt i Grenoble.

The influence of weathering on earthen clay walls with different kinds of surface treatments is studied at the outdoor testing facility of Grenoble.

5.4.1.2 Samarbetspartners och projekt

CRATerreinstitutet samarbetar med ett antal organisationer och ingår i BASIN^{BB}. Andra organisationer inom detta nätverk är exempelvis GATE^{CC}, SKAT^{DD} och IT^{EE}.

^{BB} Building Advisory Service & Information Network.

^{CC} The German Appropriate Technology Exchange.

Samarabetet med andra organisationer innebär också att CRATerre medverkar i en rad olika projekt. År 1997 initierades *Project Terra* i samarbete med Getty-institutet i USA och ICCROM^{FF} från

^{DD} The Swiss Center for Development Cooperation in Technology Management.

^{EE} Intermediate Technology, England.

^{FF} International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property.

Italien. Syftet är att värna om lämningar av jordarkitektur. Det övergripande målet är att under vetenskapliga former utveckla en ökad förståelse för hur och varför lerjordsmaterial bryts ned, etablera standardiserade metoder för att utreda materialegenskaper och att identifiera och utveckla valmöjligheter beträffande åtgärder och vård av framför allt historiska byggnadsverk. Ämnet lerjordsarkitektur berörs inte inom några av de akademiska disciplinerna och målet är därför att genom internationellt samarbete inom olika genrer utveckla kunskap om bevarandefrågor.¹⁶¹

Ett annat stort projekt som CRATerre ingår i är *Africa 2009 - Conservation of Im-movable Cultural Heritage in Sub-Sahara*. Detta drivs tillsammans med UNESCO World Heritage Centre^{GG}, ICCROM och The African Cultural Organisations. Bland finansiärerna finns svenska SIDA. Grunden till projektet är att det finns många arkeologiska och historiska lerjordsbyggnader i Afrika som är i behov av vård och underhåll, i vissa fall också konservering för att kunna bevaras till eftervärlden. Åtgärder som behöver vidtas är i de flesta fall av teknisk natur. För att projekten ska lyckas måste de också ses i ett vidare perspektiv där de miljömässiga, sociala, kulturella och ekonomiska aspekterna integreras. I projekt Africa 2009 arbetar organisationerna inom de skilda länderna både på regional och lokal nivå för att ge kunskaperna fast förankring.

5.4.1.3 Arkitekturskolan i Grenoble

Vid arkitekturskolan i Grenoble har studenterna möjlighet att arbeta med lerjordsbaserad arkitektur i sista årskursen. De har då tillgång till såväl laboratorium som verkstad där de kan göra konstruktionsstudier i skala 1:1. Detta har kunnat ske tack vare att CRATerre-gruppen har ar-

betat med att bryta den elitistiska undervisningen, som annars är vanlig på arkitektuskolorna i Frankrike. På så sätt har de bidragit till att lärarna finns på skolan vid andra tillfällen än enbart då de ger föreläsningar.

En stor satsning på att öka studenternas förståelse för konstruktion, material och hantverk har nyligen kommit till stånd genom uppförandet av *Les Grands Ateliers*, en industriliknande byggnad av imponerande dimensioner i Villfontaine. Där ska bland annat förstaårsstudenterna från några av Frankrikes arkitektuskolor arbeta med olika material och tekniker i full skala tillsammans med studenter från ingenjörsutbildningar. I dessa formgivningsövningar integreras även jordbaserade byggmaterial.

5.4.2 *Domaine de la Terre vid l'Isle d'Abeau*



Fig 5.30.

Utställningen *Des architectures de Terre, ou l'avenir d'une tradition millenaire* blev startskottet till uppförandet av bostadsområdet *Domaine de la Terre*. Området är en del av staden l'Isle d'Abeau, 30 km sydöst om Lyon, som ingick i ett statligt program från 1960 om att uppföra 5 nya

^{GG} The United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organisation.

städer i landet.¹⁶² L'Isle d'Abeau planerades för en befolkning om 260 000 invånare, men bebos idag endast av 46 000.

När utställningen vid Centre George Pompidou ägde rum 1981 pågick byggandet av l'Isle d'Abeau. På utställningen, där CRA-Terregruppen hade bidragit med de vetenskapliga underlagen, visades exempel och modeller på såväl gamla som nya byggnader med lerjord i konstruktionen men ingen aktuell nyskapande arkitektur representerad från det egna landet. För att åskådliggöra lerjordsmaterialens potential framlade utställningsledningen ett förslag att bygga ett allmännyttigt bostadsområde^{HH} med obränd lerjord. Avsikten med detta fullskaleprov var att inom de rådande sociala, kulturella, tekniska, ekonomiska och rättsliga ramarna visa att den traditionella lantliga bebyggelsen kunde uttryckas i modernt byggande med hjälp av nutida kunskap och teknik. Projektets beskaffenhet var sådant att det måste uppfylla vissa kriterier. Det skulle genomföras i ett område där byggteknikerna redan hade rotfäste, för att stärka en historisk kontinuitet mellan traditionell och modern bebyggelse. Andra villkor var att det skulle finnas kompetenta hantverkare som skulle samordnas i projektet. Projektet skulle också vara en integrerad del av ett större regionalt utvecklingsprogram och alpreigionen kring Rhône-floden uppfyllde dessa kriterier. Där finns rika exempel på lantlig bebyggelse och bondgårdar, stadsbebyggelse, borgerliga residens, 1700- och 1800-tals slott och herrgårdar, kyrkor, samt stadshus och industribyggnader från 1800-talet och 1900-talets första del.¹⁶³

År 1981 anordnades en arkitekttävling. 10 förslag utvaldes för att vidareutvecklas tillsammans med entreprenörer från trakten,

^{HH} Den engelska termen är *social housing scheme* vilket är en mer bostadssocialt riktad bebyggelse för låginkomsttagare som i de flesta fall uppbär bidrag. Den svenska principen är sedan efterkrigstiden att inte bygga för speciella befolkningsskategorier.

för att senare uppföras. Året därpå startade byggandet och i slutet av 1985 invigdes området under överinseende av Nationalförsamlingens talman och andra dignitärer.¹⁶⁴



Fig 5.31. Tornbyggnaden i Domanie de la Terre följer regionens arkitekturtradition. Byggnaden är utformad av arkitekt Jean-Vincent Berrottier och är byggd av cementstabiliserad formpressad lersten. Det fem våning höga tornet är uppfört i stampad lerjord.

The tower building belonging to the Domaine de la Terre follows the architectural tradition of the region. The building is designed by the architect Jean-Vincent Berrottier and is made of cement stabilized form-cast clay stone. The five storey tower itself is made of rammed earth.



Fig 5.32. Hus med torn i Lyon vid Rue du sergent Michel Berthet.

House with a tower on Rue du sergent Michel Berthet, Lyon.

Byggkostnaderna beräknades vid färdigställandet i genomsnitt till 3 100 FF/m² med en spännvidd mellan -20 % och +10 %. Detta låg inom den konkurrens-mässiga ramen för denna typ av allmännyttigt byggande. Inte helt oväntat gav en "krånglig" arkitektur högre byggkostnader. Genom arbetet med projektet uppenbarades att det fanns stora brister i normer angående byggmaterial av lerjord.

Domaine de la Terre består idag av 65 bostäder, för 300 personer, med lägenhetsytor om 65 till 110 m². Varje byggnad är två eller tre våningar hög med ett eller flera biutrymmen i form av förråd, tvättstuga och växthus samt utvändigt garage och en privat tomtbit. Området är populärt och idag står 120 personer i kö för att få flytta dit.

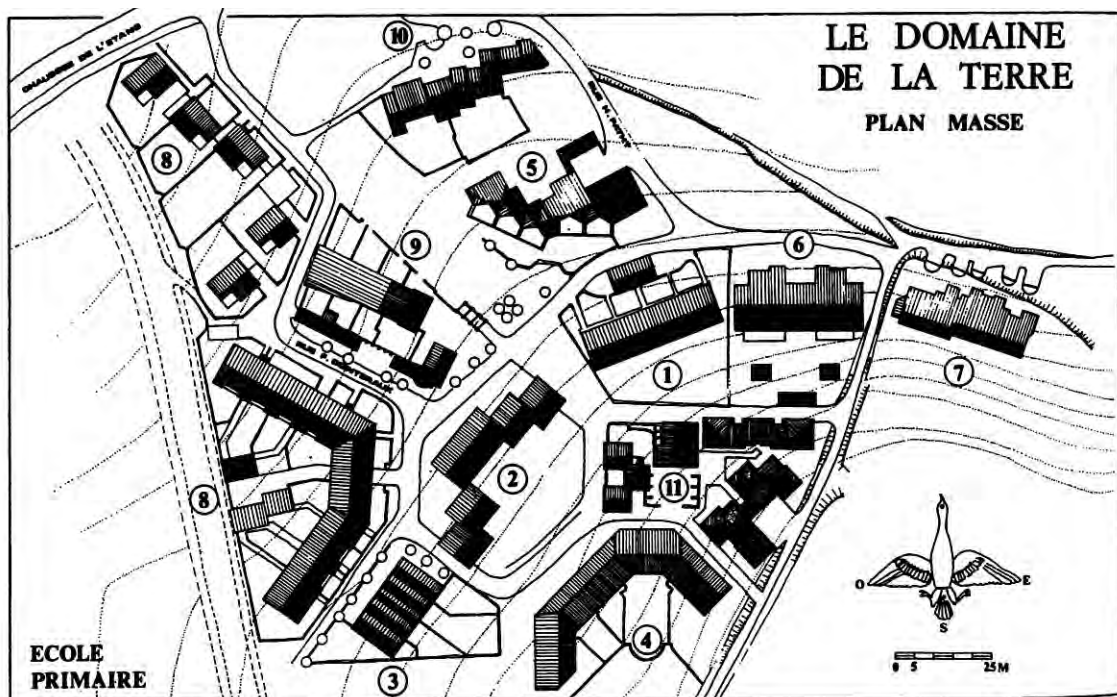


Fig 5.33. Plan över bebyggelsen i området Domaine de la Terre.

Plan showing the buildings of the area, Domaine de la Terre.

5.4.2.1 Koncept

Det generella arkitektoniska konceptet för Domaine de la Terre har varit ekonomisering av energi. Detta har kommit till uttryck på olika sätt genom tekniska eller arkitektoniska lösningar.¹⁶⁵ I syfte att jämföra energiåtgången för likvärdiga byggnader, där det ena huset uppfördes med stampjordsteknik och det andra med armerad betong, installerades sonder i väggarna. Mätvärdena från dessa skulle kopplas till ett avancerat beräkningsprogram där hänsyn hade tagits till sådana parametrar som att barn inte alltid stänger ytterdörren efter sig när de springer ut mitt i vintern. Vid tiden för anslagsansökan från det franska byggforskningsrådet hade en ny generaldirektör tillträtt. Denne beviljade inte fortsatta anslag till projektet med motivering att lerjordshus var ointressanta att satsa på inom byggproduktionen.

För att ändå få en grov uppfattning avseende energiförbrukningen gjorde ingenjör Hugo Houben år 2000 en jämförande studie mellan Domaine de la Terre och intilliggande Village Dauphinois. Studien beräknades på hushållens kostnader för uppvärmning och varmvatten. Medelförbrukningen var i Domaine de la Terre 66 FF/m² och år, i Village Dauphinois 71 FF/m². Energikostnaderna varierade dock mycket inom området, från 32 till 117 FF/m² och år. Dessa skillnader har att göra med byggnadens arkitektoniska utformning. Lågenergihuset är helt fritt från utskjutande volymer och de södervända växthusen ligger innanför fasadliven. De byggnader med störst energiförbrukning är utformade med många olikformade volymer, och därmed fler utvändiga ytor som avger värme till omgivningen.



Fig 5.34. Två trevåningshus av arkitekterna Françoise Jourda och Gilles Perraudin av stampad lerjord. Under den dubbla sadeltakskonstruktionen har värmepumpar dolts.

Two three-storey buildings, by the architects Françoise Jourda and Gilles Perraudin, made of rammed earth. Under the double pitched roof structure the heat pumps have been stashed away for protection.



Fig 5.35. Stampjordshus ritat av arkitekt Jean Vincent Berlottier. Byggnaden innehåller fyra lägenheter och har runda trapphus mot norr

A rammed earth house, designed by the architect Jean Vincent Berlottier. The house contains four apartments and it has rounded stair wells facing north.

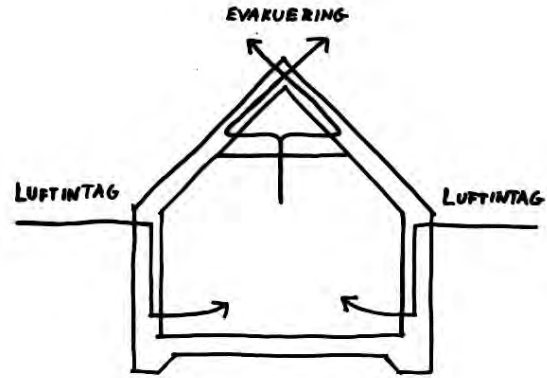


Fig 5.36. En lösning som prövades i en husgrupp, ritad av arkitekterna François Gallard och Laurence Guibert, var att förvärma ventilationsluften i en luftspalt i ytterväggen innan den fördes in i byggnaden. Figuren visar en principritning för utformningen av ventilationen.

A special solution was tried for a group of houses, designed by the architects François Gallard and Laurence Guibert. The ventilating air was preheated when flowing through a thin layer in the exterior wall (dynamic insulation) before it entered the room. The illustration shows the principle behind this heat-exchange procedure.

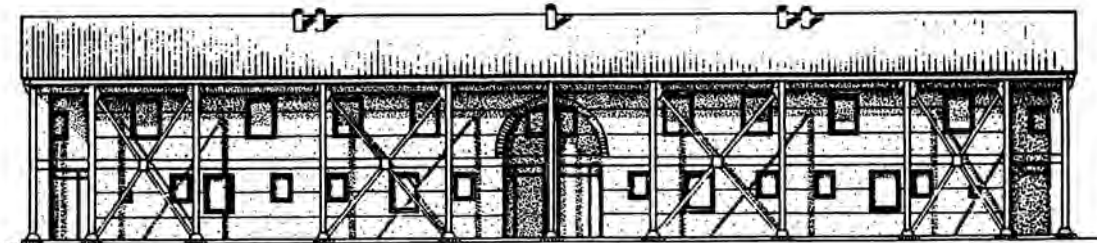


Fig 5.37. Den byggnad som kräver minst energi för uppvärmning är ritad av arkitekterna Serge Jaure, François Confino och Jean-Pierre Duval. "Finessen" med detta hus var att takkonstruktionen kom på plats innan väggarna uppfördes och fungerade som paraply under byggtiden.

The building which requires the least energy for heating was designed by the architects Serge Jaure, François Confino and Jean-Pierre Duval. The nicety about this house was the placing of the roof structure on site in time before the erection of the walls. The roof played the role of an umbrella in the process of building.

5.4.2.2 Byggtekniker

Tre olika lerjordstekniker användes vid uppförandet av byggnaderna; stampad lerjord, formpressade stabiliserade lerblock samt lerhalm. Tack vare projektets experimentella karaktär har många erfarenheter kunnat göras.

Den magra lerjorden kunde användas till stampväggarna direkt från byggplatsen utan att bearbetas med tillsatser av andra



Fig 5.38. Till detta hus ville arkitekterna ha en slätare yta och lerjordsmassan modifierades därför med finkornig sand och tillsats av vatten. Detta visade sig vara ett misstag för väggen fick torksprickor och bebos numera också av solitära bin, som på sikt försvagar väggen.

For these houses the architect wanted a smoother surface and the loam matrix was modified in accordance with fine-grained sand and added water. This proved to be a mistake, because the wall developed plastic shrinkage cracking. It is now the home of solitary bees, whose activities will in time weaken the wall.

mineralfraktioner. Fyra av de fem husgrupperna av stampad lerjord uppfördes på detta sätt. Så gjordes inledningsvis också med det femte, men arkitekten ville här ha en slätare yta på ytterväggen. Detta löstes genom tillsats av finkornig sand och något mer vatten, vilket visade sig vara ett misstag. De modifierade väggarna drabbades av sprickbildningar i samband med uttorkningen och har också blivit boplats för solitära bin, som grävt gångar och bon i det vekare materialet.



Fig 5.39. När detta stampjordshus uppfördes byttes entreprenör mitt i arbetet. Den underdelen har byggts med korta klätterformar, den övre med långa. Här syns tydligt att olika hantverkare hanterar byggmetoden mer eller mindre skickligt.

In the course of erection of this rammed earth house, the contractor was exchanged in the middle of everything. The lower part of the wall has been built with short climbing forms, the upper part with long ones. It is obvious from this illustration that different craftsmen use the methods with more or less skill.

Sex av de tolv byggnaderna vid Domaine de la Terre uppfördes med cementstabiliserade block. Dessa tillverkades i en helautomatiserad anläggning för tillverkning av betongblock. Blocken gjordes kompakta eller ihåliga i storlekarna 0,2 x 0,2 x 0,5 eller 0,1 x 0,2 x 0,5 m. Lerjordsmassan innehöll mer sand än den som användes till de stampade husen. Grus och stenar större än 20 mm sållades bort. Inledningsvis tillsattes 8 viktprocent cement, men senare reducerades mängden till 5 %. Blocken blev

på så sätt onödigt starka för den höjd av tre våningar som de användes till.¹⁶⁶

Lerhalm med en densitet mellan 600 och 800 kg/m³ användes endast till en av husgrupperna där väggarna gjordes 250 mm tjocka. Lerhalmen applicerades som isolering bakom en träpanelklädd fasad. Dessa väggar uppfördes mycket hantverksmässigt utan någon avancerad utrustning, något som måste utvecklas avsevärt om tekniken ska kunna ha någon rimlig framtid inom det yrkesmässiga husbyggandet.¹⁶⁷



Fig 5.40. Ett vanligt arkitektoniskt motiv kring Lyon är lunettbågen, här i ett stampjordshus ritat av Odile Perreau-Hamburger, Jean-Michel Savignat och M Monteneanu.

A common architectural motive around Lyon is the lunette arch, applied here on a rammed earth house designed by Odile Perreau-Hamburger, Jean-Michel Savignat and M Monteneanu.

5.5 England

Lerjord har sedan lång tid tillbaka varit ett vanligt förekommande byggmaterial i Englands södra delar. Under 1900-talet har forskning i liten skala bedrivits genom Building Research Establishment, BRE, som resulterat i en handfull rapporter. När första världskriget avslutats 1918 var behovet stort av att snabbt få fram nya byggnader och ett antal försökshus uppfördes. Utvärderingen av dessa blev dock knapphändig. Några år senare, 1922, skrevs en rapport med samlat material om ler- och jordhus och beträffande stampjordshusen refereras till en skrift av Henry Holland från 1797.¹⁶⁸

Ett nytt intresse för lerjordstekniker i England kom att väckas i och med att byborna i Down St Mary, några mil utanför Exeter, behövde en ny busskur. Under projekteringen framkom önskemål om att kuren skulle ha anknytning till ortens lokala byggtraditioner. Eftersom mackelerade hus var vanliga föreslogs denna byggteknik men problem kom att uppstå vid uppförandet för ingen visste hur man gjorde! Till slut hittades en person som kunde beskriva metoden och 1982 stod busskuren på plats. Idag är situationen annorlunda. Numera finns en handfull hantverkare som arbetar med metoderna, främst beträffande renoveringar av äldre bebyggelse.



Fig 5.41. Busskuren i Down S:t Mary. Observera den stora sockelhöjden.

The bus shed at Down S:t Mary. Note the large postament height.

Vid *The University of Plymouth's School of Architecture, Centre for Earthen Architecture (CEA)* pågår idag forskning om de engelska lerjordshusen. Tonvikten ligger på mackelering. År 1996 utfördes en undersökning av relationen mellan fukt i väggar och deras byggnadstekniska egenskaper, vilket redovisades i en doktorsavhandling författad av Matthew Greer. Två år senare kartlades orsakerna till varför mackelerade hus kollapsat. År 1999 redovisades en undersökning där samband mellan mackelerade byggnaders ålder, byggnadssätt och geografiska läge studerats med hjälp av Geographic Information Systems, GIS.¹⁶⁹



Fig 5.42. Med hjälp av GIS har engelska forskare funnit ett starkt samband mellan gårdsdammar och uppförda lerjordshus. Vid gården Bury Barton i Lapford finns ett kapell från 1400-talet som murats med lerbruk. Leran togs ur dammen framför byggnaden.

With the application of GIS the English researchers have found a close connection between farm ponds and erected earthen houses. At the farm Bury Barton at Lapford there is a chapel from the 15th century which has been laid in clay mortar. The clay was taken from the pond in front of the house.

5.5.1 Reception building, Norden Park and Ride¹⁷⁰

Vid Norden Park and Ride, Dorset, fanns behov av en serviceanläggning i form av toaletter och utrymmen för anläggningens personal. Arkitekt Robert Nother fick uppdraget att rita byggnaden som skulle spegla områdets geologiska inflytande på byggtraditionen. Fastigheten är belägen på skiljelinjen mellan stenhus och mackelerade

hus och Nother föreslog det senare. Idén fick starkt stöd från de lokala myndigheterna då byggtekniken kunde ge möjligheter att vinna nya erfarenheter, framför allt för renovering av befintliga lerjordshus. Trots det relativt obekanta byggsättet fanns det flera entreprenörer i trakten som ansågs lämpliga att utföra arbetet, och byggnaden färdigställdes under senhösten 1998.

Byggnaden har fått en ekologisk profil. Elförbrukningen kan hållas låg tack vare självdragsventilation och dagsljusintag via fönsterband i taket. Eftersom anläggningen inte används vintertid behövs ingen uppvärmning, men som extra säkerhetsåtgärd hålls vattenledningarna varma så att de inte riskerar att frysa sönder.

De mackelerade väggarna är uppförda på en hög stensockel och har ett väl tilltaget skiffertak som skydd för nederbörd. Ursprungligen projekterades för ett grästak, men då detta visade sig bli både dyrare och tyngre valdes det bort. Traditionella engelska lerjordshus har små fönsteröppningar men här uppfördes väggarna i sektioner med stora ljusinsläpp, som sträckte sig från grundmur till hammarband. Ytterväggarna skulle ha putsats med kalk men eftersom allmänheten uttryckt sitt gillande för de råa gulaktiga väggytorna beslöt Nother att låta dem vara. Med den höga sockeln och det stora takutsprånget kommer väggarna troligen att klara sig bra, men vid framtida underhåll kommer kalkputs att appliceras.



Fig 5.43. Den nybyggda servicebyggnaden vid Norden Park and Ride i Dorset.

The newly erected service building at the Norden Park and Ride in Dorset.

5.5.2 *Centre for Alternative Technology och Eden Centre*

I Storbritannien finns idag två stora anläggningar i syfte att belysa människans inverkan på miljön, *Eden Centre*, vid S:t Austell i sydvästra England och *Centre for Alternative Technology, CAT*, vid Powys i Wales. I båda verksamheterna finns lerbaserade byggmaterial representerade. Eden Centre är en nyanlagd botanisk trädgård i kolossalformat medan CAT sedan 25 år bedriver en verksamhet för miljövänlig teknik, med kurser om exempelvis gröna energisystem, byggkonstruktion av ramverk i trä och vattenrening med rotzonsystem.

Vid CAT behövde man större lokaler och vid utbyggnaden av de 450 m² yta föll valet på stampad jord, men endast som lastbärande innerväggar och stolpar, 600 x 600 mm. Skälet till detta var att stampjordsmurar inte ger erforderlig värmeisolering enligt de engelska byggnormerna. Då man ville undvika cement valdes hydraulisk kalk som förstärkning i pelarnas och väggavsnittens överkanter.¹⁷¹

6 Lerjordens roll i dagens och morgondagens arkitektur och byggproduktion

”Var inte rädd att kallas för omodern. Förändringar av gamla byggnadssätt är endast tillåtna då de innebär förbättringar, annars bör man förbli vid det gamla. Ty sanningen, den må vara flera hundra år gammal, står i en starkare samklang med vårt inre än den lögn, som traskar bredvid oss.”

Adolf Loos, 1913.¹⁷²

Som framgått av tidigare kapitel är lerjord ett byggmaterial som kan användas på många olika sätt. I likhet med övriga byggmaterial finns här både för- och nackdelar. En fråga som kan ställas är vilken roll lerjord kan ha inom dagens och morgondagens byggproduktion där begrepp som ekologi, miljö, lokala byggmaterial och arkitektur kan ges större värden än de har idag.

Den produktion av nya byggnader med lerjord som äger rum i de nordiska länderna, sker till största delen som självbyggeri, eller byggs i egen regi med hjälp av entreprenörer som i första hand ägnar sig åt arbeten inom byggnadsvården. I Frankrike uppförs de fåtal nybyggda hus, som tillkommer varje år, av professionella hantverkare. I exemplet från England byggdes väggarna till servicebyggnaden vid Norden Park, av entreprenörer som utvaldes genom vanlig konkurrensupphandling, sid 110. I Holland finns en tillverkare av maskinpressade lerstenar som även arbetar som entreprenör och i USA och Australien finns företag som uppför stampjordshus.

6.1 Lerjordens betydelse som byggmaterial idag

Kunskap om lerjord som byggmaterial har funnits länge, men i takt med att nya byggmaterial har utvecklats har lerjordsbaserade byggmetoder fått en undanskymd ställning i väst. Intresset har ökat under 1900-talets kristider, för att bli ytterst påtagligt, då bostäder saknades efter de båda världskrigens härjningar.

Jordbaserade byggmaterial används i stor omfattning även i nutid. År 1989 uppgavs att en tredjedel av världens befolkning bodde i hus av lerjord.¹⁷³ Dessa hus förknippas allmänt med utvecklingsländer. I runda tal bor 50 % av landsbygdsbefolkningen i dessa länder i sådana byggnader, men även i vissa länder i Europa finns ett stort antal hus där lerjord ingår i konstruktionen. På de brittiska öarna uppskattas

mängden till en halv miljon bebodda hus där en stor andel finns i de sydvästra delarna.¹⁷⁴ Andra länder där traditionen fortfarande lever kvar, men delvis för en slumrande tillvaro, är Frankrike, Tyskland och Ungern.

Av kartan i fig 6.1 framgår att det förekommer hus av lerjord i hela Centralamerika. Där är det inte enbart fråga om äldre bebyggelse, utan även nyproduktion, och lerstenar är tillgängliga till och med i byggvaruhuset. I vissa regioner i Australien uppgår andelen lerjordshus till 20 % av nyproduktionen.¹⁷⁵ Generellt kan man konstatera att utbredningen är störst i de områden där människor i allmänhet kunde leva och verka redan innan industrialismen möjliggjorde, men även tvingade, människor att bostätta sig i mer ogästvänliga trakter.

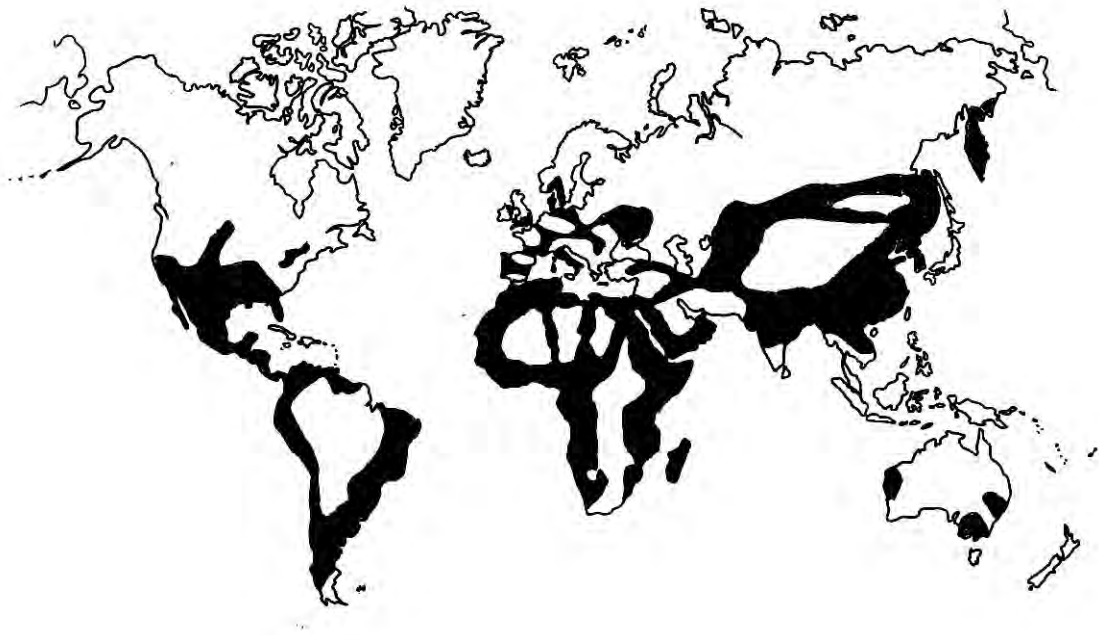


Fig. 6.1. Utbredningen av lerjordsbebyggelse över världen.

The extension of building with clay in the world.

6.1.1 Organiserade verksamheter

År 1971 hölls den första internationella konferensen om lerjordsarkitektur under ledning av ICOMOS^{II}, i Yazd i Iran. En liten grupp forskare och arkeologer hade börjat förstå att något måste göras för att bevara de kulturhistoriska och arkeologiska lämningarna i länder där lerjord tidigare varit ett allmänt byggmaterial, vilket dock senare tenderat att associeras med armod och fattigdom. Konferenser har sedan hållits i Turkiet, Peru, USA och Portugal.¹⁷⁶ Inriktningen har legat på bevarandefrågor men vid den konferens som hölls år 2000 i England, *Terra 2000, 8th International Conference on the study and*

conservation of earthen architecture, kom även de ekologiska aspekterna att belysas.

Efterhand som intresset för lerjord som byggmaterial ökat, har också intresseorganisationer bildats i olika länder. I England finns ett antal regionala grupper, i Tyskland Dachverband Lehm och i Italien Case di Terra. I USA och Australien finns organisationer och företag som arbetar med att bygga eller sprida kunskap om lerjordsbyggeri på olika sätt.

År 1991 bildades NOL, Nordisk Organisation för Lerjordsbyggeri, efter en kurs som hölls i samband med uppförandet av en verkstad i Norge. Vartefter intresset i de olika nordiska länderna ökade bildades egna landsföreningar, för vilka NOL har blivit en paraplyorganisation. Intresse för lerjordsbaserade byggmaterial finns även i grupper och organisationer som arbetar i en mer övergripande ekologisk inriktning, exempelvis den världsomspännande organisationen Permakultur.

^{II} ICOMOS, *International Council On Monuments and Sites*, grundades i Warszawa 1965 och har nu sitt säte i Paris. ICOMOS är en icke statlig organisation som arbetar för att främja tillämpning av teorier, metoder och vetenskapliga tekniker som är användbara för bevarande, skydd och gynnande av monument och lokaler.

6.2 Miljö och hälsa

De stora fördelarna med lerjordsbaserade byggmaterial är dess låga belastning på utomhusmiljön och de förbättringar i inomhusklimatet som kan erhållas om de utnyttjas på bästa sätt. Miljö- och hälsoaspekter är i många fall skäl för dem som väljer att bygga med lerbaserade byggmaterial, där sjukahus-debatten med konventionella val av byggmaterial spelar en viss roll.

6.2.1 Miljöaspekter

Lerjord som byggmaterial är helt ofarligt att hantera i alla byggskedan och kräver inga starkare lösningsmedel än vatten för rengöring av arbetsredskap och maskiner, men vid rivningsarbeten ska normala försiktighetsåtgärder med avseende på dammbildning vidtas. Även här är vanligt vatten bästa hjälpen för att binda det damm och de stoftpartiklar som kan spridas vid sådana arbeten. Lerjord är därför ett helt och hållet ekologiskt byggmaterial i den mening att det är fullkomligt ofarligt att hantera, och att det kan ingå i ett slutet kretslopp utan negativ miljöpåverkan i något skede.

Ur livscykelperspektiv (LCA) finns det olika sätt att betrakta ett ämne eller en produkts miljöpåverkan. Ett är att bedöma hur toxiskt ämnet är, det vill säga vilka gifter det avger eller ger upphov till under de olika skedena i livscykeln, ett annat att uppskatta den energiomställning materialet eller produkten alstrar. Energiomvandling i sig påverkar miljön på ett eller annat sätt. Bränslen, såväl biobränslen som fossila, ger upphov till växthusgaser medan renare energier som vatten och vindkraft påverkar den lokala och regionala omgivningens ekosystem.



Fig 6.2 Här diskas ett bräde som använts för lerputsning. Till rengöring av redskap och verktyg krävs inga starkare rengöringsmedel än vatten.

A board used for rendering is washed after working with clay. For the cleansing of equipment and tools no stronger detergent than water is needed.

I ett välisolerat flerbostadshus uppgår energiförlusterna för värme och ventilation till endast 30 %. De stora förlusterna sker genom användning av varmvatten och el, faktorer som den enskilde individen själv kan påverka. I en byggnad med större värmeförluster genom exempelvis dålig isolering eller otäta väggar ökar den totala energiförbrukningen, vilket leder till en ökad belastning på miljön.

	Tot energioms, %
Fastighetsel	15
Hushållsel	25
Tappvarmvatten	30
Värme, ventilation	30

Tabell 6.1 Energibalans i ett välisolerat flerbostadshus.¹⁷⁷

An energy balance of a well insulated multi-family house.

Även då ett visst material är ett bra miljöval, ur alla aspekter, garanterar inte detta att byggnaden får en fördelaktig profil i en livscykelanalys. Ett slarvigt uppfört hus av lågförädlade naturmaterial, med ett oge-

nomtänkt uppvärmningssystem och vårdlösa brukare, kan medföra större miljöbelastning än en byggnad med större andel inbyggd energi i form av högförädlade byggmaterial. Även byggnadens arkitektoniska utformning spelar roll då relationen mellan dess ytterytor och uppvärmda volym har betydelse vid energiåtgången för uppvärmning. En bostad i ett vinklat envåningshus kan få dubbelt så stora värmeförluster som en likvärdig lägenhet i ett trevånings flerfamiljshus.¹⁷⁸ Denna tendens har konstaterats i den undersökning över elförbrukning, i de olika fastigheterna vid Domaine de la Terre, som Hugo Houben sammanställde år 2000, sid 105.

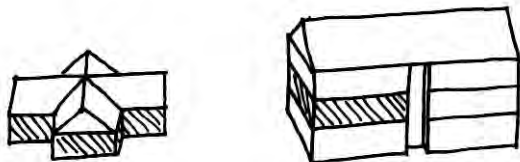


Fig 6.3. Förhållanden mellan omslutande area och volym har stor betydelse för en byggnads värmeförluster. Huset till vänster drar 40 % mer energi per m² och år för uppvärmning än motsvarande lägenhet i flerbostadshuset till höger.

The relation between the enclosing area and the volume has a significant influence on the heat losses from a building.

Alla tunga byggmaterial har förmåga att leda och magasinera värme, något som inte får förväxlas med isolerande egenskaper. Genom att använda värmelagrande material i en byggnad i rätt situation kan överskottsvärme från sol, människor, belysning och maskiner passivt tas till vara och bidra till att byggnadens energiförbrukning i driftskedet kan minska. I danska Hjortshøj, sid 82, byggdes de första husen med lastbärande ytterväggar av stampad lerjord med utvändigt isolering för att erhålla påbjudna U-värden. Anledningen var att man ville utnyttja materialets fördelaktiga LCA-profil. Till följande byggnader framställdes lerstenar på platsen och enligt beräkningar

åtgick endast 2 % av den energiförbrukning som behövs för att framställa motsvarande mängd tegel.

Ur såväl ekonomiska som logistiska aspekter är det bättre att utnyttja tunga materials värmelagrande effekt i en byggnads mellanväggar och golv. Så gjordes också med det fortsatta byggandet i Hjortshøj, där den andra bogrupperns hyresradhus byggts med cellulosafiberisolerad träregelstomme i ytterväggarna. Mellan lägenheterna och i de södervända vinterträdgårdarna murades förtillverkade formpressade lerstenar upp. Vinterträdgårdarna fungerar på olika sätt utifrån de egna behoven, somliga använder dem som förråd, medan andra utnyttjar utrymmet till att förlänga vår- och höstsäsongen för odling av egna växter.

6.2.2 Hälsoaspekter

Dragiga hus förknippas lätt med ohälsa. Redan 1798 skrev Jahan Retzius att stampade jordhus gav bekväma byggnader med varma väggar, sid 35. Att väggarna upplevdes som varma berodde naturligtvis på att de monolitiskt resta murarna blev helt täta, med minskade energiförluster. Här noteras även att väggarna i stamphus blir torra, något som stämmer väl med det vi idag vet om lermaterialens fuktbufferande egenskaper. François Cointeraux' lovsång tio år tidigare klär stampjordhusen i en melodi som säger att de skyddar arbetare från både svår kyla och värme, och samtidigt bevarar deras hälsa, sid 29. Även Lorentz Johansson refererar i sin bok från 1924 till brev som han hade fått av personer som byggt stampjordhus. Ägarna betraktade där sina hus som "varma och sunda att bo uti"¹⁷⁹. Hälsoaspekter omkring hus är, med andra ord, inte någon ny företeelse. Idag lägger vi emellertid även vikt vid andra hygieniska värden än värme och drag, där luftens relativa fuktighet är ett sådant.

Bakterier, svampar, kvalster och virus trivs och frodas under speciella omständigheter

där luftens relativa fuktighet har betydelse. Dessa mikroorganismer finns alltid i luften som vi andas men är dosberoende, vilket innebär att de är farliga först när antalet överskrider en viss mängd. Enligt amerikanska rekommendationer bör inomhusluftens relativa fuktighet vintertid inte överstiga 45 % eftersom den då kan gynna tillväxten av kvalster.¹⁸⁰ För svenska förhållanden är detta sällan några problem eftersom luften inomhus under vinterhalvåret oftast är för torr, med en relativ fuktighet som kan sjunka till nivåerna 20 - 30 %, vilket kan leda till besvär med luftvägarna. Under vissa förutsättningar kan förhållandena emellertid vara annorlunda. Luften blir exempelvis snabbt mättad med fukt i normalstora sovrum om dessa saknar ventilation och dörren hålls stängd under den tid de används. Något om detta framgår i appendix III.

Fysiska besvär som kan relateras till låga värden på inomhusluftens relativa fuktighet är inte sjukdomar i sig, utan endast symptom på att inomhusklimatet är mindre bra. Enligt en nyligen genomförd studie, vid miljömedicinska kliniken på region sjukhuset i Örebro, har det framkommit att luftkvaliteten i enfamiljshus är sämre än i flerbostadshus. Trots detta uppger sig personer som bor i flerbostadshus ha mer besvär av inomhusklimatet än de som bor i enfamiljshus. Den slutsats som kan dras ur resultatet är att de psykosociala förhållandena spelar större roll än rent mätbara värden, beträffande inomhusmiljön.¹⁸¹

Den tyske professorn Gernot Minke ger lermaterialens fuktbuffrande egenskaper stor uppmärksamhet, men erbjuder inte någon djupare diskussion i ämnet i sin bok *Earth Construction Handbook*. De diagram som redovisas ser trovärdiga ut men inga förklaringar ges till hur de kan användas. De flesta grafer är dessutom ointressanta, för vilken nytta har man av att veta hur mycket fukt lerskivor med tjockleken 20, 40 respektive 80 mm absorberar under en tvåveckorsperiod, när den relativa fuktig-

heten dag 0 ökas från 50 till 80 %? Då diagrammen grundas på mätningar av konstanta flöden under veckolånga tidperioder speglar de inte heller verkligheten. Den relativa fuktigheten svänger kraftigt under dygnet, vilket beror på fuktalstrande verksamhet och luftens temperatur. För dynamiska fuktberäkningar krävs förutom värden på materialets jämviktskurva också värden på dess fuktkapacitans, se appendix III avsnitt 3.

I sin text pekar Minke även på långtidsmätningar som gjorts i en tysk byggnad, uppförd 1985. Såväl bärande konstruktion som innerväggar utgjordes av lerjord. Under en femårsperiod höll sig den relativa fuktigheten konstant över året, i ett intervall av 45 - 55 %, vilket skulle kunna betyda att materialet även har en långtidsbuffrande effekt. Detta är intressant men några egentliga slutsatser går inte att dra ur resultat från endast ett exempel.

6.2.2.1 Leva bättre med lera?

Kan det vara hälsosammare att vistas i byggnader med lerjord i konstruktionen än i byggnader med konventionella byggmaterial? Så länge inga omfattande studier har gjorts är det svårt att ge något svar på frågan. Materialets fuktbuffrande förmåga kan bidra till ett bättre inomhusklimat, liksom det faktum att en ren lera inte avger några skadliga emissioner. Hur stor roll materialval i byggnaden och dess utformning spelar för den enskilde individens hälsa och välbefinnande är dock svårt att mäta. De undersökningar som utförts vid miljömedicinska kliniken på regionsjukhuset i Örebro pekar mot att personer som bor i egna hus har större möjligheter att själva påverka sin livssituation, och därmed mår bättre. Flertalet av de byggnader med lerjord i konstruktionen, som uppförts i Sverige på senare tid är småhus, så de boende i dessa borde i analogi med ovan förda resonemang ha bättre hälsa.

En annan faktor av intresse är hur materialval i inredningsdetaljer påverkar luftkvalitet och allmänt välbefinnande. Hur stor blir exempelvis skillnaden om naturmaterial, såsom lin, ull eller bomull i textilier och obehandlat massivt trä i möbler används i inredningen jämfört med syntetiska textilier och möbler av spånskivor med lackad faner samt soffor som stoppats med skumplast och klätts med konstläder?

6.3 Byggproduktion

I de rikare delarna av världen är inte lerjordsbyggeri särskilt utbrett, med undantag för delar av Australien, New Mexico och Arizona. En viss nyproduktion äger dock rum i Europa där Tyskland är ledande med en generell tillverkning av lerjordsbaserade byggmaterial äger rum. Dessa produkter passar dock inte för industrialiserat byggande och det finns därför fog att påstå att lerjordsbyggeri i dagsläget i huvudsak sker under hantverksmässiga former. Troligt är också att bygge med lerjordsbaserade material mest förekommer i restaureringsarbeten - åtminstone i länder med stor andel äldre lerjordsbebyggelse.

6.3.1 Självbygge

Den som inte kan höja sin inkomst kan istället välja att sänka sina kostnader. Ett lockande alternativ för boende i eget hus är då att själv uppföra detta och att använda sig av billigast möjliga byggmaterial. Om lerjord finns att tillgå på tomten kan detta bli det självklara alternativet efter att ha konsulterat de fåtaliga böcker som finns inom området. I missionerande böcker om lerjordsbyggeri poängteras också påfallande ofta, att det både är lätt och billigt att bygga med dessa tekniker, vilket inte helt stämmer med verkligheten eftersom det krävs en viss kunskap och erfarenhet för att erhålla ett lyckat resultat. Ellington skrev i sin bok från 1920 att stampjordstekniken,

förutom att materialet är gratis, även har den stora fördelen att vara så enkel att:

"...sådant arbete bör kunna utföras av vem som helst som är stark nog att skyffla jord och svänga en pisé-klubba..."¹⁸²

I artikeln som skrevs av Tauno Kujala på 1950-talet står följande att läsa under rubriken kostnader:

"Man bör komma ihåg att yrkesmän inte behövs för ett lerbygge. Ifall det finns flere söner i huset kan dessa med sin arbetsinsats hålla kostnaderna nere. Det är värt att nämna att det finns brödraskaror som tack vare lerbyggeriet har kunnat bygga ett eget hus åt varje bror, som kanske annars inte hade varit möjligt."¹⁸³

En nutida amerikansk bok, *The Cobber's Companion*, har en liknande inställning men är dessutom ganska naiv. Författaren framställer exempelvis byggandet som en rolig och social sysselsättning och hävdar att maskiner ska undvikas eftersom man då:

"...plötsligt måste använda öronskydd och hålla barn och hundar borta från bygglatsen."¹⁸⁴

Citat av de här slagen får många personer som går i byggtankar att tro att det är lättare att bygga hus av lerjord än av andra byggmaterial. I verkligheten är det tvärtom, vilket en självbyggare som lagt ner mycket tid och möda på sitt hus träffande uttryckt:

"I böckerna framstår det nästan som att husen bygger sig själva, men så är det ju faktiskt inte!"



Fig 6.4. I boken *The Cobber's Companion* framstår lerjordsbygge som rolig sysselsättning, och vid tillredningen av massan för mackelering uppmanas deltagarna att dansa "the cob jig".

In the book "The Cobber's Companion" the working with clay in building stands out as a very enjoying activity. In preparing the composition for a cob work the participants are invited to dance "the cob jig". In practice, cobbing is a demanding craft, since it implies a freehand forming.

6.3.1.1 En fråga om livsstil?

Det tycks som att de som väljer att bygga med okonventionella material och metoder också oftare har valt en alternativ livsstil. Ett sätt att kunna genomföra det stora arbete det innebär att själv uppföra sitt hus kan vara att under gilleliknande former utföra vissa arbetsmoment, exempelvis att lägga lerputs på ytterväggar. Byggherren hyr då en tvångsblandare över en helg och bjuder in folk som är intresserade av att delta i arbetet, mot ett par måltider. Men ett arbete som görs av glada amatörer kan aldrig jämföras med ett professionellt utförande och liksom ingen mästarkock enbart på teoretisk väg har kommit fram till sina färdigheter vid grytorna, kan ingen byggare läsa sig fram till ett lyckat resultat. I båda fallen krävs träning, som ger erfarenhet, varvat med ytterligare träning.



Fig 6.5. Arbetsgille. Finputsning på ett halm-balshus vid Ekocentrum i Göteborg. Arbetet gjordes av 5 - 6 personer på ungefär 6 timmar.

Working party. Surface rendering of a straw bale house at the ecological centre (Ekocentrum) in Gothenburg. The work was conducted by 5 – 6 persons in about 6 hours.

För den som inte har någon erfarenhet av husbyggande är det betydligt lättare att mura med lättbetongblock eller bygga med träreglar, än att uppföra ett hus av lerjord som uppfyller de krav på komfort som krävs idag. Vid de förra teknikerna finns också alltid yrkes- och hantverkskunnigt folk att tillgå när eventuella problem dyker upp. Men den som ändå väljer att bygga med lerjord kan förenkla arbetet genom att köpa lersten från tegelproducenter. Tryckstyrkan hos en fabriksstillverkad lersten rör sig kring 4 N/mm^2 vilket räcker för ett mindre tvåvåningshus med spännvidder som inte överstiger 4,5 m. Ju tjockare väggar görs, desto större spännvidder kan tillåtas, eftersom bjälklagsupplagen kan utbildas på en större yta.

6.3.2 Konventionell byggproduktion

Inom det konventionella husbyggandet eftersträvas så rationella byggmetoder som möjligt. Det tyngst vägande skälet är att förkorta byggtiden. Arbetskraften är dyr och byggherren går miste om hyresintäkter så länge huset inte är klart. Ur detta perspektiv lämpar sig vissa lerbyggnadstek-

niker dåligt, exempelvis mackelering och platsbyggd isolering med lerhalm eller träflislera. Byggmetoder som redan idag skulle kunna användas är murning med lersten och putsning med lerbruk då dessa är helt jämförbara med traditionell mur- och putsteknik.



Fig 6.6. Konventionell murning av innerväggar med lersten vid ombyggnadsarbeten i en fabriksfastighet.

Conventional brick-laying of an interior wall with unburnt clay stone in the process of reconstruction of an old factory building.

Den metod som ännu inte är helt utprovad och utvecklad för dagens byggproduktion, men som har den största potentialen inom ett mer industribetonat byggande, är stamp tekniken. Cirkeln skulle kunna slutas eftersom betonggjutningstekniken en gång utvecklades ur denna. Betongindustrins resurser kan enkelt tas i bruk beträffande formsättning och blandning av massan. De maskiner som används vid tillredning går även att använda vid fraktionssammansättning och befuktning av lermassan, vilket skedde vid uppförandet av Försonings-

kapellet i Berlin, sid 95. Där användes också formar som utvecklats inom betongindustrin för formsättning av krökta väggar. Själva stampningsarbetet utförs idag alltid manuellt, men här kan utveckling med robotar ta över de moment som kan leda till arbetsrelaterade skador. Den tid det tar att stampa ett väggavsnitt är troligen jämförbar med den tid det tar att montera armeringsjärn i formarna vid vanlig betonggjutning.

6.3.2.1 Anpassning av byggmetoder

Det industriella byggandet slog under 1960-talet igenom på allvar i Sverige i och med miljonprogrammet. Byggnaderna utformades då i tayloristisk anda för att passa produktionsmetoderna, vilket innebar att färdiga väggpartier med fönster och isolering levererades från fabrik. Dessa monterades ihop på byggplatsen där de lyftes på plats med hjälp av lyftkran, som likt hamnverksamheternas rationella lastnings- och lossningsmetoder, gick på skenor för att kunna utnyttjas fullt ut. Så mycket som möjligt skulle vara prefabricerat för att förkorta byggtiden, och den höga graden av industrialisering skulle hålla kostnaderna nere. Risken med denna byggmetod är att byggnadernas formspråk kan bli livlöst och enahanda och att andra kvaliteter än byggnadens arkitektur gör dem attraktiva. Platsbyggda hus medför i de flesta fall ett friare förhållningssätt till byggnadens utformning.

En adekvat fråga är om man verkligen måste ha så bråttom med att få ett hus färdigt? Några månader mer eller mindre borde inte spela någon större roll om huset är tänkt att stå i hundra år eller mer. I äldre tider visste man att liggtimmerhus behövde något år på sig för att stommen skulle sätta sig. Byggmetoderna anpassades då efter materialen, som exempel gjordes fönsteröppningarna högre än fönstren. Fönstren monterades sedan med kilar som togs bort när väggarna började sjunka ihop. Idag ska

materialen vara så stabila som möjligt och inte tillåta några förändringar efter det att de är monterade. Men i fallet med det ny-uppförda Försoningskapellet i Berlin, sid 95, togs erforderliga hänsyn till materialets krympning på 0,15 %, motsvarande 10 mm på den 7,2 m höga muren. Därför antecknades det i kvalitetskontrollplanen att upplag för balkar och inbyggnadsdetaljer måste kunna efterjusteras med avseende på rörelse deformation.

Ett mackelerat hus kräver ungefär ett års tid för att hinna sätta sig innan det kan putsas, utan att sprickbildning uppstår i putsen. Den oputsade fasaden tar ingen skada under så kort tid, snarare kan det vara en fördel eftersom den får en skrovligare yta som ger putsen bättre fäste. Ur logistisk synvinkel vore det förstås bättre att kunna utnyttja de byggställningar som använts under uppförandet av väggarna. Ur underhållssynpunkt torde hantverksmässigt uppförda byggnader vara att föredra, eftersom de följer ett logiskt byggsystem. På så sätt tål de också reparationer och ombyggnader trots att de kan ha en ganska avancerad formgivning.

I boken *Ekologiskt byggande och boende* hävdar författaren att de skulpturalt utformade byggnaderna av Hundertwasser och den antroposofiska byggnadsstilen inte är rotade i tradition och erfarenhet och därför inte har utvecklats¹⁸⁵. Mer troligt är att det industriella och linjeräta byggandet hindrat denna organiska byggnadsstil att få ett bättre fotfäste. Kristensamfundets kyrkbygge i Järna visar att skickliga och engagerade hantverkare kan uppföra spännande och vackra byggnader på okonventionella sätt. Detta tack vare att de tekniska lösningarna följer en logik i kombination med okomplicerade material.

Det hantverksmässiga byggnadssättet står i viss mån i motsatsförhållande till dagens moderna byggproduktion, men eftersom lerjordsbaserade byggmaterial har stor spännvidd inom sitt användningsområde

har dessa möjlighet att successivt ersätta en del av de konventionella byggmaterial som används idag. Störst potential har lerstenar och lerputs som inledningsvis kan användas i mindre känsliga miljöer inomhus.

6.4 Vad hindrar att lerbase- rade byggmaterial används idag?

Lerjord har, trots sina goda egenskaper, låg status eftersom materialet ofta förknippas med fattigdom, vilket förstärks av artiklar som beskriver förhållanden i fattiga länder. I Rädda Barnens tidning *Dialog* står följande:

”Det som gjorde störst intryck på mig var när jag besökte en flyktingförläggning i utkanten av Peshawar där afghanska flyktingar bodde i lerhus och på sina håll var det stor vattenbrist. Men även om det rådde svår fattigdom så fanns det stor vilja att t ex starta skolor och skapa en bättre framtid för barnen.”¹⁸⁶

I ett och samma stycke finns orden flyktingar, fattigdom och lerhus, men i fattiga länder är byggnader knappast en produkt från byggindustrin, utan artefakter som fyller en överlevnadsfunktion. Såväl material som arbetskraft är nästintill gratis och man bygger av det som finns i byggplatsens närmaste omgivning, vilket i många fall är just lerjord. Även om kunskap finns om såväl byggnadsteknik som byggfysik är inte detta till någon hjälp om de material som behövs inte finns, eller av kostnads-skäl är oöverkomliga för den fattigaste delen av befolkningen. Naturligtvis slarvas det också på sina håll med såväl grundläggning som taktäckning, vilket kan få ödesdigra följder.

6.4.1 Kunskap och krav

Det påstås att kunskap är makt, men i den svenska byråkratin gäller också att okunskhet är ett styrmedel. Med okända tekniker är det svårt att få det stöd från myndigheter, och andra auktoriteter, som behövs för att allting ska gå bra - även om projektet har ekologiska förtecken. Går någonting fel riskerar de pionjärer som gjort ärliga försök att utveckla miljöanpassade byggnadssätt att få utstå spott och spe, medan det som ändå blivit bra i projektet tystas ned. Ekobyn Understenshöjden är ett sådant exempel, där många av de fel som gjordes i samband med bygget med säkerhet inte skulle inträffa idag, delvis "tack vare" att felet redan begåtts vid denna ekoby!

Vid uppförandet av kretsloppshuset vid S:t Hansgården, sid 66, uppstod aldrig några problem när förslaget framlades om att byggnadens norra vägg skulle bestå av lerhalm, istället för av lättklinkerblock. Flera av byggnadsnämndens ledamöter hade deltagit i en workshop som hade anordnats året innan bygget kom igång, och kände sig därför förtrogna med materialets möjligheter. På sätt och vis kan man säga att trots det "vågade" materialvalet tog man till i underkant. Med de erfarenheter som erhöles från uppförandet av lerhalmväggen hade det inte funnits någon tvekan om att även bygga den södra väggen i någon lämplig lerteknik, men den hade redan i tidigare skede murats med tegel. Det man har kunskap om vågar man ge sig i kast med.

6.4.1.1 Tro och vetande

I länder där traditionen att bygga med lerbord ännu inte glömts bort ställer myndigheterna sällan till med problem för byggherren. Exempelvis finns det i Frankrike inga märkbart försvårande omständigheter beträffande byggnormer, vilket delvis beror på CRATerres medvetna satsning då

bostadsområdet Domaine de la Terre uppfördes.¹⁸⁷ Ungrare har heller inte problem med auktoriteterna eftersom byggnormerna medger att hus av lersten byggs i 1 1/2 plan. Problemen finns snarast hos allmänheten, eftersom materialet i början på 1900-talet betraktades som ett alternativ till tegel för de fattiga.

Ovilja att använda ett material för att det har en fattigstämpel är inte detsamma som att ha en rent fördomsfull inställning i frågan. I Sydsvenska Dagbladet kunde man i mitten av november 2000, läsa ett utlåtande angående sökta anslag till bomässan Bo01 i Malmö:

"Lera är visserligen möjligt att ange som 'traditionellt' byggnadsmaterial, men då rör det sig antingen om Afrika eller liknande regioner och i Sverige inte om framtid utan närmast om tidig medeltid. Varför i hela friden tror vederbörande att man på 1500-talet började tillverka tegelstenar?"

Detta uttalande kom från ett statligt verks tjänsteman. Uttalandet kan jämföras med de personliga värderingar som författaren till boken *Ekologiskt byggande och boende* framlägger om antroposofisk arkitektur, sid 25.

Självklart måste samma rigorösa krav ställas på lerbaserade byggmaterial som på alla andra varor och produkter som finns på byggmarknaden. Dagens krav är också anorlunda än för så kort tid som för 50 år sedan. Nu är det inte bara hållfasthet som ska beaktas utan även andra faktorer som finns listade i det byggproduktdirektiv^{JJ} som utarbetats av EU. Detta är ett medel för att inom unionen förbättra konkurrensen, öka kompetensen och underlätta den tekniska utvecklingen hos industrin och samtidigt förse medborgarna med miljöanpassade byggnader till rimliga kostnader. Byggproduktdirektivets sex punkter omfattar:

^{JJ} Construction Products Directive, CPD.

- *Bärförmåga, stadga och beständighet*
- *Säkerhet i händelse av brand*
- *Skydd med hänsyn till hygien, hälsa och miljö*
- *Säkerhet vid användning*
- *Skydd mot buller*
- *Energihushållning och värmeisolering*

De krav som ställs upp inom direktivet in-
nefattas i den svenska lagen om tekniska
egenskapskrav på byggnadsverk, mm,
BVL (SFS 1994:847) och till dessa punkter
har vi i Sverige även lagt till krav om¹⁸⁸:

- *Lämplighet för avsett ändamål*
- *Tillgänglighet och användbarhet för personer med nedsatt rörelse- eller orienteringsförmåga*
- *Hushållning med vatten och avfall*

6.4.1.2 Fukt

Många gör sig lustiga över lerans känslighet för vatten men skulle inte komma på tanken att raljera över den känslighet vanligt trävirke har för såväl insektsangrepp som röta och hussvamp. Lerjordsväggar som utsätts för fukt i form av måttligt regn, skadas emellertid inte om de har möjlighet att torka ut. Rätt sammansättning av lermassan har till och med en tätande effekt vid plötslig nederbörd, eftersom lerpartiklarna sväller och därmed bromsar kapillär-sugning i materialet. När lermassan sedan torkar avges fukten till luften. Detta fenomen har redan noterats av praktiker, Tauno Kujala skriver i sin artikel på 1950-talet att:

*”En orappad lervägg tycks inte påverkas ens av häftiga regn.”*¹⁸⁹

De ytterväggar som numera står oputsade vid spannmålsmagasinet vid Gudhammars herrgård består av lersten med stor inblandning av träspån. En intressant iakttagelse är att murfogarna har påverkats av erosion, vilket inte tycks vara fallet med lerstenarna. Troligt är att tegellera, utan

inblandning av sand, har använts vilket givit en fet lermassa. Murbruket av lera har magrats med sand vilket medfört att det har fått andra hållbarhets- och fuktrelaterade egenskaper än lerstenarna.



Fig 6.7. Lerstenarna vid spannmålsmagasinet vid Gudhammars herrgård innehåller stor mängd träspån och har klarat fuktens inverkan bättre än lerbruket i murfogarna.

The clay stones of the grain storage at the Gudhammar Manor contain a large proportion of wood chips. The stones have endured the influence of moisture better than the clay mortar in the joints.

Olika slags fukt

Det är skillnad mellan fukt och fukt. Rin-
nande vatten beter sig inte på samma sätt
som det vatten som finns i ångfas. Om vat-
tenånga har möjlighet att kondensera i ett
materials porer, kapillärkondensera, upp-
står situationen att ångan övergår till vatten
i flytande form. Detta händer vid ett flertal
byggmaterials kontakt med mark och för-
hindras med ett kapillärbrytande skikt.
Äldre mackelerade engelska byggnader har
visat sig kollapsa om väggmurarna ytbe-
handlats med puts eller färg som inte släp-
per ut fukten. Den fukt som under mycket
lång tid har ansamlats har då blivit för stor,
vilket lett till att leran tappat sin bindande

förmåga. Men även ett dåligt uppfört trähus riskerar att kollapsa om det inte underhålls på rätt sätt. Om den relativa fuktigheten är tillräckligt hög, temperaturen gynnsam och omgivningen näringsrik, är risken mycket stor att byggnaden drabbas av hussvamp.

Denna triviala kunskap om hur vatten uppför sig tas tyvärr inte alltid på allvar inom byggbranschen, och konsekvenserna kan bli förödande. Ett exempel är det statliga prestigbygget Moderna museet, som endast några år efter färdigställandet varit tvunget att stängas för saneringsåtgärder. Ännu mer skattepengar riskerar att ösas in i projektet på grund av att grundläggande kunskaper om fukt ignorerats. Merkostnader inom byggproduktionen som uppstår på grund av brist på kunskap har, enligt en studie som utförts av Per-Erik Josephson och Yngve Hammarlund, beräknats till 29 %. Anmärkningsvärt är dock att en ännu större del, 50 %, uppstår på grund av bristande engagemang¹⁹⁰, en omskrivning för yrkesstolthet. De som väljer att arbeta med alternativa byggmetoder, som byggherre eller entreprenör, har ett helt annat engagemang. Småföretagare och självbyggare arbetar också efter andra förutsättningar än storföretagen inom byggbranschen, och riskerar att drabbas av stora motgångar om byggfel uppstår.

6.4.2 *Obeprovad teknik*

När den funktionalistiska arkitekturen slog igenom i början på förra seklet fanns det ett nytt material som gärna lånade sig till dess formspråk, nämligen betong. I Sverige fick funktionalismen sitt stora genombrott i och med Stockholmutställningen 1930. När det nya kårhuset vid Tekniska högskolan i Stockholm skulle uppföras hade arkitekterna Sven Markelius och Uno Åhrén ritat en byggnad som lämpade sig väl för armerad betong, men kom att muras med tegel. Betongtekniken hade ännu inte slagit igenom på allvar, och entreprenörerna an-

vände sig i slutet av 1920-talet av de byggtekniker de behärskade, och så är det fortfarande. Byggsektorn har visat sig vara en tungrodd skuta som har svårt att ändra riktning och av den anledningen har lerjordsbaserade byggmaterial svårt att återvinna terräng. Eftersom företag i bolagsform har kravet på sig att vara lönsamma medför detta att kortsiktiga vinster i form av pengar prioriteras, medan långsiktiga investeringar i forskning och kunskapsutveckling väljs bort.



Fig 6.8. Tekniska högskolans kårhus, ritat av Sven Markelius och Uno Åhrén, har betongens formspråk men är byggt av tegel.

The students' union building at the Royal Institute of Technology, Stockholm. It was designed by the architects Sven Markelius and Uno Åhrén. It expresses the image of a concrete building but it is in fact made of brick.

För det nyligen uppförda Les Grands Ateliers, fullskalelaboratorierna till arkitekturskolan i Grenoble, hade byggnaden ursprungligen projekterats för stampjord. Eftersom uppförandet var beroende av finansiering från byggindustrins materialproducenter tvingades man acceptera att de planerade stampjordsväggarna uppfördes i betong, annars hade betongindustrin inte sponsrat projektet.¹⁹¹ I denna del av Frankrike rörde det sig dock knappast om obeprovad teknik, eftersom det är landets mest stampjordstäta område som dessutom utmärks av CRATERre-institutets närvaro. Här hade betongindustrin haft stora möjligheter att fasa över sin verksamhet mot

mindre miljöbelastande byggmaterial. På maskin- och tillredningssidan hade de även kunnat utveckla nya metoder för byggproduktion av mineraliska material.

6.4.2.1 Lermaterialets svaga sidor

Trots att det sällan behöver uppstå problem med att använda lerjordsbaserade byggmaterial ställer sig många frågande, och lerjordens känslighet för vatten är heller inget som ska undanhållas.

Lerjord är användbar på många sätt, men ska inte ges uppgifter som den lämpar sig dåligt för. Att tillverka golvplattor och taktäkningsmaterial baserade på obränd lera är att sträcka sig väl långt när det redan finns miljöanpassade alternativ att tillgå. Hur dessa material verkar på riktigt lång sikt är också svårt att förutse.

Ett av problemen med lerjord är att grund sammansättningen kan uppvisa avsevärda variationer. Vid industriell tillverkning, exempelvis vid tegelbruk, är täkterna så pass stora och sammansättningen så homogen att skillnaderna inte varierar så mycket. Dessutom kan tillverkarna själva skaffa sig erforderlig utrustning för att med jämna mellanrum utföra prover på lerjordens kvalitet. För hantverkare som arbetar med färsk lerjord, uppgrävd i närheten av byggplatsen, är situationen annorlunda. Visserligen finns det metoder att uppskatta lerjordens kvalitet och sammansättning i fält. Dessa fungerar bra vid mindre kvalificerade byggen, men vid avancerade strukturer ska alltid erforderliga prover göras så att slutresultatet uppfyller de sex punkterna i byggprodukt direktivet.

När lerjord används på ett hantverksmässigt sätt är tillredningsproceduren ofta mödosam, men underlättas avsevärt av rätt typ av maskiner. Putsning och murning med lerputs respektive lerbruk är därför redan idag likvärdiga i processhänseende om industriblandade produkter används. Om där-

emot färsk lerjord används blir situationen annorlunda, och osäker beträffande slutresultatet, om inte ordentliga provtytor först utvärderas.

Cement kan användas för att stabilisera magra leror för att göra dem mindre ömtåliga. De positiva egenskaperna för lerjordsmaterialet, att i tillverkningskedet vara energieffektiva byggprodukter och i slutskedet lätt nedbrytbara till jord, går då förlorade. Bättre är att använda en annan materiallösning eller att anpassa arkitekturen efter lerjordsmaterialet - och inte tvärtom.

6.4.3 Bygglov

Ett av problemen med bygglovsansökningar till ovanliga huskonstruktioner är att det saknas normer och tabellverk under svenska förhållanden för de byggtekniska egenskaperna. Bygglovsärenden av detta slag riskerar därför att behandlas ganska godtyckligt inom olika kommuner. Generellt gäller att den som planerar att bygga måste ha eller arbeta upp tjänstemännens förtroende. Erfarenheterna från byggherrar har varit ytterst varierande vilket kommande exempel med två personer, som jag här kallar för Kurt och Kalle, visar.

Kurt hade förberett sig väl inför mötet med byggnadsnämnden eftersom han hade förstått att det inte bara skulle gå att komma och säga: "Hej. Jag heter Kurt och tänker bygga ett jordhus." På kommunkontoret arbetade en ingenjör från ett arabland, vars far hade byggt mycket i den teknik som Kurt tänkte använda sig av, och bygglovet beviljades därför utan några diskussioner. Motsatsen gällde för Kalle som nu, efter många turer, har uppfört ett halmbalshus. Förfarandet i hans kommun var att den sökande inte hade kontakt med byggnadsnämnd eller stadsarkitekt utan endast med en byggnadsinspektör. Dennes inställning var att den första i kommunen som byggde ett halmbalshus måste ta den byråkratiska

smällen för att underlätta för andra byggare. För Kalle, som är en envis och kompetent person, tog processen uppskattningsvis en månads heltidsarbete i anspråk att genomdriva. Frågan är om byggnadsinspektören verkligen höll sig inom lagens ramar, eller om de egna värderingarna var vägledande, för Kalle har bland annat fått höra från grannar och andra personer att kommunens tjänsteman benämnt huset som "negerhydda" och "myrstack"!



Fig 6.9. *Tappa inte huvudet om det blir trassel med bygglovet.*

Don't lose your head if you run into trouble with the building permit.

I länder där lerjord används mer än hos oss, exempelvis i USA och Nya Zeeland, finns det utarbetade byggnormer. Där måste byggkonstruktioner hålla för både jordbävning och orkanstyrkor och normerna är därför inte helt och hållet översättningsbara för svenska förhållanden. Som redan nämnts har Dachverband Lehm givit ut normsamlingen *Lehmbau Regeln - Begriffe, Baustoffe, Bauteile*. Denna har antagits i de tyska delstater där lerjordsbyggande är mest frekvent. Trots detta anser förbundets ordförande, Horst Schroeder, att det är svårt att nå ut med de kunskaper som finns till såväl entreprenörer som konsulter och ingenjörer.

6.5 Arkitektur för en hållbar samhällsutveckling

Arkitektur berör idag alla människor som har bebyggelse i sin närhet. I praktiken kan därför inte arkitektur, i begreppet byggnadskonst, frikopplas som en egen disciplin utan måste alltid integreras och förankras i sitt sammanhang. På så sätt har den därför stor betydelse för en hållbar samhällsutveckling.

6.5.1 Arkitekturens symboliska betydelse

Arkitektur som byggnadskonst har stor symbolisk betydelse som upplevs mer eller mindre medvetet, då bakgrund och erfarenhet styr våra värderingar på olika sätt. För patienten med psykiska besvär kan sjukhuset symbolisera underkastelse och förnedring, medan samma byggnad för läkaren betyder att han eller hon har nått en hög och ärlig position i sin yrkeskarriär. Relationerna till samma byggnadsverk är väsensskilda. Ett annat exempel är kyrkan, som i vår sekulariserade tid övergått till att stå som symbol för riter av betydelse i våra liv, dop, bröllop och begravning, medan dess tidigare verksamhet har symboliserats av makt och försoning.

Vid uppförande av byggnadsverk finns alltid en byggherre som manifesterar sig, mer eller mindre tydligt, genom arkitekturen. Stadsmakterna gör detta genom att fastställa riktlinjer för hur bebyggelsen ska utformas, från övergripande regional infrastruktur ner till ortens detaljplan.

6.5.2 *Lerjord och arkitektonisk form*

Begreppen ler- eller jordhus har i detta arbete inte givits någon klar definition och fokus har inte heller legat på någon speciell hustyp eller arkitektur. Enbart inom ramen för de tre bärande teknikerna stampning, mackelering och murning kan byggnaders stommar formges i princip hur som helst.

Olika material kan låna sig till olika uttryck. Tegel kan byggas in i väggar som putsas eller ges mera expressiva uttryck, som i Ferdinand Bobergs gasklockor i Stockholm eller den holländska tegel-expressionismen som företräds av arkitekter som Michel de Klerk. Det livfulla materialet trä kan ges strama funktionalistiska formspråk eller en mer organisk och expressiv skepnad som i ungraren Imre Makovecz byggnader.

Före industrialismens genombrott under 1700- och 1800-talen fanns inte så många olika byggmaterial att välja mellan som idag. Materialen togs lokalt och tradition, behov och kulturella betingelser låg till grund för de byggnader som uppfördes. I Sverige medförde kungamakt och adel intryck från utlandsresor, som överfördes till nya byggnader och som så småningom spred sig till de lägre skikten i samhället. När kopparbrytningen på allvar satte fart i Falun, spreds biprodukten järnoxid över landet och användes inom folkloren till att måla gårdarnas boningshus röda. Husen skulle se ut som att de var byggda i tegel. Detta är ett exempel på att gestaltning, oftast mer än material, bildat skola för olika moden inom arkitekturen - åtminstone i de lägre samhällsskikten.

Byggnader med lerjord i konstruktionen kan ges många olika uttryck och det går därför knappast att säga att det finns en speciell lerjordsarkitektur. Puebloindianernas hus i Arizona skiljer sig stort från de byggnader som finns i Mali, inte heller de byggnader som än idag uppförs i Marocko

har något gemensamt formspråk med de engelska äldre halmtaksförsedda lerjordshusen.

6.5.3 *Lerjordsbaserade byggmaterial och hållbar utveckling*

Somliga personer med stort miljöengagemang väljer att bosätta sig i ekobyar. Beroende på hur detaljplanerna utformas blir dessa ur estetisk synvinkel mer eller mindre bra. Økologisk Landsbysamfund i danska Torup består av en rad individuellt utformade byggnader som ger området en ganska stökig och disparat karaktär, medan den med radhus tätt bebyggda Understenshöjden i stockholmsförorten Bagarmossen, genom sin homogena utformning, blivit mycket trivsam.

En sammanhållen utformning ger ett område den stadga som kan behövas i en annars turbulent tillvaro. Nackdelen med Understenshöjden är att ekobyen endast består av bostadsrätter, vilket utestänger personer med låga eller oregelbundna inkomster att bosätta sig där. I det danska Andelssamfundet i Hjortshøj, sid 82, finns möjlighet att bo för den som bara vill hyra sin lägenhet. Där har man också gått ett steg längre i kretsloppstanken än vad man kunde göra i Understenshöjden, man arbetar för en stor grad av självförsörjning med såväl bioenergi som livsmedel. Boendeformen med rad- och flerbostadshus med enhetlig utformning gör att även ett och annat individualistiskt självbygge får plats.

De tayloristiska idealen inom stadsplanering och arkitektur slog i Sverige igenom med full kraft vid Stockholmsutställningen 1930, och funktionalismen sanktionerades av regeringen. Frukterna av detta ser vi idag med en fullständig separation av samhällets funktioner och verksamheter. Barn och gamla samlas ihop på var sitt håll, arbete, bostad och fritid är uppdelade på kontors- och industriverksamheter samt

bostads- och rekreationsområden. Detta står i stark kontrast till den hållbara samhällsutveckling som agenda 21 förespråkar.^{KK} En fråga är hur arkitektur ska gestaltas inom ramen för denna agenda. Ska individen eller kollektivet ställas i centrum, eller finns det en gyllene medelväg att gå? I Hjortshøj integreras verksamheterna med varandra. Här finns plats för både boende och arbete, gemenskap och enskilda verksamheter, frihet och sociala aktiviteter. Här har också lerjordsbaserade byggmaterial blivit en naturlig del i byggandet. Det långsiktiga perspektivet med materialens miljöpåverkan under hela dess livscykel har beaktats och det är i detta sammanhang lerjord, som byggmaterial, har sin givna plats.



Fig 6.10. Miljöanpassat byggande, en arkitektur med individen eller kollektivet i centrum?

Environment adapted buildings, an architecture focusing on the individual or the public?

Lerjordsbaserade material ger, som de flesta andra byggmaterial, möjlighet till såväl pluralistiskt och intressant som obegåvad och enfaldig arkitektur. Vad som är av betydelse för dessa, liksom alla andra, byggmaterial är att arkitekter, konstruktörer och hantverkare kan hantera dessa på rätt sätt. Lerjordsmaterialen tillåter dock stor konst-

närlig frihet, av värde för en nyskapande arkitektur, utan negativ miljöpåverkan. I detta perspektiv har lerjord som byggmaterial stor potential.



Fig 6.11. En möjlig uppgång för lerjordsbyggeri?

A possible upswing of building with earthen clay?

^{KK} Agenda 21 är namnet på FN:s uppmaning till jordens folk att agera för en klok miljöutveckling och bättre livsvillkor. Detta fattade FN beslut om vid miljökonferensen som hölls i Rio de Janeiro 1992. Agenda 21 betonar den lokala nivåns betydelse och här ingår frågor som demokrati, jämställdhet och social trygghet.

Referenser

Skriftliga referenser

- Ambrosiani, Björn; Erikson, Bo G. 1993. *Birka Vikingastaden*, vol 3. Wiken.
- Andelssamfundet i Hjortshøj, *Informationshæfte 1998/99*. Danmark.
- ARARAT. Moderna museets katalog nr 136. 1976. Stockholm.
- Berge, Bjørn. 1990 (1988). *De siste syke hus*. 2:a upplagan 1990. Norge.
- Berge, Bjørn. 1992. *Bygningsmaterialens økologi*. Norge.
- Björkholm, Ylva; Lindqvist, Malin. 1996. *Ekologi som inspirerar*. Stockholm.
- Blent, Karin. 1998. *Stöhus, lerhus och hus av slagg - byggnadstekniska experiment under 1700- och 1800-talen*. Uppland 1998, red Håkan Liby. Uppsala.
- Bokalders, Varis. 1981. *Energisnåla hus. 30 hus med energisnåla lösningar: solfångare, värmeåtervinning, växthus, braskamin, värmepump, passiva solhus, värmelager*. Västerås.
- Bokalders, Varis; Block, Maria. 1997. *Byggekologi 1 - Att bygga sunda hus*. Stockholm.
- Boverket. *Ekologiskt byggande. Föreställningar och fakta*. 1998. Karlskrona.
- Carssons, Rachel. 1963. *Tyst vår*. Stockholm. Originaltitel *Silent Spring*. 1962.
- Cseri, Miklós. 1994. Konferensrapport från *Out of Earth*. England.
- Cseri, Miklós; Buzás, Miklós. 2000. *Hungarian earth architecture, past and present.. Konferensrapport från Terra 2000 - 8th International Conference on the study and conservation of earthen architecture*. England.
- Dierks, Klaus; Ziegert, Christof. 2000. *Materialprüfung und Begleitforschung im tragenden Lehm*. Konferensrapport *Lehm 2000 - Beiträge zur 3 internationalen Fachtagung Lehm* des Dachverbands *Lehm e V in Berlin*. Tyskland.
- Easton, David. 1996. *The Rammed Earth House*. USA.
- Ehn, Ola. 1963. *Lerhus i Uppsala*. Uppland - Årsbok för medlemmarna i Upplands fornminnesförening 1963. Uppsala.
- Ekblom, Annika. 1993 (1986). *Om hus av jord och lerhalm*. Göteborg.
- Eklund, Emanuel. 1997. *Lerhalm - undersökning av materialets isolerings- och brandegenskaper samt fuktupptagning för lerputs*. Luleå.

- Eklund, Emanuel. 1998. *NOL Nyhetsbrev 3. Kyrkbygge i Järna*.
- Ellington, Karl J. 1920. *Billiga bostäder av pressad jord (pisé de terre)*. Stockholm.
- Essunger, Gunnar. 1996. *ByggEUropa i Sverige - nya möjligheter på en vidgad marknad*. Stockholm.
- Fidler, John (red). 2000. *Terra Britannica - a celebration of earthen structures in Great Britain and Ireland*. England.
- Fidler, John; Hurd; John, Watson, Linda. 2000. *Introduction*. Konferensrapport från Terra 2000 - 8th International Conference on the study and conservation of earthen architecture. England.
- GATE. 1994. *Product information: Stabilizers and Mortars*. Tyskland.
- Goodhew, Steven; Griffiths, Richard; Short, David; Watson, Linda. 2000. *Some preliminary studies of the thermal properties of Devon cob walls*. Konferensrapport från Terra 2000 - 8th International Conference on the study and conservation of earthen architecture. England.
- Gross, Holger (red). 2001. *Limträhandbok*. Stockholm.
- Gudmundsson, Göran. 2001. *Byggnadsvård i praktiken II, Värmen i gamla hus*. Stockholm.
- Göransson, Göran; Kindt, Claus; Stigsson, Roger. 1977. *Snålhuset*. Lund.
- Harris, Cindy; Borer, Pat. 2000. *Structural rammed earth at the Centre for Alternative Technology*. Konferensrapport från Terra 2000 - 8th International Conference on the study and conservation of earthen architecture. England.
- v Haslingen, Birgitta. 1992. KBS, opubl. Kortfattad historik ur Utvändigt vårdprogram för U20:42-43. fd stall.
- Hedin, Mikael; Larsson, Ulf. 1997. *Spannmålsmagasin, Gudhammar 1:9, Hova socken, Gullspångs kommun*. Dokumentation.
- Henriksson, Gunnar. 1996. *Skiftesverk i Sverige, ett tusenårigt byggnadssätt*. Stockholm.
- Houben, Hugo; Guillaud, Hubert. 1994. *Earth Construction - A comprehensive guide*. London. Första utgåvan 1989; *Traite de construction en terre de CRATerre*. Frankrike.
- Hurd, John; Gourley, Ben. 2000. *Terra Britannica - a celebration of earthen structures in Great Britain and Ireland*. England.
- Högström, Ebba; Liuke, Laura; Sternudd, Catharina; Århammar, Maria. 1993. *Lera + halm*. Lund.
- IYSH 1987. *Interntaional Year of Shelter for the Homeless*. Project Monograph. Frankrike.

- Jerer, Conny; Westerberg, Stefan. 1999. *Murade trähus - resurssnålt självbyggeri med spillvirke*. Byggnadskultur 4/99.
- Jerkbrant, Conny. 1994. *Backspegeln och visionen - att utveckla traditionella byggnadsmaterial*. Kulturmiljövård 2-3/94.
- Jerle Stad och Svalbo förr och nu*. 1995. Lindesberg.
- Johansson, Lorentz. 1924. *Praktisk handledning i stampjordsbygge*. Igelstorp.
- Josephson, Per-Erik; Hammarlund, Yngve. 1997. *Engagemanget saknas*. artikel ur *ByggForskning - byggforskningsrådets tidning för en bättre byggd miljö*. Stockholm.
- Järf, Malin. 2001. *Praktik i Pakistan*. Ur *Dialog - ett informationsblad för aktiva medlemmar (Rädda barnen)*, nr 4.
- Jönsson, Tomas. 1981. *Inte bara trollen bodde i jordhålor*. Örebro.
- Kecskés, Péter (red). 1990. *The Museum of the Hungarian Village at Szentendre*. Ungern. Första utgåvan 1989. *Szabadtéri Néprajzi Múzeum Szentendrén*. Ungern.
- Kellner, Johnny; Stålbom, Göran. 2001. *Byggande och miljö*. Stockholm.
- Kihlqvist, Ulrika; Moréteau, Maria. 1997. *Hus med väggar av jord - Steninge 6:1*. Göteborg.
- Kretsloppsdelegationens rapport 1997:14. *Strategi för kretsloppsanpassade material och varor*. 1997. Stockholm.
- Kujala, Tauno. 1999. *1950-talets lerhusbyggande i Finland*. Ler- & Halmbyggaren, 1999/1. Översättning till svenska av Ann-Marie Frommer.
- Landau, Jannie, red. 1990. *France informations N° 137*. Frankrike.
- Landsforeningen for Økosamfund. 1997. *Økosamfund i Danmark 1997 - Bud på bæredygtig udvikling*. Danmark.
- Lehmbau Regeln - Begriffe, Baustoffe, Bauteile*. 1997. ISBN 3-528-02558-1. Tyskland.
- Lindberg, Carl-Olov; Molin, K. G. 1950. *Jordhusbygge - Arbetsbeskrivningar och ritningar*. Stockholm.
- Lindberg, Eva-Rut. 1998. *Lerhus i Estland*. NOL Nyhetsbrev 1998/4.
- Lindberg, Eva-Rut. 1998. *Är jordbaserade byggmaterial utvecklingsbara inom byggindustrin?* Stockholm.
- Lindberg, Eva-Rut. 2001. *Lerjord som byggmaterial - en lägesrapport för år 2000 skriven för Byggforskningsrådet*. Stockholm.

Minke, Gernot. 2000. *Earth Construction Handbook - The Building Material Earth in Modern Architecture. England*. Första utgåvan 1994. *Lehmbau - Handbuch, Der Baustoff Lehm und seine Anwendung*.

Nationalencyklopedin. 1989. Höganäs.

Nother, Robert W. 2000. *The Parish of Affpuddle, Dorset. Briantspuddle*. Opublicerad stencil från studieresa i södra England i samband med konferensen Terra 2000.

Pearson, David. 1989. *The Natural House Book - creating a healthy, harmonious, and ecologically-sound home environment*. USA.

Ramquist, Per H. 1997. *Inte bara väggar - Analys av bränd lera från järnålder*. Umeå.

Risom, Sven. 1959. *Nordiske Ler-jords-huse, med en sammenlignende studie af lerbyggeskikkens udbredelse og teknik*. Danmark.

Schmitz-Günter, Thomas. 2000. *Ekologiskt byggande och boende - idéer, förslag, exempel*. Tyskland. Originaltitel. *Lebenräume - der große Ratgeber für ökologisches Bauen und Wohnen*. 1998. Tyskland.

Schöneck, Annelies. 1984. *Jordhusbygge - tradition och framtid*. Järna.

Seidelin, K H. 1798. *Underrättelse om Sättet at bygga Stamphus eller beqwäma och oförbränneliga hus af jord eller lera*. Översättning med förord av Anders Jahan Retzius. Lund.

Smith, Michael G. 1998. *The Cobber's Companion*. Andra utgåvan. USA.

Sternberg, Håkan (red). 1997. *Ekobygg 1997 - 98. Produktguide för sunda och miljöanpassade hus*. Falun.

Swentzell Steen, Athena; Steen, Bill; Bainbridge, David. 1994. *The Straw Bale House*. USA.

Thaning, Olof (red) 1979. *Värt att se i Sverige - en reseguide. 2:a reviderade upplagan 1979*. Stockholm.

Trotman, Peter M. 2000. *Mud slinging at the Building Research Establishment: 80 years of research and information dissemination*. Terra 2000, Papers of oral presentation not included in Pre-Prints. England.

Trotzig, Gustaf. 1961. *Macklean och mackelera - om det skånska lerhuset*. Ale - Historisk tidskrift för Skåneland, nr 1 1961.

Trotzig, Gustaf. 1962. *Beqwäma och oförbränneliga hus af jord eller lera*. Tidskriften RIG 1962, årg 45.

Tshering, Karma Dugay, 1997. *Lerbetong - ett alternativt byggmaterial*. Nyköping.

Volhard, Franz. 1995. *Leichtlehmbau , Alter Baustoff - neue Technik 5 Auflage*. Tyskland. Första utgåvan 1983.

Wenander, Vicki. 1955. *Karlsfors Arbetarbostäder, Karlsofors 3:1, Bergs socken, Skövde kommun*. Byggnadsdokumentation.

Widahl, Karin. 1993. *Lerjordsbygge på Skärkäll*. Rapport från en introduktionskurs i lerjordsbygge den 12 - 18 juni 1993. Göteborg.

www.andelssamfundet.dk

www.andelssamfundet.dk/nyhed/nyhed1.htm

www.gaia.org

Zackrisson, Per. 2002. *Lerbruk - historiens och framtidens jordnära byggmaterial*. Tidskriften Byggnadskultur nr 1, 2002.

Åberg, Alf. 1953. *När byarna sprängdes*. Stockholm.

Östberg, Stefan. 2000. *Vad göra om katastrofen inträffar?* Byggnadskultur 1/00.

Østergård, Steen; Østergård, Flemming. 1993. *Lerjord som byggemateriale - Vejledning*. Danmark.

Muntliga referenser

Andersson, Kjell. Byggmiljödagen 2001.

Axelsson, Valdemar. 2002. Araratutställningen.

Bulthuis, Hans. 2001. Björkekullen - Bråtadal.

Druml, Walter. 2001. Kyrkan vid Saltå.

Houben, Hugo. 2002. CRATerre.

Jacobsen, Rolf. 2000. Norge.

Kindt, Claus. 2002. Snålhuset.

Kiwitt, Werner. 2002. Artefact.

Lecuelle, Pierre. 2002. Andelssamfundet i Hjortshøj.

Norrgren, Helena. 2001. Harplinge.

Pranter, Lennart. 2001. S:t Hansgården.

Risterer, Johannes. 1999.

Ruthklint, Daniel. 2002. Kristensamfundet..

Schroeder, Horst. 2000. Dachverband Lehm.

Fotnoter

-
- ¹ NE, ekologisk grundsyn.
² Boverket, 1998, s 29.
³ Kretsloppsdelegationen, 1997, s 232.
⁴ Boverket, 1998, s 31.
⁵ Schmitz-Günther, T, 2000, s 46.
⁶ Kretsloppsdelegationen, 1997, s 240.
⁷ Houben, H; Guillaud, H, 1994 (1989), s 9.
⁸ ibid, s 9. Trans. förf.
⁹ ibid, s 8.
¹⁰ ibid, s 12.
¹¹ NE. Jeriko.
¹² NE. Pyramid.
¹³ NE. Ziqqurat.
¹⁴ Houben, H; Guillaud, H, 1994 (1989), s 12-14.
¹⁵ ibid, s 11.
¹⁶ Østergård, F; Østergård, 1993, s 107.
¹⁷ Lindberg, C-O; Molin, KG, 1950, s 7.
¹⁸ ibid, s 7.
¹⁹ Østergård, F; Østergård, 1993, s 107.
²⁰ Minke, G, 2000 (1994) s 11.
²¹ Easton, D, 1996, s 13.
²² Houben, H, 2002, muntl ref.
²³ Landau, J (red), 1990, s 34.
²⁴ Easton, D, 1996, s 10. Trans. förf.
²⁵ Landau, J (red), 1990, s 38.
²⁶ Houben, H; Guillaud, H, 1994 (1989), s 11.
²⁷ Landau, J (red), 1990, s 35.
²⁸ Schroeder, H, 2001, muntl ref.
²⁹ Volhard, F, 1995 (1983) s 19. Trans. BG Hellers.
³⁰ Schroeder, H, 2000, muntl ref.
³¹ Houben, H; Guillaud, H, 1994 (1989) s 11.
³² Volhard, F, 1995 (1983) s 23. Trans. BG Hellers.
³³ Dierks, K; Ziegert, C, 2000, s 46 - 56. Trans. BG Hellers.
³⁴ Schroeder, H, 2001, muntl ref.
³⁵ Fidler, John (red), 2000, preface.
³⁶ Nother, R, 2000, opubl.
³⁷ ibid, s 35.
³⁸ ibid, s 35.
³⁹ Ramqvist, P, 1997, s 17.
⁴⁰ ibid, s 3.
⁴¹ Ambrosiani, B; Erikson, B G, 1993, s 31.
⁴² Gudmundsson, G, 2001, s 17.
⁴³ Henriksson, G, 1996, s 57.
⁴⁴ NE. Kakelugn.
⁴⁵ Gudmundsson, G, 2001, s 35.
⁴⁶ ibid, s 73.
⁴⁷ Zackrisson, P, 2002.
⁴⁸ Åberg, A, 1953, s 69 - 77.
⁴⁹ Trotzig, G, 1962.
⁵⁰ Risom, S, 1959, s 33.
⁵¹ Seidelin, K H. 1798. s 3 - 4.
⁵² Østergård, F; Østergård, 1993, s 109 - 110.
⁵³ Blent, K, 1998, s 18.
⁵⁴ Edman (red), 1799, s 2.
⁵⁵ ibid, s 14.
⁵⁶ Trotzig, 1962.
⁵⁷ Blent, K, 1998, s 20.
⁵⁸ Ehn, O, 1963, s 100 -106.
⁵⁹ Trotzig, 1962.
⁶⁰ Östberg, S, 2000.
⁶¹ Jerle stad och Svalbo förr och nu. 1995.
⁶² ibid, s 285.
⁶³ v Haslingen, B, 1992BS, opubl.
⁶⁴ Wenander, V, 1995.
⁶⁵ Hedin, M; Larsson, U, 1997.
⁶⁶ Risom, S, 1959, s 41.
⁶⁷ Rojahn, F, 1951, s 7.
⁶⁸ ibid, s 28.
⁶⁹ Jerkbrant, C, 1994.
⁷⁰ Lindberg, E-R. 1998.
⁷¹ Jönsson, T, 1981, s 52.
⁷² ibid, s 53.
⁷³ ibid, s 15.
⁷⁴ ibid, s 24.
⁷⁵ NE. Grophus.
⁷⁶ Jerer, C; Westerberg, S. 1999.
⁷⁷ Ellington, K, 1920, s 113.
⁷⁸ ibid, s 87.
⁷⁹ Johansson, L, 1924, s 3.
⁸⁰ ibid, s 3.
⁸¹ ibid, s 8.
⁸² Norrgren, H, 2001, muntl ref.
⁸³ Lindberg, C-O; Molin, KG, 1950, s 17.
⁸⁴ ibid, s 19 - 27.
⁸⁵ ibid, s 19.
⁸⁶ Jacobsen, R, 2000, muntl ref.
⁸⁷ Rojahn, F, 1951.
⁸⁸ Jacobsen, R, 2000, muntl ref.
⁸⁹ Risom, S, 1952.
⁹⁰ Risom, S, 1959.
⁹¹ ibid, s 51.
⁹² Schöneck, A, 1984.
⁹³ Ekblom, A, 1993 (1986).
⁹⁴ Widal, K, 1993.
⁹⁵ Högström, E; Liuke, L; Sternudd, C; Århammar, M, 1993.
⁹⁶ Tshering, K D, 1997.
⁹⁷ Eklund, E, 1997.
⁹⁸ Kihlqvist, U; Moréteau, M, 1997.
⁹⁹ Lindberg, E-R, 1998.
¹⁰⁰ Lindberg, E-R, 2001.
¹⁰¹ Axelsson, V, 2002, muntl ref.
¹⁰² ARARAT. Moderna museets katalog nr 136. Halmhus.
¹⁰³ Kindt, K, 2002, muntl ref.
¹⁰⁴ Göransson, G; Kindt, C; Stigsson, R, 1977, s 12.
¹⁰⁵ ibid, s 4.
¹⁰⁶ ibid, s 6.
¹⁰⁷ ibid, s 13.
¹⁰⁸ Kindt, C, 2002, muntl ref.
¹⁰⁹ Göransson, G; Kindt, C; Stigsson, R, 1977, s 67.
¹¹⁰ Kindt, C, 2002, muntl ref.
¹¹¹ Göransson, G; Kindt, C; Stigsson, R, 1977, s 12.
¹¹² ibid, s 18.

- 113 Kindt, C, 2002, muntl ref.
- 114 Bokalders, V, 1981.
- 115 Pearson, D, 1989.
- 116 Berge, B, 1990.
- 117 Berge, B, 1992.
- 118 Swentzell Steen, A; Steen, B; Bainbridge, D, 1994.
- 119 Björkholm, Y; Lindqvist, M, 1996.
- 120 Sternberg, H (red). 1997.
- 121 Bokalders, V; Block, M, 1997.
- 122 Schmitz-Günter, T, 2000 (1998).
- 123 Bulthuis, H, 2001, muntl ref.
- 124 Lindberg, C-O; Molin, K G, 1950, s 50.
- 125 Druml, W, 2001, muntl ref.
- 126 Ruthklint, D, 2002, muntl ref.
- 127 Eklund, E, 1998/3. s 10 - 11.
- 128 Pranter, L, 2002, muntl ref.
- 129 Lecuelle, P, 2002, muntl ref.
- 130 www.gaia.org
- 131 www.andelssamfundet.dk
- 132 Andelssamfundet i Hjortshøj, 1999, s 7.
- 133 Økosamfund i Danmark, 1997, s 23.
- 134 www.andelssamfundet.dk/nyhed/nyhed1.htm
- 135 Dierks, K; Ziegert, C, 2000, s 46 - 56. Transl. B G Hellers.
- 136 Kiwitt, W, 2002, muntlig ref.
- 137 artefact e V, 1995, s 6.
- 138 ibid, s 37.
- 139 ibid, s 28.
- 140 ibid, s 40 - 41.
- 141 ibid, s 42 - 43.
- 142 ibid, s 44.
- 143 ibid, s 47.
- 144 ibid, s 28.
- 145 Dierks, K; Ziegert, C, 2000, s 46 - 56. Trans. B G Hellers.
- 146 ibid, s 46 - 56. Trans. B G Hellers.
- 147 ibid, s 46 - 56. Trans. B G Hellers.
- 148 ibid s 46 - 56. Trans. B G Hellers.
- 149 ibid, s 46 - 56. Trans. B G Hellers.
- 150 Cseri, M, 1994, s 46.
- 151 Cseri, M; Buzás, M, 2000, s 299.
- 152 Kecskés, P (red), 1990 (1989), s 5.
- 153 ibid, s 6.
- 154 Cseri, M; Buzás, M, 2000, s 296.
- 155 ibid, s 299.
- 156 ibid, s 299.
- 157 Houben, H, 2002, muntl ref.
- 158 IYSH 1987, s 2.
- 159 Landau, J (red), 1990, s 38.
- 160 IYSH 1987, s 2.
- 161 Engelsk originaltext publicerad på tyska i Lehm 2000, Beiträge zur 3.internationalen Fachtagung Lehm bau des Dachverbands Lehm e.V. in Berlin.
- 162 IYSH 1987, s 3.
- 163 ibid, s 3.
- 164 ibid, s 4.
- 165 ibid, s 6.
- 166 ibid, s 5 - 6.
- 167 ibid, s 6.
- 168 Trotman, P, 2000.
- 169 Goodhew, S; Griffiths, R; Short, D; Watson, L, 2000, s 139.
- 170 Terra 2000, Papers of oral presentation not included in Pre-Prints, Robert W Nother, BRE
- 171 Harris, C; Borer, P, 2000, s 322 - 326.
- 172 Volhard, F, 1995 (1983) s13. Trans B G Hellers.
- 173 Houben, H; Guillaud, H, 1994, s 6.
- 174 Hurd, J; Gourley, B, 2000, preface.
- 175 Easton, D, 1996, s 22.
- 176 Fidler, J; Hurd, J; Watson L, 2000, s viii.
- 177 Kellner, J; Stålbom, G, 2001, s 29.
- 178 Schmitz-Günther, T, 2000 (1998), s 72.
- 179 Johansson, L, 1924, s 49.
- 180 Kellner, J; Stålbom, G. 2001, s 62.
- 181 Andersson, K, 2001, muntl ref.
- 182 Ellington, K, 1920, s 50.
- 183 Kujala, T, 1999.
- 184 Smith, M, 1998, s 59. Trans förf.
- 185 Schmitz-Günter, T, 2000 (1998), s 47.
- 186 Järf, M, 2001, s 12.
- 187 Muntlig ref, H Houben.
- 188 Essunger, G, 1996, s 81 - 82.
- 189 Kujala, T, 1999.
- 190 Josephson, P-E; Hammarlund, Y, 1997.
- 191 Houben, H, 2002, muntl ref.