



**SZÉCHENYI
ISTVÁN
EGYETEM**

ÉPÍTÉSZ-,ÉPÍTŐ- ÉS KÖZLEKEDÉSMÉRNÖKI KAR
ÉPÍTÉSZETI ÉS ÉPÜLETSZERKEZETTANI TANSZÉK

SZAKDOLGOZAT

Környezetbarát Épületszerkezetek

Kemény Milán

Építészmérnöki BSc szak
Épületszerkezeti - konstruktor szakirány

Győr, 2019

„A Földet nem apáinktól örököltük, hanem unokáinktól kaptuk kölcsön”

(amerikai indián közmondás)

Összefoglaló

Az ember már ősidők óta olyan hajlékban él, mely védelmet nyújt számára az időjárás hatásaival és az őt veszélyeztető hatásokkal szemben. Az idő múlásával, egyre fejlettebb építési technológiák és anyag használat bontakozott ki, amivel az ember képes volt egyre működőképesebb építészeti alkotásokat, épületeket létrehozni, melyek a környezet részét képezték vagy még ma is képezik. Jómagam az otthonteremtés vágya miatt szerettem bele ebbe a remek szakmába.

Napjaink talán legnagyobb problémája a környezetszennyezés, mellyel az emberiség már egy ideje küzd, de nem tesz ellene olyan mértékben, hogy meg is fékezze azt.

A népességnövekedéssel egy bizonyos idő után teljesen kiaknázzuk bolygónk erőforrásait, továbbá olyannyira szennyezzük, hogy a globális felmelegedés hatására a fenntartási körülmények egyre romlani fognak. A környezetszennyezés ellen viszont tudunk védekezni, több módon is, mégpedig úgy hogy kevesebb hulladékot termelünk és környezettudatosan élünk. Témaválasztásom indokául is ez a globális probléma szolgál, hogy milyen eszközökkel tudunk környezetbarát épületet, épületszerkezetet létrehozni. Szakdolgozatomban először a környezetvédelem szerepét taglalom, több alfejezettel, melyeknél kitérek az ökológiai lábnyomra, a globális felmelegedésre, majd pedig e problémák megelőzésére. A következő fejezetben felvázolom röviden a környezetbarát otthonok eredetét, történelmét és megfogalmazom azt, hogy mitől számít környezetbarátnak egy ház. Felvázolom azt is röviden, hogy milyen anyagok állnak rendelkezésünkre, egy környezetbarát épület megépítésére, mely legkevésbé terheli a környezetünket. A harmadik fejezetben pedig ezeket az anyagokat és a belőlük készíthető szerkezeteket elemzem. Ez a fejezet, ahhoz szükséges, hogy megállapítsam, mely anyagok és szerkezeti kialakítások a legalkalmasabbak az épület megépítéséhez, végül a vizsgálódás után, az egyes szerkezetek előnyeinek és hátrányainak mérlegelése alapján, tervezek egy kisebb környezetbarát családi házat. A negyedik fejezetben kifejtem a tervezendő családi ház koncepcióját, és röviden megindoklom azt, hogy miért az adott megoldást választottam. Az utolsó alfejezetben pedig röviden leírom az építés menetét, melyek megértésén néhány folyamatábrával segítek. Céлом a szakdolgozattal, hogy felderítsem a környezetbarát anyagok és szerkezeti megoldásaik kincstárát és azokból a lehető legkisebb ökológiai lábnyomot hagyó otthont tervezek.

ABSTRACT

One of the most severe issues of these days is environment pollution, which the mankind has been fighting with for a while, but does not make measures to such an extent to control it.

After a while, due to overpopulation we fully exploit the resources of our planet, furthermore we do pollute it in such a way that the sustainability conditions will deteriorate owing to global warming. However, we do have several ways to fight against environment pollution, by producing less waste and leading an environment conscious life. This global problem serves the reason for the choice of my topic, as I find it important to pay greater attention to environment protection and to take further steps in the future to save our planet. I explain in my thesis what tools can be used to construct environment-friendly buildings and structures. First, I will analyse the role of environment protection and the exact meaning of the concept, as well as the dangers it has on the mankind. I outline the phenomena of ecologic footprint, global warming in more chapters then I mention the steps for prevention as well.

In the following chapter I briefly outline the origins and history of eco-friendly homes. Furthermore, I analyse what makes a house eco-friendly and what requirements it has to meet. I briefly summarize what materials are available to construct an eco-friendly building that burdens our environment the least. In the third chapter I provide a detailed analysis of the materials and structures to be constructed from them. The purpose of the chapter is to define what materials and structural constructions are the most suitable for the construction of the building, finally after the deep analysis based on professional opinions I design a small eco-friendly detached house.

In the fourth chapter I explain the conception of the designed detached house and shortly justify why I had chosen that solution. In the last subchapter I briefly summarize the process of the construction illustrated by flow-charts for better understanding. My aim with my thesis is to explore the treasury of eco-friendly materials and structural solutions to design a home that leaves the smallest possible eco-footprint behind.

TARTALOMJEGYZÉK

Tartalomjegyzék.....	2
Bevezetés.....	5
1. A környezetvédelem szerepe.....	6
1.1. Az ökológiai lábnyom.....	6
1.2. A globális felmelegedés.....	8
1.3. Megelőzés	9
2. Mitől környezetbarát egy ház?	11
2.1. Eredete.....	11
2.2. Mit tekintünk környezetbarát épületszerkezetnek.....	15
3. Környezetbarát Építőanyagok, szerkezetek.....	16
3.1. Szalma	16
3.1.1. Definíció.....	16
3.1.2. Történeti áttekintés ^{[1.1], [2.1]}	16
3.1.3. A szalma előnyei és hátrányai ^{□, □}	19
3.1.4. Alkalmazása az építőiparban és szerkezetei	21
3.2. A nád	38
3.2.1. Definíció.....	38
3.2.2. Történeti áttekintés	38
3.2.3. A nád előnyei és hátrányai.....	41
3.2.4. A nád alkalmazása az építőiparban	42
3.3. Vályog	50
3.3.1. Definíció.....	50
3.3.2. Történeti áttekintés ^[3.1.]	51
3.3.3. Az építési vályog összetevői ^[3.2.]	53
3.3.4. A vályog előnyei és hátrányai ^{[3.3], □, □, □}	55
3.3.5. A vályog alkalmazása az építőiparban.....	57

3.4.	Kő.....	75
3.4.1.	Definíció.....	75
3.4.2.	Történeti áttekintés	76
3.4.3.	A kőépítés előnyei és hátrányai [□]	78
3.4.4.	Alkalmazása az építőiparban.....	79
3.5.	Tégla	85
3.5.1.	Definíció.....	85
3.5.2.	Történeti áttekintés [□]	85
3.5.3.	A téglá előnyei és hátrányai.....	87
3.5.4.	A téglá felhasználása az építőiparban	87
3.6.	Fa.....	94
3.6.1.	Definíció.....	94
3.6.2.	Történeti áttekintés [□]	94
3.6.3.	A faépítés előnyei és hátrányai.....	96
3.6.4.	Alkalmazása az építőiparban.....	97
3.7.	Természetes festékek ^[2.10]	125
3.8.	Természetes hőszigetelések ^[3.6.]	127
3.9.	Acél talajcsavar [□]	129
3.9.1.	Definíció.....	129
3.9.2.	Az acél talajcsavar előnyei és hátrányai	130
3.9.3.	Az acél talajcsavar alkalmazása az építőiparban.....	131
3.10.	Fémlemez	132
4.	Kisebb környezetbarát épület tervezése	136
4.1.	Tervezés, koncepció.....	136
4.2.	Felhasznált építőanyagok és épületszerkezeti megoldások.....	136
4.3.	Az ház építésének menete	140
5.	Összegzés	146

Jegyzékek.....	147
Ábrajegyzék.....	147
Felhasznált források	169
Internetes források	169
Irodalom források	173
Mellékletek.....	178

BEVEZETÉS

Az emberiség számára egy csodás ajándék a Föld, mely otthont ad számára és lehetőséget arra, hogy rajta éljen. Bolygónk hatalmas erőforrással rendelkezik, mely megtartása csak rajtunk múlik. Fajunk az őskorban abból építkezett, amiket a környezetében talált, vagyis természetes anyagokból. Az idők során pedig fejlettebbé váltunk és egyre komfortosabb otthont tudtunk létrehozni.

Több tízezer éven át csak természetes anyagokat használtunk fel ahhoz, hogy építkezzünk, ám ez a XIX. században az ipari forradalommal fordulatot vett, az iparosodás megjelenésével és olyan építőanyagokat kezdtünk el termelni, melyek mesterségesek, és lebomlásukhoz sokkal több időre van szükség, egy természetes anyaggal szemben, de vannak olyanok is amelyek nem tudnak lebomlani. Ezáltal a szemét- és hulladéktermelés is rohamosan megnőtt. A károsanyag kibocsátással elkezdünk szennyezni a levegőt, környező vizeket és a talajt is, nem beszélve arról, hogy fajunk a túlnépesedéssel küzd, ami azért okoz problémát, mert Földünk erőforrásai végesek és egyre jobban kimerítjük. Ennek hatására kezdetét vette a klímaváltozás is, amivel a bolygónk helyzete csak még rosszabbá válik az idők során.

A Földet, ahol élhetünk, egyre csak károsítjuk, viszont van lehetőség ez ellen cselekedni. A világ népességének egy része már kezd ráébredni a helyzet súlyosságára, és különböző lépéseket tesznek e probléma változtatása érdekében. Ezért is választottam ezt a témát a szakdolgozatomnak, mert jómagam is fontosnak tartom azt, hogy javítsunk ezen a helyzeten, hogy az utódaink is még viszonylag jó körülmények között nőhessenek fel és élhessék az életüket.

Szakdolgozatom céljával az szolgál, hogy megvizsgáljam, milyen környezetbarát építőanyag eszköztár áll rendelkezésünkre, majd kiválasszam ezek közül azokat, melyekből egy környezetbarát házat tervezhetek. Tehát egy olyan épületet tervezek, mely a legkevésbé terheli a környezetet, és nem hagy hulladékot maga után, egy idő elteltével lebomlik, vagy építőanyagai újrahasznosíthatóak. Szakdolgozatom első részében felvázolom a környezetvédelem szerepét, majd megfogalmazom mit is értünk környezetbarát épület alatt. A második részben pedig a természetes és újrahasznosítható anyagokat vizsgálom, levonom az előnyös és hátrányos tulajdonságaikat és ez alapján kiválasztva, ezekből az anyagokból tervezek egy környezetbarát házat.

1. A KÖRNYEZETVÉDELEM SZEREPE

1.1. Az ökológiai lábnyom

A mai világban jelenleg a legfoglalkoztatóbb téma, mellyel napi szinten találkozhatunk a környezetszennyezés. Napjainkban és a közelmúltban élő emberiség az életmódjával, nagymértékben káros hatást gyakorol a környezetünkre azzal, hogy szennyezi a levegőt, a környező vizeket és talajokat. Ez a probléma az idők során egyre hangsúlyosabbá vált és emiatt már a nagyobb vállalatok, cégek is elkezdtek nagyobb figyelmet és hangsúlyt fordítani rá és különböző környezetvédelmi beavatkozásokat kezdeményeztek.

Az emberek, állatok és növények életük alatt és eltelté után maradványokat hagynak maguk után, ami egy teljesen természetes folyamat addig, amíg ezzel nem terheljük a földet. Az embernek a létfenntartáshoz, fogyasztásra és lakhelyre van szüksége. Ezek a föld minden területére kihatással vannak. Életünk során azért termelünk, hogy fenn tudjuk tartani magunkat, ehhez pedig egy bizonyos nagyságú területet használunk fel a természeti erőforrásból és az önfenntartásunkból adódóan hulladékot termelünk, melyet a Földnek kell felemésztenie (1. ábra).



1. ábra
Az ökológiai lábnyom

Fajunk száma az idő során olyan mértékben növekszik, melyet bolygónk egy idő után már nem lesz képes ellátni. Ennek oka onnan eredeztethető, hogy a föld természetes erőforrásai végesek, és az ember nagyobb területet használ fel fenntartásához, mint

amikor szabadna. Ez a terület felhasználás a világ különböző tájain teljesen eltérő, valahol többet használnak fel, szegényebb területeken pedig kevesebbet. További probléma, hogy az életünk során olyan nagy mennyiségben termelünk hulladékot, hogy ezzel szintén nagymértékben szennyezzük a bolygónkat. Ez a szennyezés kiterjed a levegőre, vízre, és a talajra egyaránt.

A levegő szennyezésének legnagyobb forrása a szén-dioxid, mely nagymértékben a gyárakból, gépjárművekből és erdőtüzekből tevődik össze. Továbbá a levegőben terjedő radioaktív anyagok is szennyezik a levegőt.

A víz olyan alapeleme a bolygónknak, mely minden életforma kialakulását befolyásolja, és földünk csaknem kétharmadát alkotja. A környező vizek szennyezettségi foka azonban olyan magas lett napjainkra, hogy ez is nagy problémát okoz. A globális felmelegedés hatására rengeteg tó és folyó kezd kiszáradni, emellett a folyókba, tengerekbe, óceánokba engedett szennyvíz mennyisége is rontja állapotukat. Ez a szennyvíz nem csak a háztartásokból, hanem a mezőgazdaságból és az ipari termelésből is származik. Utóbbi esetben a gyárakhoz felhasznált nagymennyiségű hűtővíz, hőszennyezést okoz a vízben. Továbbá a légkörben lévő szén-dioxidot a környező vizek is elnyelik és a levegő rossz minősége miatt savas esőt képez, mely a tengerekbe, óceánokba visszaesve szintén szennyezik a minőségét. Ezen szennyezést okozó tényezők mellett még sok apróbb is előfordul, viszont az utóbbiak azért kerültek megemlítésre, mert a legjelentősebb károsítást ezek a problémák okozzák a vizek esetében.

A talajszennyezésnél jelentős szerepet foglal a szemétermelés, melynek egyrészt a mennyiségét a talaj nem tudja feldolgozni, másrészt egyes anyagok lebomlási ideje akár több évezredig is eltarthat.

A szemétermelés olyan nehézségeket hordoz magával, mely olyan mennyiségben van jelen, hogy a tároló helyek kezdenek elfogyni, olyan anyagokat termelünk, melyek lebomlási ideje túl hosszú, vagy le sem bomlik, illetve pazarló életmódot folytatunk, mert rengeteg olyan fogyasztási terméket dobunk ki, melyek anyagainak egy részét újra lehetne hasznosítani. Ebből kifolyólag az is problémát jelent, hogy olyan anyagokból termelünk sokat, melyeket többször nem lehet felhasználni.

További talajszennyezési források a háborús maradványok, élőlények tetemei, szennyvíz, vegyszerek, a globális felmelegedésből adódó szárazság, mely hosszú távon elsivatagosodáshoz és tömegnyi növényfaj és állatfaj kipusztulásához

vezethet, illetve az erózió. A levegőben lévő szén-dioxidból és káros szennyeződésekben pedig a talaj is jelentős mértékben elnyel.

Az erdők szintén nagyon fontos szerepet töltenek be az emberiség életében, mivel megkötik a levegőben lévő szén-dioxidot és az ember a fenntartásához is felhasználja.

Az közelmúltban hatalmas erdőterületek kerültek megsemmisítésre, az urbanizáció, mezőgazdaság terjeszkedése, fűtéshez és építkezéshez való felhasználás és erdőtüzek miatt. Ezen okok nagy részének kiváltó forrásai, pedig az emberiség.

A föld mindenki szükségletét ki tudja elégíteni, csak a kapzsiságot nem. (Mahatma Gandhi)

1.2. A globális felmelegedés

Az iparosodás fejlődésével jelentősen megnőtt az energia kibocsátás a Földön. Az emberiség számának növekedésével, egyre csak terjeszkedünk, és többet termelünk. Ezek mindegyikét a létfenntartásunk érdekében tesszük, viszont olyan eszközökkel, anyagokkal, melyek rontják az élőhelyünk minden területét.

A gépek energiafelhasználásával hatalmas mennyiségű szén-dioxid kerül a levegőbe. Továbbá különböző szennyező anyagok, gázok és radioaktív anyagok rontják a levegő minőségét és ezek összessége a légkör ózonrétegét is olyan mértékben károsítja, hogy elvékonyítja, sőt már ki is lyukasztották. Az ózonréteg, ózonpajzs azt a funkciót tölti be, hogy a napból érkező káros ultraibolya és elektromágneses sugárzásokat elnyeli, megvédve ezzel a Földet. Sajnos az üvegházhatású gázok feldúsulása eredményezi a globális felmelegedést, mely azt jelenti, hogy a föld átlaghőmérséklete minden évben növekszik, ami az élet minden területén problémát szül maga után. A földek és a környező tavak, folyók kiszáradnak, a növények és állatok fajainak ezrei pusztulnak ki. Továbbá a korallok majdnem teljes mennyisége kihal. Ezek az élet körfolyamatát befolyásolják, ami ránk is kihatással van, így élelem és vízhiány, járványok és betegségek alakulnak ki és a nyáron pusztító hőséget is egyre nehezebb lesz elviselni. A levegő felmelegedésével a sarkkörökön lévő jégsapkák elolvadnak, amivel a tengerszint magasságát növelik, így az évek múlásával hatalmas területek kerülnek víz alá, megnehezítve ezzel

emberek millióinak életét. Egy láncreakció bontakozik ki, ami sajnos már régen elkezdődött és ez ellen csak mi, emberek tehetünk (2. ábra).



2. ábra
A globális felmelegedés hatása

1.3. Megelőzés

A környezetvédelem érdekében sokat tehetünk, ha módosítunk az életmódunkon azzal, hogy a környezetet szennyező anyagok mennyiségén rohamos mértékben csökkentünk, illetve az emberiség számának növekedését is szabályozzuk.

A megoldást, a problémát kiváltó okokban kell keresni, és azon változtatni, hiszen a jelenlegi állapot folytatása hosszú távon az emberiség kipusztulásához vezethet.

Az emberiség növekedésének szabályozására már történtek beavatkozások egyes területeken, ahol egy családban csak 1 vagy 2 gyerek vállalását engedték meg. Azonban az eddigi beavatkozások nem jártak nagy sikerrel, mert az emberiség minden évben több 10 millióval növekszik.

A káros anyag kibocsátás szabályozásával jelentősen javulna a levegő minősége, és az átlaghőmérséklet növekedést is tudnánk csökkenteni. Ehhez viszont olyan energiát kellene felhasználni, mely nem szennyezi a levegőt. Az alkalmazott technológiák változtatására lenne szükség, erre pedig nagy megoldást nyújt például a benzines autók, elektromos üzeműre való leváltása, mellyel jelentősen csökken a szén-dioxid kibocsátás, amennyiben az autó hajtásához szükséges energiát megújuló forrásokból állítják elő.

Ha az erdőirtást csillapítaná az emberiség és az eltávolított fákat jóval nagyobb mennyiségben pótolná újjak telepítésével, akkor a levegő minősége is sokat javulna.

A szennyvízkibocsátást pedig csökkenteni lehetne kevesebb termeléssel, és szennyvíztisztítással, melyre több megoldás is létezik. Ezáltal a víz és a talaj minőségét is javítani lehetne, és kevesebb járvány alakulna ki.



3. ábra
Szelektív hulladék gyűjtés

A hulladéktermelés szabályozásával pedig az élet csomó területén hozhatnánk változást (3. ábra). Ha olyan anyagokat állítanánk elő, mely a felhasználása után lebomlik, vagy javítható, újra alkalmazható, akkor nem kell egy használat után szemétként kezelni azt. Továbbá az is segít, ha kevesebb olyan anyagot gyártunk, melyből szemét keletkezik, például ha a termékek csomagolása tartósabb vagy újrahasznosítható anyagból készül. Az emberek pazarlása miatt, rengeteg olyan anyag kerül eldobásra, melynek egy része egy kis beavatkozással, még felhasználható lenne más fogyasztói célokra. Kedvező előrelépés a szelektív hulladékgyűjtés is, mely során az egyes hulladékfajtákat, anyagaik szerint külön gyűjtjük, melynek hála egy részüket újra fel lehet használni. A műanyag termékek más anyagra való leváltása, illetve egy részének az újrafelhasználásával is nagy változást hozhatunk, mivel a leglassabban ez az anyag bomlik le.

Szintén pozitív változásokat tudunk elérni, ha a fenntartásunkhoz szükséges energiát természetes úton, megújuló energiaforrásokból nyernénk (4. ábra).



4. ábra
Megújuló energiaforrások

Erre már több megoldás is rendelkezésünkre áll, melyek a víz, nap és szélenergia hasznosítása, amikkel jelentős mennyiségű energiát lehet előállítani.

Ahogy az élet számos területén, így a házak építésénél is tehetünk azért, hogy környezetbarát anyagokból készüljön.

Továbbá az energia felhasználása sincs káros hatással a környezetünkre. Ezáltal csökkenthető az épület ökológiai lábnyoma, kevesebb hulladékot hagy maga után, és a környezetet sem, vagy csak kevésbé terheli. Erre megoldást nyújthatnak nekünk az olyan anyagok, melyek megújulnak, mint például a növények, illetve olyan anyagok, melyek többször is felhasználhatóak, vagy újrahasznosíthatóak. Tovább fokozza az épület környezetbarát szerepét, ha a fenntartásához szükséges energiát maga termeli meg szél, vagy napenergia felhasználásával.

2. MITŐL KÖRNYEZETBARÁT EGY HÁZ?

2.1. Eredete

Kezdetben, amikor az ember még csak halászni, vadászni és gyűjtögetni tudott, nem állt rendelkezésére még annyi építőanyag, mint a mai világban. Menedékre volt szüksége az időjárás viszontagságai és az állatok elől, ahová elbújhatott. Először barlangban szállt meg, amely az őskorban még tökéletes otthont jelentett számukra. A későbbiekben, ahogy telt az idő, a homo sapiens elkezdett vándorolni, fejlődni és ez által építkezni is. Kezdetben talált gallyakból, ágakból és nagyobb levelekből készített magának sátor szerű menedéket, de idővel rájött, hogy ez nem védi meg minden vadállattól és szélsőséges időjárási viszonyoktól. Így kőből kezdett építkezni, mert az sokkal szilárdabb és keményebb anyag volt, mely védelmet tudott nyújtani neki. Aztán idővel elkezdte kőszerszámokkal megmunkálni a talált építőanyagokat. Az ókorban tovább fejlődött ezek alakíthatósága, hiszen a követ nagymértékben elkezdték formálni. A fát is fel tudták darabolni, hiszen fából készült épületeket, rácsos fedélszéket, és állványokat is képesek voltak megépíteni. A megdöbbentő viszont az volt, hogy kőből olyan építményeket hoztak létre, melyek megalkotása még a mai technológia mellett is nehézkes lenne. Ezek az építmények a piramisok és a hatalmas kőszobrok. A gízai piramisok építéséről sok tény az emberi agy számára még ma is felfoghatatlan (5. ábra).



5. ábra
Gízai piramisok

Vajon hogyan voltak képesek akkora kődarabokat olyan precízen kifaragni, hogy illeszkedjenek egymásba, hogyan voltak képesek ilyen távolságokat megtenni, hatalmas kövekkel, illetve több 10 méter magasságba felvinni? Az ókorban kedvelt építőanyag volt még a kő és fa mellett a vályog és a nád is. Néhány területen az őslakók előszeretettel építettek nádból sátor szerű házakat menedékül maguknak. Vályogból pedig szintén készültek lakóházak, melynek egyik példája a Catal Hüyükben lévő kisebb falu.

[¹]Tovább lépbe a középkorra, továbbra is a fa és a kő volt a két térhódító építőanyag.

Fejlődött az eszközhasználat, megjelentek a vasból készült szerszámok, melyek lehetővé tették az építőanyagok megmunkálását, faragását, darabolását. Ácsműhelyek nyíltak, ahol már képesek voltak fa nyílászárók készítésére is.

Először fából készült kisebb várakat készítettek, majd a háborúk és csaták pusztításai árán belátták, hogy a szilárdabb, erősebb építőanyagra lesz szükségük, így a kőhöz nyúltak (6. ábra).



6. ábra
Középkori kővár

Először csak lakótornyokat építettek belőle, majd később egy egész várrendszert, várfallal, várudvarral, védőbástyákkal, kiszolgáló helyiségekkel, hangsúlyosabb főterekkel. A vallásos épületek már az ókor végén kezdtek elterjedni. Nagy belmagasság, tágas terek és vastag falak jellemezték főleg őket, melyeknek a fedélszékük fából volt, falaik, pedig terméskövekből. Ezek az épületek a bazilikák,

templomok, mauzóleumok, kolostorok, stb. A belső térükben kialakuló nagy fesztávolságot a kő oszlopok alátámasztása segítette elő.

A vályogot szintén ősidők óta használták, melynek alapanyaga az agyag, melyből különböző méretű és formájú téglákat is készítettek kiszárítva. Lakóházak készítésére ez is kiváló építőanyag volt. Ezek az épületek főleg síkabb, fák nélküli területeken voltak elterjedtebbek. Erdősebb tájakon a borona, és rönk házak voltak a jellemzőek. A tájak építészetét a területükön talált anyag jellemezte. A kővel abból a szempontból volt előnyös építeni, hogy szinte bárhol fellelhető volt a világon.

Az újkorban a mezőgazdasági és ipari termelés egyre jobban fejlődésnek indult, ezért nagyobb épületekre volt szükség, melyeket szintén kőből hoztak létre.

A XVII-XVIII. század környékén megjelentek a favázás épületek is, mert rájöttek, hogy más építőanyagot is használhatnak a falazat kitöltésére. Az építési mód lényege az volt, hogy a teherhordó szerep a fáé volt, a vázkitöltő fal pedig, nádból, vesszőkből készült, kívülről és belülről sártapasztással. Németországban elterjedt ez

[¹]<https://tortenelem.mandiner.hu/cikk/20160224> miből áll egy vár történeti és várismereti kisokos (2019.12.07.)

az építési technológia Fachwerkhaus néven és az évek alatt tovább fejlődött, többféle vázkitöltő anyagot is használtak és több szintet is építettek belőle (7. ábra).



7. ábra
Fachwerkhaus

A vályogházak is fejlődésnek indultak, mert többféle építési mód is megjelent, mint például a rakott vagy vert fal. Kőből és fából még mindig nagyon sok szerkezetet építettek. A gőz energia megjelenésével, már fűrésztermékeket is képesek voltak létrehozni a fából. A szerszámok is fejlődtek.

A XX. század elején pedig Amerikában elkezdtek megjelenni a szalmából épített lakóházak is, mivel több szalma termett, mint amennyire a mezőgazdaságban szükség volt. Ezért kitalálták, hogy házat építenek belőle, mégpedig kezdetben teherhordó falasat, később pedig favázzal ötvözték.

Ezen tények alapján az vonható le, hogy a gyárak és az iparosítás megjelenéséig, nagymértékben környezetbarát anyagokból építkezett az emberiség. A helyzet csak ezután kezdett el romlani.

A technológia, az energia felhasználás, a mezőgazdaság és ipari ágazatok egyre csak fejlődtek, feltalálták a betont, acélt, és az építészetben felhasználható üveget, melyek leváltottak több, eddig alkalmazott környezetbarát anyagot is, mivel sok tulajdonságuk lényegesen előnyösebbek voltak a meglévő építőanyagoknál. Ez főleg a kőre, szalmára és vályogra volt igaz.

Azonban az idők során voltak olyan gondolkodású emberek, mint például Mies Van Der Rohe, aki élete során igencsak remek házakat álmódott meg és volt egy olyan víziója, melyben azt hangsúlyozta, hogy természetet érintetlenül hagyja a háztól, így lábakra állított házat tervezett (8. ábra). Ezzel a megoldással lényegesen csökkentette az épület ökológiai lábnyomát.



8. ábra
Farnsworth ház

Visszatérve a XX. század építészetére, a beton, acél, és üveg megjelenésével, tömegszámra épültek az ezekből az építőanyagokból készült építmények, lakó, közösségi, ipari épületek egyaránt. A század közepén a műanyag is megjelent.. A gyárak száma, mely ezen építőanyagok előállításával foglalkozott, egyre csak nőtt, amivel együtt a termelés is nőtt.

A XX. század végére kezdtek újra előtérbe kerülni a környezetbarát anyagok, melynek folyamata még jelenleg is zajlik.

Ráébredtek az emberek, hogy egy csomó olyan növényi, akár állati eredetű anyag van, melyet, ha nem kidobnának a szemétkébe, hanem újrahasznosítanánk, azzal építőanyag is kialakítható belőle (9. ábra).



9. ábra: Környezetbarát építőanyagok

Ezáltal kialakult néhány környezetbarát hőszigetelés és festék is. Továbbá fejlődésnek indultak a környezetbarát anyagokból készülő házak építési technológiái is, melynek a jogrendszer és az engedélyeztetés szab határt több területen, köztük hazánkban is. Illetve gondot okozhat az is, hogy az emberek egy része téveszmével él, az ilyen anyagok alkalmazásával kapcsolatban.

Mindenesetre egy fejlődési folyamat elindult az ilyen épületek terén, mely remélhetőleg tovább fokozódik az idők során.

2.2. Mit tekintünk környezetbarát épületszerkezetnek

Egy épületszerkezet akkor tekinthető környezetbarátnak, ha a felhasznált építőanyag megújuló anyagból van, és rendeltetésének lejárta után egy bizonyos idő elteltével, lebomlik. Ilyen anyagnak tekinthető a fa, szalma, nád, kő és a vályog.

Továbbá azok az épületszerkezetek tekinthetőek még környezetbarátnak, melyek rendeltetésének lejárta után, felhasználható még egyszer vagy akár többször is építési célra, vagyis újrahasznosítható anyagok. Ilyen építőanyagoknak minősül például a fémek és az üveg. Ezekre az építőanyagokra ugyanazok a szabályok, előírások, követelmények vonatkoznak, mint a korszerű építőanyagból, például vázkerámiából készült házra, melyeket fontos betartani. Nagy előnyük ezeknek a szerkezeteknek, hogy nagyon kedvező a környezetre gyakorolt hatásuk a megjelenésükkel is. Általában egy ilyen ház beleillik a környezetbe, a tájba. Megépítésük során az élettartamuk is legalább olyan hosszúra tervezendő, mint más építőanyagból készült épületek esetén.

A következő fejezetben pedig azokat az építőanyagokat vizsgálom részletesebben, melyeket az előbb felsoroltam és azok alapján levonom mind az anyagról, mind a belőle készült szerkezetekről az előnyös és hátrányos tulajdonságaikat.

3. KÖRNYEZETBARÁT ÉPÍTŐANYAGOK, SZERKEZETEK

3.1. Szalma

3.1.1. Definíció

„Szalmának a kicsépeelt gabonafélék, mint búza, rozs, árpa, zab, köles és rostrnövények, mint len és kender kiszáradt szárát nevezzük.”⁽²⁾

A szalma egy mezőgazdasági melléktermék, melyet kiváló hőtechnikai tulajdonságai miatt előszeretettel használnak építőiparban falak, boltozatok, vályogfalak, vályoghabarcsok adalékként, homlokzati, földem és padlószigetelésként, illetve tetőfedésre is.

3.1.2. Történeti áttekintés^{[1.1], [2.1]}

A szalma építkezéseken való megjelenése már régen elkezdődött, mikor egyes házak falait vagy tetejét ebből az anyagból építették. Továbbá felhasználták a vályog adalékként is, azért hogy javítsák a vályog hőszigetelő képességét és megakadályozza a zsugorodása által létrejövő repedéseket. Vályogfalaknál nem csak a falazat elkészítéséhez használták, hanem annak vakolatának alaprétegének is alkotója volt.

A ténylegesen szalmából készült házak a XIX. század második felében kezdtek elterjedni, mikor megjelentek a gőz vagy dízel energiával működő bálázó gépek, amelyek képesek voltak szögletes formájú szalmabálákat létrehozni.

Az első ilyen épület a XIX. század végén épült az Amerikai Egyesült Államokban, Nebraskában, ahol a teherhordó szerkezet maga a szalmafal volt. Kötésben helyezték el a bálákat és a közüket vályoghabarccsal töltötték ki. A rabszolga-felszabadítást követően népvándorlás indult el az országon belül, ezért a letelepedő embereknek lakhelyre volt szükségük. Előnyt jelentett, hogy ebben az időben sok mezőgazdasági foglalkoztatottságú ember állt rendelkezésre.

⁽²⁾ Gernot Minke és Benjamin Krick, Szalmabála-építés, Cser kiadó, Budapest, 2012, 19. o.

Az USA-ban a vándorló legeltetés miatt, nem volt akkora igény a szalmára, mint Európában, ezért azt más célokra is fel tudták használni és mivel növekvő lakhatás igény merült fel, illetve sok szalma állt rendelkezésre, ebből keletkezett az ötlet a szalmaházak építése iránt. Készültek ilyen házak munkások számára is, de ezeket nem tervezték hosszú időre.

Sűrűbb, erdősebb területeken a faházak építése volt jellemző, amihez nagyon sok faanyag kellett, ezért itt is megjelent a szalma, mint vázkitöltő anyag. Ugyanis rájöttek, ha egy fa vázszerkezetet alkalmaznak, ahol a szalma csak vázkitöltő szerepet tölt be, akkor tartósabb, időt állóbb házakat tudnak építeni. Az első ilyen épület az Amerikai Egyesült Államokban épült, mely kétszintes és még ma is funkcionál egy múzeumként. Teherhordó szalmafallal templom is készült itt a húszas évek végén.

A 30-as évek válsága sajnos a szalmaépítést is rosszul érintette, mert nagyon lecsökkent az ilyen házak terjedése.

Előfordult olyan, hogy a felesleges szalmát felégették, amely nagyon környezetszennyező volt, így megoldást kellett találni minden szalma mennyiség megfelelő felhasználására.

Európában is készítettek néhány ilyen anyagú házat, de igazán akkor lépett a köztudatba, mikor megindult a környezettudatos gondolkodás a 70-es években.

Ráébredtek az emberek arra, hogy a XIX. század második felétől, a XX. század elejéig használt anyagot, nem csak azért használhatják fel, mert rendelkezésre áll felesleges mezőgazdasági melléktermékként, hanem azért is, mert észrevették, hogy mennyi előnyös tulajdonsága van és hogy mennyire környezetbarát anyag. Ennek köszönhetően, Európa szerte jobban megemelkedett az ilyen épületek alkalmazása.

Az 1986-ban bekövetkezett Csernobili atomkatasztrófa miatt kitelepített emberek egy részét szalmabála ház faluban szállásolták el Fehéroroszországban.

Elterjedésével sorra követték egymást az újabb és újabb szerkezeti kialakítások. Többszintes és kupolás szerkezeteket is létrehoztak szalma felhasználásával (10. ábra). Az épületek különböző rendeltetése sem szabott határt, ez építőanyag használatának, hiszen készültek istállók, földszintes lakóházak, többszintes társasházak, közösségi házak és Németországban irodák is belőle.



10. ábra
Kétszintes szalma lakóház Írországból

A szalma teherhordó és favázás épületek virágkorát a 70-es és a 80-as évekre lehet datálni. A 80-as 90-as években pedig kísérleti házakat építettek az USA-ban, Kanadában és Angliában is, hogy még több tulajdonságot tudjanak meg róla. Ezen területek után Európán belül, Németországban, Ausztriában, Svájcban terjedtek el jobban, Spanyolországban és Franciaországban kiemelkedően, de már hazánkban is kezdenek fellendülni az ilyen anyagú épületek. A 90-es évek első felében egy konferenciát is tartottak, mely a szalmaházakról szólt, ezek után Európa szerte és Amerika szerte is jöttek létre szövetségek, melyek a szalmaépítéssel foglalkoznak. A kísérletezésekre, tesztelésekre azért volt szükség, hogy építési engedélyt szerezhessenek különféle szerkezeti kialakításokra, melyek közül a favázás építési mód a múlt század végén nyerte ezt el.

Ausztriában azzal is kísérleteztek, hogy hőszigetelő anyagként is elfogadják, ami sikerült is. Hazánkban is országszerte állnak még ma is olyan elhagyatott vályogházak, melyeket utólagos szalmaszigeteléssel tettek újra lakhatóvá. Tetőfedésnek is gyakran alkalmazták mind Európa, mind Magyarországon, viszont a nádfedés ennél a szerkezethöz képest előnyösebbnek ígérkezik, jobb időállósága miatt.

Hazánkban népi építészetében is nagy szerepet töltött be, hiszen tetőfedések, és vályog és sárfalak készítéséhez használták. A XX. században alkalmazott paticsfal, a mai favázás szalma kitöltő falak elődje.

2007-ben Portugáliában dongaboltozatot is létrehozottak teherhordó szalmabálákból, sőt paneles építési mód kitöltő anyagként is alkalmazták már (11. ábra). A szalmaépítés szerkezetváltozatai egyre csak bővülnek és fejlődnek napjainkban is.



11. ábra
Favászas szalmapanel

Észak-Amerikában olyan területeken találhatóak nagyobb számban szalmaházak, ahol szélsőségesebb időjárási körülmények uralkodnak, vagyis aszály vagy hidegebb időjárás van, remek hőszigetelő képessége miatt. Manapság az állattenyésztés csökkenése miatt, több szalma marad építési célokra.

3.1.3. A szalma előnyei és hátrányai ^{[3], [4]}

A szalma minden szempontból egy költséges megoldás, hiszen a mezőn termesztett. Ebből az agyagból időhatékonyan és könnyen fel lehet építeni egy házat. Mivel ez is környezetbarát anyag, ezért felesleges hulladékot ez sem hagy maga után, hanem lebomlik. Kiváló hő- és hangszigetelési tulajdonságai miatt alkalmazzák. Amellett, hogy fal építhető belőle, alkalmazzák vályogházak falazatainál, és vályoghabarcsok adalékaként is. Továbbá használják még hőszigetelésként és tető héjalásként is. Létezik teherhordó szalmafalás épület is, de faváz szerkezettel ötvözve, jelentősen javulnak a szilárdsági és statikai tulajdonságai az ilyen háznak, ezért ebből több működő típust is alkalmaznak.

Kivitelezési költsége nagyságrendileg hasonló egy hagyományos Porotherm téglás házéhoz, viszont üzemeltetés szempontjából rendkívül gazdaságos, mivel kicsi a rezsi költsége és olcsón fenn lehet tartani. Éghetőségi kategóriája vályogvakolat ellátásával jelentős mértékben javul, hiszen 5 centiméter külső és belső vakolat

^[3]https://www.homeinfo.hu/epitkezes-felujitas/szerkezet/1292-szalmabalahaz?fbclid=IwAR05MsN7T2k21WPnqBoBj5-e_LmWfhpbCQj1OE0NhcXelaop9v5KyZkhPg (2019.09.04.)

^[4]<http://hu.biomarmicrobialtechnologies.com/houses-of-straw-principle-of-construction-advantages-and-disadvantages-3461> (2019.09.16.)

hatására 90 percig kibírja a tüzet, emiatt a nehezen éghető (B) kategóriába sorolják. Egy szalmaház ökológiai lábnyoma jóval kisebb, mint egy hagyományos építési móddal készült épületnek, mivel nem környezetterhelő és energiatakarékos is.

Ha a szalmát utólagos hőszigetelésként használjuk fel egy vályogháznál, akkor nagymértékben javulnak a hőszigetelési tulajdonságai, az U értéke 1,39 W/m²K-ről 0,15 W/m²K-re módosul. Szerkezetváltozatai időről-időre bővülnek és fejlődnek. A rá kerülő vályogvakolat a belső térben keletkező párával rendkívül jól gazdálkodik, mert mikor nagy a tartalma, akkor magába szippantja, mikor kevés, akkor részben kiengedi, így egy kellemes páratartalom jön létre a házban és nagymértékben csökkentve ezzel a penész kialakulását. Tehát a betegségek kialakulását is csökkenti. Mivel minden évben terem, ezért előállítási költsége kicsinek számít és könnyen vissza is forgatható a természetbe, ami valljuk be, nagy előnynek számít.

A szalmaház építésébe a rokonokat, ismerősöket is be lehet vonni, a bálák elhelyezésénél, élőmunka költséget spórolva ezzel. Az ország keleti részén már kezd egyre nagyobb igény lenni rá. Ha favázás a ház, akkor hosszú élettartammal rendelkezik. Végül a vályogvakolattal ötvözve, a széndioxidot is megköti a levegőben.

Hátrányaként megemlíthető, hogy a nedvesség minden formájára érzékeny, és tűzveszélyes. Ez utóbbin kétoldali vályogvakolattal tudnak javítani. Fontos a beépített szalma tömörsége, hogy rés ne keletkezzen az adott szerkezeten. A rovarok és rágcsálók ellen a vályogvakolat szintén jó megoldásnak bizonyul. A rágcsálók elleni védelmet megfelelő sűrűségű kiegészítő háló beépítésével lehet fokozni. Sajnos ma még nincs elég képzett szakember az ilyen fajta ház építésére, ezért az élőmunka megoldása nehézséget okozhat. Mivel ez az anyag nem található meg a tűzépen, ezért személyesen kell beszerezni. A ház építésekor, a bálák elhelyezése kiporzással járhat, ezért ez nem egészséges, ellene pormaszkkal lehet védekezni. Nem áll még rendelkezésünkre elegendő megfelelőségi bizonylat a szalmaépítés különböző szerkezetváltozataihoz, mert Magyarországon jelenleg csak egy féle módon lehet szalmaházat építeni.

3.1.4. Alkalmazása az építőiparban és szerkezetei

Szalmát sokféleképpen fel lehet használni az építőiparban, falak, hőszigetelések és tetőfedés céljából. A szerkezeti kialakítások, megoldások is egyre csak sokasodnak.

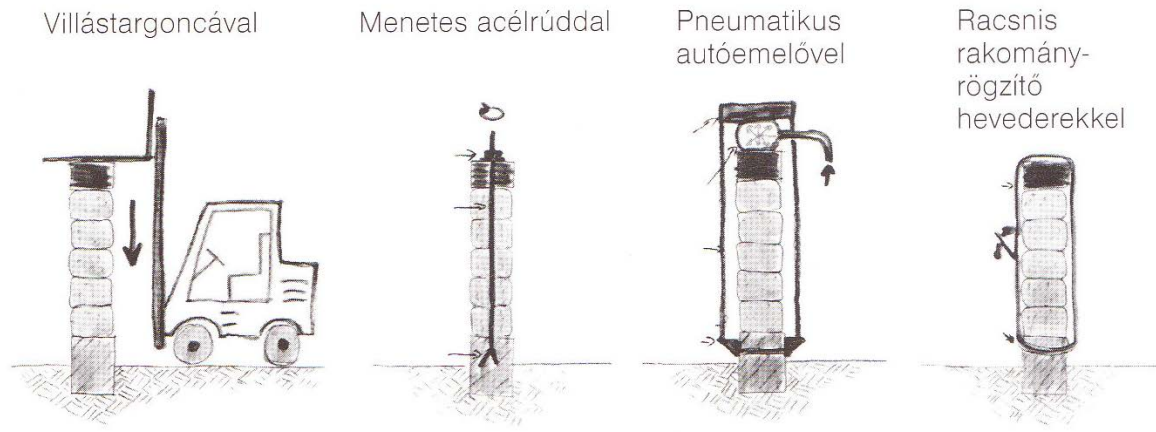
Először a szalmafalak témakörét fejteném ki és ismertetnék pár falépítési technikát.

[2.2] Ahhoz hogy falszerkezeteket lehessen építeni ebből az építőanyagból, szalmabálára van szükségünk. Egy ilyen elem akkor megfelelő, ha szögletes és kellően tömören van elkészítve és ki is van szárítva, a jobb hőszigetelés és szilárdság elérése érdekében. Ezt személyesen kell beszereznünk, bálázással foglalkozó mezőgazdasági cégektől. Ennek során előnyös megbeszélni ezt a munkafolyamatot végző személlyel azt is, hogy kellően tömörre csinálja a bálákat, és hogy körülbelül mekkora mennyiségre lesz szükség. Továbbá fontos az is, hogy lehetőleg minél több épp szalmaszál legyen benne, és aranyárga színű legyen, gyomnövényt lehetőleg ne tartalmazzon, a nagy nedvességtartalma és a szára gyengesége miatt, mert így nagy mennyiségben nedvesség maradhat a falban, ami penészesedést okozhat.

[1.2], [2.3] A legrégebbi szalmaépület készítésénél a szalmabálák hordták a terhet, így ez a teherhordó építési eljárás, ahol a bálákat kötésben helyezték el, egy stabil beton vagy téglalábazat volt a fogadó szerkezet, ami egyébként ma sincs máshogy.

Mivel ebben az esetben a szalmabálák hordják a falak felett lévő födém és tetőszerkezet, esetleg a következő szint terhet is, ezért ezt a szerkezetet kellően stabillá és merevvé kell tenni, hogy az idő múlásával ne nyomódjon össze annyira a szalmafal, hogy emiatt károsodás keletkezzen benne. Továbbá az oldalról vagy ferdén ráható terhek ne nyomják ki a falat a függőleges síkból. Ennek elérése érdekében több megoldás is rendelkezésünkre áll, amik közül az egyik a feszítőrudas eljárás, ahol, a lábazatból kiálló menetes betétekre fűzik rá a szalmabálákat a tengelyük vonalában. Bálánként 2 acélrúd szükséges, viszont ezt a módszert napjainkban már nem nagyon alkalmazzák, mivel egyrészt munkaigényesebb, mert a bálát rá kell fűzni a rudakra, illetve a felületükön lecsapódott nedvesség a szalmába kerülve, káros hatással van rá, dohosodást, penészesedést idézhet elő.

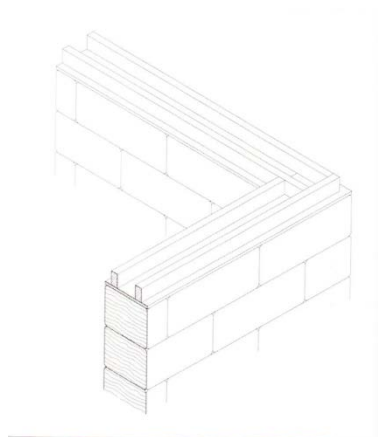
A másik módszer pedig a feszítőeljárás, ahol feszítő köteleket helyeznek el a fal külső és belső oldalán, melyet a lábazathoz és a fal tetején lévő fakoszorúhoz rögzítenek és előfeszítik, így a rákerülő terhek által létrejövő összenyomódás nem okoz károsodást a falban (12. ábra).



12. ábra
Szalmatömörítési módok

Az előfeszítést előidézhetik még targonccával, a felszerkezet tömegével illetve pneumatikus autóemelővel is. A téglakötésben helyezett bálafal tetejére egy nedvesség elleni fóliát kell helyezni, mely megakadályozza, hogy felülről víz kerüljön a szerkezetbe. Erre helyezik el a 2 darab koszorúgerendát, melyekre élvédőt is tesznek annak érdekében, hogy a gerendára kerülő kötél a feszítés hatására ne roncsolja annak élét. A nyílásképzésnél itt is a fapallók játszanak szerepet, mivel mind az ajtónál, mind az ablakoknál ezeket az elemet építik be keretnek és az áthidalót is ezekből képzik.

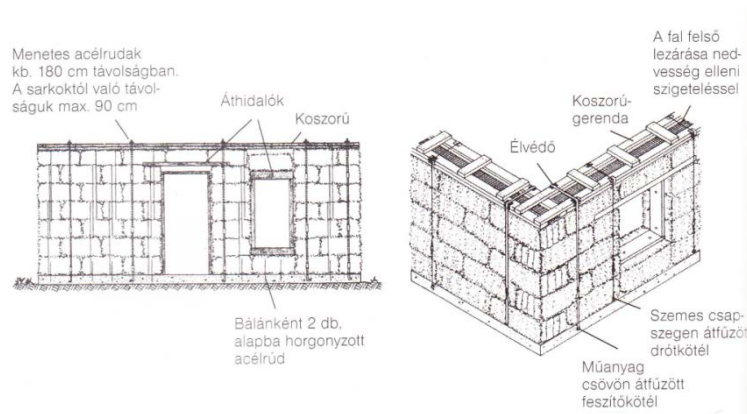
[2.4]A koszorú kialakítására rendelkezésünkre áll még egy megoldás, mégpedig az, hogy a szalmabálák tetején egy teherelosztó rétegelt lemezt alkalmaznak, hogy a terheket egyenletesen továbbítsa a falra (13. ábra).



13. ábra
Szalmafal fa koszorúja

Az elem két szélén kerül 2 darab élére állított deszka, melyek között távtartókat helyeznek el, melyekre a lefűző szálak és hornyok vannak ráerősítve. Az utóbbi technika eredményesebbnek tűnik, a terhek egyenletesebb átadódása miatt.

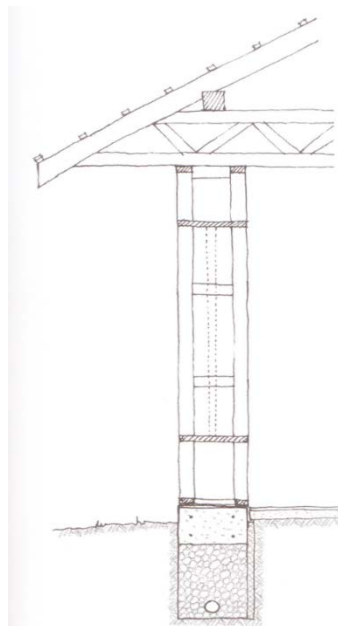
[1.2]A teherhordó falas építési módnál 2 eljárást is meg lehet különböztetni, az egyik a száraz építéstechnológia, ahol kötőanyag nélkül, szárazon, kötésben helyezik el a bálákat és a nedves technológia, ahol pedig habarcsba (14. ábra).



14. ábra

Teherhordó szalmafal száraz építéstechnológiája

Az utóbbinál vályoghabarcsot alkalmaznak, amit alkalmanként pelyvával erősítenek, mely gyorsítja a keverék száradását és javítja a fal hőtechnikai tulajdonságait, és a repedések kialakulását segíti elkerülni. Ennél az eljárásnál vakolat csak akkor kerülhet a falra, ha a habarcsban lévő nedvesség már elpárolgott a falból, hiszen a szerkezet csak akkor vakolható, ha teljes egészében száraz.



15. ábra

Fal és földémváz csatlakozása

[1.3],[2.5]Egyre ismertebbé és elterjedtebbé válik a nem teherhordó szalmafalas technológia, ahol egy faváz hordja a terheket és a szalmabála csak vázkitöltő szerepet kap.

Különösképp előnye ennek a kialakításnak az, hogy a tetőszerkezet terhét is a váz hordja és ez már a kitöltő fal elhelyezése előtt megépül, így nem kell tartani az időjárási viszonyoktól sem az építés során, mert védett helyre kerül az építőanyag (15.ábra). Ennél a technológiánál kivitelezhető úgy az épület, amikor a faváz a szalma között van és egy síkban készül a fal, illetve a szalma, a faváztól független, vagyis eltérő síkban helyezik el a bálákat, a

faváz előtt, vagy mögött, ez utóbbi 2 kialakítás esztétikai szerepük miatt lehet jelentősebb. Elkészíthető kicsi és nagyméretű bálákból is a ház.

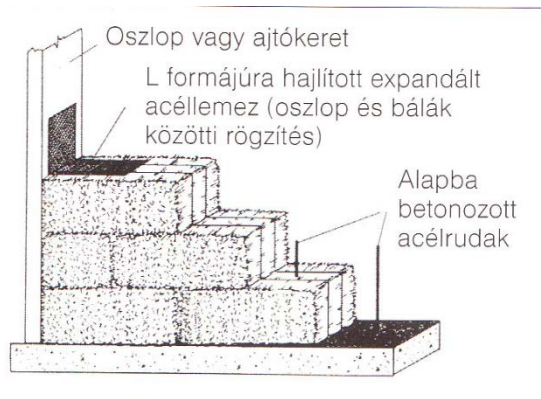
A legelterjedtebb építési mód a fentiek közül, a létraváz szerkezet, ami egyben a legrégebbi favázás technológia, és az első ilyen épület még ma is funkcionál (16. ábra).



16. ábra
Létravázás szalmafal

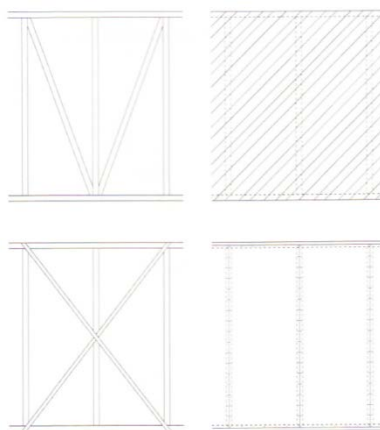
A vastagsága általában 35 centiméter és összedolgozható a szalmával. A váz tervezése függ, az a szalmabálák méretétől, és a nyílások kiosztásától és ház méretezésétől. A bála méretéből adódóan a favázat 50-80 centiméteres kiosztással készítik. A fal sarkainál oszlopokat helyeznek el, a nyílászáróknál pedig a létravázat, melyekre kívülről egy lécezés is kerülhet merevítés és a később rákerülő vakolat miatt. Mikor a szalmabálákat elhelyezik a létraváz közé, akkor azt hozzá kell rögzíteni a kerethez, hogy később ne mozduljon ki a fal síkjából az őt érő terhek hatására, ám a bála is nyomja a létravázat, ezért azt is merevíteni kell lécezéssel, az alakváltozások csökkentése miatt.

A fal sarkait merevebbé kell tenni, melyre több megoldás is lehetséges, az egyiknél betonacélokat rögzítenek a bálák közé, mely összeköti őket, vagy kettő soronként egy rétegelt lemezt helyeznek el, ami három bálát is képes összekapcsolni a sarokban, és lyukakkal vannak ellátva, amin a bálák lefűzése és rögzítése oldható meg (17. ábra).



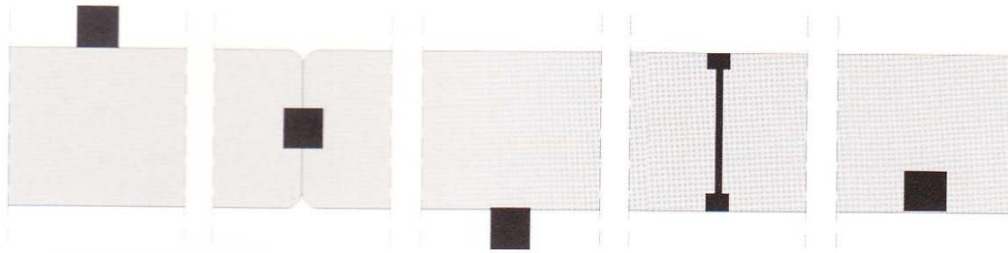
17. ábra
Szalmafal merevítési megoldások

Ahhoz, hogy a faváz kellően merev legyen, az eddig említettekén túl, elhelyezhető még farost deszka a keret külső síkján és merevítő gerendák is (18. ábra). Azért alkalmazzák gyakran, mert amellet, hogy időtálló, Magyarországon még csak erre adtak építési engedélyt. Előnyösnek bizonyul az is, hogy a bálázás és a vakolás házilag is elkészíthető, spórolva ezzel az élők munkája költségén.



18. ábra
További szalmafal merevítési megoldások

Fontos észben tartani azonban, hogy bármilyen tartóvázat alkalmazunk a lehetőségek közül, a szalmabálát mindig hozzá kell erősíteni. A szerkezet tervezésénél, meg kell vizsgálni a pillérváz fajtáját és helyzetét, hogy melyik lehet a legalkalmasabb az építető igényeinek (19. ábra).



19. ábra
Tartóváz elhelyezési pozíciók a szalmafalban

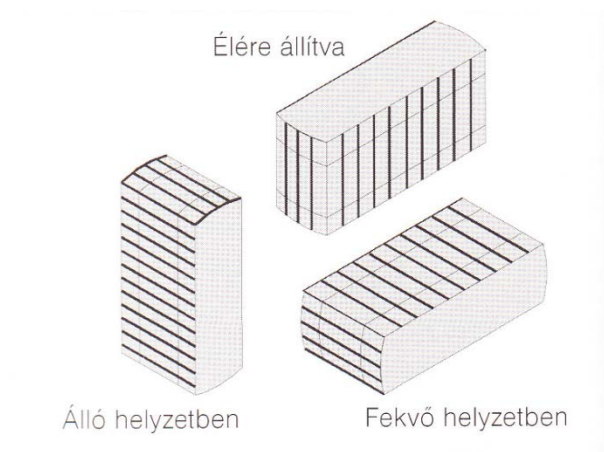
Ahogy minden szerkezetnek, ezeknek is megvannak az előnyei és a hátrányai, azonban talán mindközül a legelőnyösebbnek az „I” tartóváz ígérkezik. Elsősorban azért, mert a rá kerülő lécezés történhet egyből ehhez a vázhoz, és nincs szükség kiegészítő szerkezetre hozzá, másrészt a bálák kissé kerek sarkai pont belepasszolnak a váz geometriájába, és jobban bent is tartja a helyén bálákat, vagyis merevebb szerkezetet kapunk.

Előfordul az is, hogy a tartóvázat a bálákon kívül helyezik el, ez esztétikában tesz hozzá sokat a ház arculatához, ám bár a keret ki van téve az időjárás viszontagságainak, és hőhíd keletkezhet rajta. Ebben az esetben a bála fala egységesen kötésben készül el, de figyelni kell a nyílások kialakítására, mert ott szabni kell őket.

Elterjedt még az a kialakítási mód, mikor a pillérvázat a szalmabálában helyezik el, de nem a közepén, hanem a belső oldalán és a bútorok polcok felhelyezése miatt tud előnyös lenni. A bálákat ezeken a helyeken, ki kell könnyíteni fűrészszel.

A fal hőtechnikai tulajdonságain úgy lehet javítani még, ha a szalmabálákat nem fektetve, hanem állítva helyezik el, függőleges pozícióban, mivel így a lamda értéke kisebb. Az élére állított bála lamda és U értéke kisebb, mint a fekvő pozícióban lévőnek. Viszont a szalmaszálak igazításánál könnyebb elválni a bálát összekötő drótot vagy zsinórt. Továbbá minél nagyobb a szalmafal vastagsága, annál jobban tud hőszigetelni. Az élére állított bála alakváltozása pedig nagyobb, mint a fekvőé, a rájuk ható függőleges teher hatására (20. ábra).

A szalmabála építést már passzívházak készítésére is alkalmazzák manapság, a rendkívül előnyös hőtechnikai tulajdonságai miatt, mely felveszi a versenyt más hőszigetelésekkel is.



20. ábra
Szalmabála elhelyezési pozíciók

Elsősorban külföldön kezd ismertté válni a szalmabáláknak a paneles építési módja. Ezek közül megkülönböztetünk kisebb falpaneleket, amikor a fal több egységből áll össze, illetve egész falhosszúságú szerkezeteket.

A technológia lényege abból áll, hogy előre megtervezett, elemtervek alapján a paneleket gyárban megépítik. Először a favázat szerelik össze, majd a keretet kitöltik tömörített szalmával.

Először a kisebb egységekről írnék pár gondolatot. A módszer a létravázás építés tovább gondolása, ahol a gyárban létrehoznak egy merev keretet, amit tömörített szalmával töltenek ki, így merev szerkezeteket kapnak, nyílások felett a keretet ferde helyzetű lécekkal teszik stabilabbá. Miután a gyárban elkészültek az elemek, a helyszínre szállítják őket és ott csak összeszerelik őket.

A fal fogadó szerkezete egy vasbeton lábazat, melyen bitumenes vízszigetelést helyeznek el. Az építésnél nagyon kell figyelni a méretpontosságra, hiszen ha eltérés alakul ki, az emelek nem fognak beférni egymás mellé, vagy hézag jön létre. A rögzítésük egymáshoz csavarral történik, ahol a keretállások szélső pillérjeit fúrják össze vízszintesen egymáshoz, illetve le a lábazathoz. A panelek között légzáró tömítést alkalmaznak. A nyílások felett az elhelyezés kicsit máshogy történik. A szabadon hagyott terület két oldalán lévő keret nyílászáró felőli, oldalára fúrnak fel léceket vízszintes irányban, és erre engedi rá a daru az elemet, amin becsúsztatják a helyére azt, így alá sem kell támasztani, mert a csavarok egyből fel tudják venni annak terhet.

A módszer előnye hogy gyorsan fel lehet építeni a házat, pontosabb kivitelezést tesz lehetővé, viszont amiatt, hogy előre gyártott, költségesebb is.

A másik eljárásnál, ahol falhosszúságú részeket képeznek, annyiban különbözik az előzőtől, hogy a keretekre külső és belső faburkolat is kerül merevítőként, a könnyebb mozgathatóság érdekében, mely esztétikus lehet, viszont ebben az esetben nem szabad elfeledkezni a vályogtapasztás fontosságáról tűzvédelem miatt (21. ábra).



21. ábra
Szalma falpanel vályogtapasztása

Viszont ezzel az építéssel még gyorsabban el tud készülni az épület falazata, és egyből kerülhetnek rá, a födém fagerendái, mely egyben merevíti is a falszerkezetet (22. ábra).



22. ábra
Szalma falpanel kialakítása

[1.4]Érdemes megemlíteni a szalmaházak épületgépészeti követelményeit, melyeket fontos betartani.

A fűtést tekintve alkalmazható a szalmaházban kandalló, cserépkályha, falfűtés és padlófűtés is. Az utóbbi kettő esetében viszont figyelni kell arra, hogy fűtőcsöveket

nem szabad a szalmafalba beépíteni, mert meghibásodás esetén nedvesedést okoz a falazatban, ami károsítja a szerkezetet, ezért azokat csak fal előtt lehet elhelyezni, amit esetenként burkolattal rejtenek el. Padló és falfűtés esetében, ajánlott a levegő-víz hőszivattyúval való fűtés a költséghatékonysága szempontjából, mivel a kültérben lévő hideg levegőt alakítja át meleg levegővé.

Előnyére válnak ezeknek a megoldásoknak, hogy a ház minden terét be lehet vele fűteni, viszont a hátránya, hogy fűtéscsövek műanyagból vannak, amik nem környezetbarátok és rendeltetési idejük lejártá után hulladékot hagynak maguk után.

A cserépkályha és a kandallót előszeretettel alkalmaznak szalma és vályogházakban, mert nagymértékben csökkenthető vele a rezsi költség és több ideig bent tartja a meleget a házban. Hátránya az lehet, hogy csak korlátozott számú helyiséget tud befűteni.

Tovább lépve a vízvezetékek beépítésére, a falban ezek a vezetékek sem vihetők, egyrészt a már előbbinél is említett, a vezetékek esetleges károsodása roncsolhatja a szalma falat, illetve a vezetékek külső felületén kialakuló páralecsapódás sem tesz jót a szerkezetnek, ezért ezeket a vezetékeket is tanácsos a fal síkja előtt, elburkoltan vezetni.

Viszont, ha a válaszfalak anyagaként égetett agyag téglát választ az ember, akkor azokban kiválóan el lehet helyezni őket.

Mivel a vezetékek beépítése némi akadályba ütközik a szalmaházak esetén, ezért érdemes a vizes helyiségeket egymás mellé helyezni, spórolva ezzel a vezetékek elburkolásán, a vezetékek hosszán, és a többletmunkán.

A szalmabála ház tervezésénél már azt is figyelembe kell venni, hogy a helyiségek bútorozása hogyan lesz kialakítva, mivel a falazat vázrendszerét annak megfelelően kell kialakítani, hogy azok felrögzíthetők legyenek a fatartókra. Ámbár rendelkezésünkre áll egy másik megoldás is, amikor ezek a berendezések lábakra vannak állítva, így csak kisebb mértékben befolyásolja a tervezés menetét.

A szalma amellet hogy, alkalmas teherhordó és nem teherhordó fal építésére, felhasználható még hőszigetelő anyagként is, homlokzatra, födémbe, padlóba és tetőbe is egyaránt.

Elsőként a homlokzati hőszigetelésről írnék pár szót. Gyakran alkalmazzák régi elhagyatott vályogházaknál, ahol ezzel a beavatkozással ismét „életképessé” lehet tenni a házat (23. ábra).

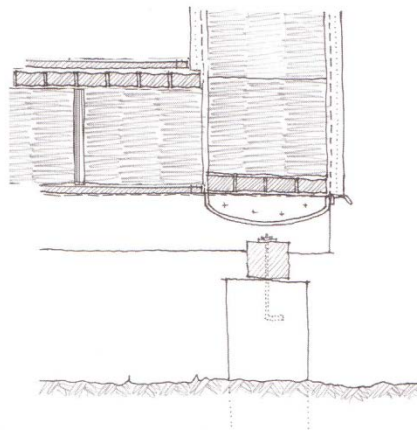


23. ábra
Favásas szalmabála homlokzati hőszigetelés

A folyamat azzal indul, hogy meg kell vizsgálni a meglévő ház külső vakolatának állapotát. Ha helyenként hibákat rejt, vakolatleválások vannak rajta, azokat szükséges kijavítani. A szalmabálákat élére fektetve építik be, ami 35 centiméteres vastagságot jelent, ezért ennek egy megfelelő sávalapozás és egy lábazat szükséges, amit a csapó eső elleni védelem miatt kell kialakítani. Az alapozás mélysége itt is meg kell, hogy haladja a fagyhatárt. A lábazati fal anyagként gyakran használnak kisméretű téglát, de fagyálló betonból is készülhet. Ezután megépítik a fakalodát, melyek közé a bálák lesznek elhelyezve. Az elkészült lábazaton ki kell alakítani egy 5 centiméteres kavicssterítést azért, hogy a meglévő falból elpárolgó nedvesség ebben a rétegben el tudjon párologni, és ne a szalmafalban okozzon problémát. Mielőtt a bálát a helyére tennék, a fal felől el kell látni vályog vakolat réteggel, a tűz elleni védelem miatt. Ha nem fakeret készül a szigeteléshez, akkor a falhoz kell rögzíteni a bálákat. Végül a keretre léceket szegelnek, ami azt a szerepet szolgálja, hogy nem engedi elmozdulni a szalmabálát a fal síkjából. Az elkészült hőszigetelést ugyanúgy be kell vakolni, mint az ebből az anyagból készülő falat. Amikor egy ilyen szerkezet kerül a régi épület külső falai elé, akkor számolni kell azzal, hogy a megnövekedett falvastagság miatt, a nyílászárók jobban leárnyékolnak lesznek.

[1.5],[2.6]Padló hőszigetelésére is alkalmazható ez az anyag, csak különösen ügyelni kell a víz elleni védelem megoldására, főleg a talajból felszivárgó nedvességre. A szerkezet tervezésekor számolni kell azzal, hogy a szalmabála miatt növekedni fog a padló vastagsága. Kialakítását az is befolyásolja, hogy a padló talajon fekvő, vagy lábakon álló lesz e. Kialakításánál a falat pontalapok támasztják alá, melyekre fagerendákat tesznek és ez lesz a szalmafal fogadó szerkezete. Ezután megépítik a

bálafalakat, majd ezt követően, a padlószerkezet is elhelyezhető, ahol beépíthető a bálaszigetelés, felé pedig kialakítható a fa padlóburkolatot tartó faváz és a padlóburkolat. Fontos tervezési szempont lehet, hogy a pontalapok miatt olyan anyagú válaszfalakat kell választani, melynek tömege kisebb, így nincs szükség külön alapozásra. Ami talán a legelőnyösebbnek tűnik, az a könnyűszerkezetes válaszfal. A lábakra állított ház esetében, előnyünkre válik, hogy nem kell vízszigetelést alkalmazni (24. ábra). Fontos a tervezésnél figyelembe venni azt is, hogy az épület alatt mekkora az átszellőztetett réteg, mert ha nincs eléggé elemelve a ház a földtől, akkor a levegő beszorul az épület alá, ezért ezt úgy kell kialakítani, hogy a levegő kellőképpen át tudjon járni alatta. Előnyére válják, hogy ezzel a megoldással költséget, anyagot, időt és munkát spórol meg az ember, illetve az ökológiai lábnyoma is nagymértékben csökken.



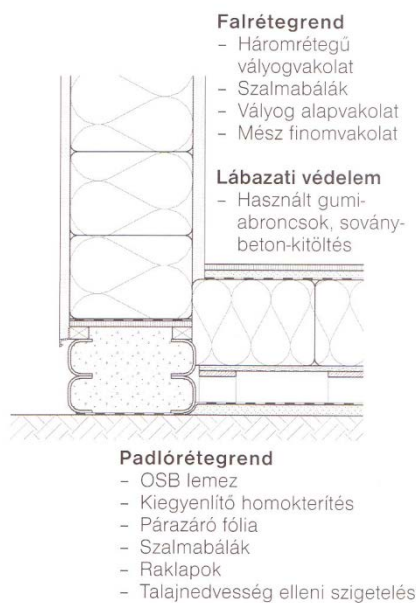
24. ábra
Lábakra állított szalmabála ház

Talajon fekvő padló esetében, a rétegrendek kialakítására több megoldás is a rendelkezésünkre áll. A tervezésbe bele kell kalkulálni, hogy a szalmabálák miatt nagyobb lesz a padló vastagsága, így annak megfelelő szinten kell kezdeni a bálák alatt lévő rétegeket.

Az egyik kialakítási módnál a termett talajra egy 20 centiméter vastag kavicsréteget terítenek a víz kapilláris hatásának megszakításának érdekében, melyre egy kiegyenlítő betonréteg, majd egy talajnedvesség elleni szigetelés kerül. A szalmabálákat pedig erre helyezik rá, melyre kerülhet földből készült burkolat, vagy pedig faburkolatot is, ami egyrészt negatívum, mert tűz esetén nem védi meg a szalmát, így az könnyen lángra kaphat. Ámbár ha a szalmabálákra kerül egy vályogvakolat réteg és arra teszik rá a faburkolatot, már megállja a helyét. Sőt

fokozható azzal a rétegrend, ha a faburkolat újrahasznosított faparkettából készül, mert így költséget is spórolhatunk, és megfelelő felületkezelésekkel ismét esztétikussá tehető a burkolat.

A második módszernél, a talajnedvesség elleni szigetelésre raklapokat tesznek, mely a szalmabála fogadó szerkezete, és az erre kerülő többi réteg pedig egyezik az előző megoldásával.



25. ábra
Gumiabroncsba töltött betonlábazat

Néhol a faburkolat és a párazáró fólia közé homokterítést tesznek a hasznos teher egyenletesebb átadása miatt a szalmára.

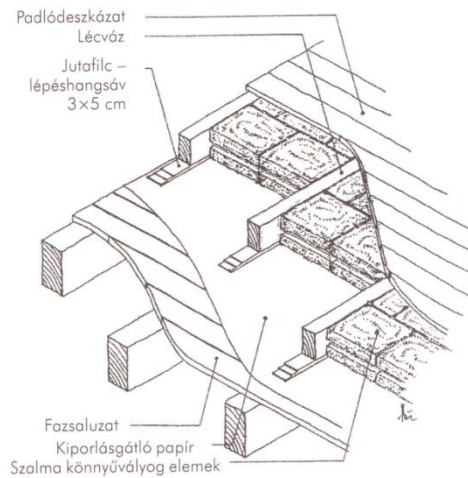
Ami elsőbbségként emelhető ki ennél a kialakításnál, hogy újrahasznosított anyagokkal dolgoznak, mind a gumiabroncsba töltött betonlábazattal, mind pedig a raklapokra helyezett szalmabálákkal (25. ábra). Ami talán előnytelenségnek mondható, hogy a gumi és a beton már nem tud lebomlani, nem környezetbarát anyagot és hulladékot hagynak maguk után.

További hátránya, hogy a padlóban a szalma nincsen tűz ellen vályoggal betapasztva se alul, se felül.

A födémszerkezet több funkciót is betölt, mert amellet hogy merevíti a falszerkezeteket és összefogja azokat, térelválasztó szerepet is betölt. Ezek mellett átveszi a tetőszerkezet súlyát és továbbítja a falszerkezetre, valamint a tetőszerkezetben keletkezett oldalirányú erőket is felveszi.

[1.6] Napjainkban a favázás szalmaházaknál már több szintes épület is szóba kerülhet, ezért az ajánlott födémszerkezet a fafödém, mégpedig a gerendafödém, melynél a gerendák egy bizonyos fesztávolságonként vannak beépítve. Közöttük előfordul, hogy csak levegő van, mint például a borított gerendafödémnél, akkor ajánlott kitölteni a gerendák közét, vagy ha látszó gerendás, akkor a padló rétegrendbe beágyazni egy olyan anyagot, amely segíti a hanggátlást. Erre alkalmas a vályog több formában is, mégpedig tömörtéglás és szalmás könnyűvályog elemek formájában. Azonban mindkét megoldásnál gondoskodni kell az építőanyag kiporzás

elleni védelméről, illetve a lépéshang gátlást még deszka vagy gerenda alá helyezett jutafilccel is elő kell segíteni (26. ábra).



26. ábra
Könnyűvályog elemekkel hőszigetelt fafödém

A nehézvályog elemek, ahogy a nevéből is adódik, nagyobb tömeggel rendelkeznek, ezért az ezt a réteget alátámasztó szerkezetek teherbírását, ennek megfelelően kell tervezni, emiatt erősebb és drágább faanyagra lehet szükség.

Talán ami a könnyűvályog elemek hátrányaként szolgál, hogy ezek előre gyártott elemek ezért költségesebbek lehetnek, viszont a hanggátlást nagyon jól megoldják.

Abban az esetben, ha az épület nem bővül több szinttel és beépített padlásteret szeretnénk alkalmazni, ezek a megoldások szintén ajánlottak. Viszont ha nem szeretnénk beépíteni, más megoldásra lesz szükség azért, hogy a termikus burok teljes legyen. Mivel szalmaházról beszélünk és a falban, padlóban is ez az anyag tölti be a hőszigetelés funkcióját, ezért ajánlott a födémekben is ezt alkalmazni. Általában a födémgerendák között töltik ki ezzel az anyaggal, melyeknek olyan magasnak kell lenniük, mint a szalmabáláknak. Mivel 35 centiméteres vastagságról beszélünk, ezért gazdaságosabb megoldásnak tűnhet itt is az I tartók alkalmazása, azzal a különbséggel, hogy ennél a módszernél a tartókat ferde rácsok kötik össze, így a teherátadás hatékonyabb és a szerkezet is nagyobb merevséget tud elérni. Ezeken túl ötvözhető a fedélszerkezettel is, így egy merevebb és jobban együttműködő szerkezet alakulhat ki. A tűz elleni védelmet itt is meg kell oldani, vályogtapasztással. Előre gyártott paneles építést ennél a szerkezetenél is alkalmaznak, mely a fatartók, rá kerülő burkoló lemezek és az előregyártás miatt szintén költséges, de időhatékony megoldásnak minősül (27. ábra).



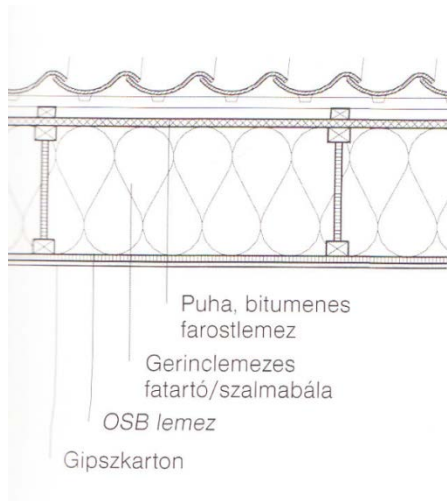
27. ábra
Favázás, szalma földémpanel

[1.7],[2.7]A tetőszerkezet hőszigetelésére is előszeretettel használják a szalmabálát, főleg akkor, amikor nincsen az épületben födém, hogy a termikus burok itt is teljes legyen.

Tervezésnél figyelembe kell venni a tető terheit, és annak megfelelően kialakítani, hogy a teherelosztás mértéke a falra lehetőleg egyenletesen történjen.

A fedélszék tartóvázát előnyös a szalmabáláknak megfelelően megépíteni, ami azt jelenti, hogy a szarufák mérete bálák méretéhez igazodóan van létrehozva, illetve a tengelytávolsága is úgy van megtervezve, hogy egy bála pont befér két szarufa közé,

így szabni is csak a nyílásoknál és a tetőgerincnél szükséges (28. ábra).



28. ábra
Szalmabála tetőszigetelés

Fontos még a hőszigetelő elemek szorosan egymás mellé helyezése is, egyrészt a szélszívás hatása miatt, másrészt a jobb hőszigetelő képesség miatt. Viszont mivel a szaruzatnál nincs hőszigetelés elhelyezve, ezért így vonal menti hőhidak alakulnak ki, amit ajánlott mérsékelni, így erre megoldásul szintén a rácsos tartók szolgálnak.

Ezen szerkezet héjalását ismét tanácsolt jól átgondolni, az őt érő hatások, terhek és környezetbarát szerepe miatt. Tetőknél előfordul, hogy előre gyártott szerkezeteknél is alkalmazzák a

szalmát, ahol a keretes szerkezet már előre el van készítve a gyárban és a hőszigetelés funkcióját a bálák töltik be, amiket egymás mellett tömörítve kell

elhelyezni Ez a megoldás sokkal költségesebb, mint a helyszíni gyártás, egyrészt mert a szarufák szerepét ragasztott fatartók töltik be, másrészt az előregyártás, harmadrészt a kiszállítási költség miatt.

Ha már a tetőkről beszélünk, érdemes megemlíteni a szintén szalmából készülő kévefedést is, mely a régi magyar népi építészetben elterjedt tetőfedési megoldás volt.

Az építés menetét a szalma előkészítése előzi meg. Az első ilyen fázis a zsuppolás, ahol kiválogatják a szalmából azokat a szálakat, melyeket fel tudnak használni építési célokra. Ezt követi a cséplés, vagyis a kévékből el kell távolítani a magokat, hogy azokat elsősorban a következő évben, fel lehessen használni vetéshez. Másodrészt, ha ez a folyamat nem történne meg, a beépített kéve nedvesség hatására kikelne a tetőn, harmadrészt pedig a madarak és a rágcsálók megtalálnák és elfogyasztanák a magvakat. Ez a folyamat cséplőgép segítségével történik meg.

Majd jön a fésűasztal, mely kiszűri a gyengébb, rövidebb szalmaszálakat, így csak az erős és hosszabb szálak maradnak meg. Ezután a szalmaszálakat szoknyás kévékbe kötik, és több rétegben, átfedéssel, elhelyezik a tetőn, ahol a fedélszékhez és egymáshoz erősítik őket. Végül a tető alján lévő kiálló szálakat egységesre vágják.

Pozitívumként emelhető ki, hogy a tetőfedés fogadószerkezete készülhet újrahasznosított fagerendákból, melyeket már egyszer felhasználtak építési célra és még mindig jó állapotban vannak. Gazdaságos és viszonylag gyorsan elkészíthető a kévefedés és nem hagy maga után felesleges hulladékot sem, mert rendeltetési idejének lejárta után, visszaforgatható a természetbe. Minden évben újratermelődik, tehát könnyű előállítani. Mivel ezt még bálázni sem kell, ezért a mezőről az aratás és megfelelő kiszáradás után, egyből elvihető, miután ezt a gazdával megbeszélte és a költségeket is kifizette az illető érte.

Nemcsak a tetőfedés szerepét látja el, hanem a hőszigetelést is.

Amit hátrányként említenék meg az, hogy manapság már ritkán alkalmaznak szalmát tetőfedésre, mivel nem olyan tartós, és időnként cserélni kell. Mivel nem kedveli a nedvességet, ezért az időjárás hatására, megbarnul és elkorhad az idő múlásával, nem beszélve arról, hogy a kévefedés előkészítése munkaigényes és tűzveszélyes is [1.8]. [2.8] Amikor a szalmaházak építésében elterjedt a faváz, az idő elteltével kifejlesztették ennek a továbbfejlesztett változatát dongákra és kupolákra is, ahol a

szalma ugyanazt a hőszigetelő és vázkitöltő szerepet tölti be, mint a falaknál is (29. ábra).



29. ábra
Ragasztott szalmakupola

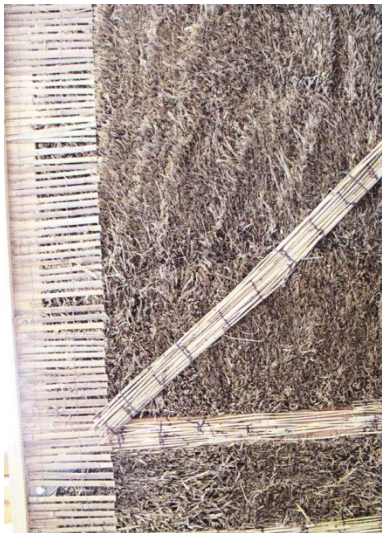
[1.9],[2.9]A szalmából készült falak felületképzése történhet vakolással és faburkolattal, mely egy légréssel hagyja átszellőzni a falat, viszont tűzállóság szempontjából nem előnyös, ezért elsősorban a vakolás ajánlott, amire ugyanúgy kerülhet átszellőztetett faburkolat.

A vakolatréteg készülhet mészből, gipszből és vályogból a szalmafalra. Mivel a vályog érzékeny a nedvességre, ezért ez kívülre csak úgy ajánlandó, ha az esőtől és csapóesőtől védve van és kerül rá még mészvakolat is, mely jobban ellen tud állni a víznek. Az előbb felsorolt problémák ellen, megoldásként szolgál a nagyobb eresztűlnyúlás vagy zöldhomlokzat kialakítása, esetleg stabilizáló anyagok hozzáadása a vályoghoz, hogy növeljék a vízzel szembeni ellenálló képességét. Azonban az utóbbi eljárás nem nagyon ajánlott, mivel így a falból távozni akaró párát, az ily módon stabilizált vakolat már csak kismértékben tudja átengedni, így az lecsapódhat a szalmafalban, ami ez által károsíthatja azt.

A vályog stabilizálható cementtel, bitumennel és lenolajjal is, melyek növelik a vízálló hatását, viszont ez által nehezebben keverhető, felhordható és eldolgozható a keverék a falon. A csapóeső és a felfröcsögő víz elleni védelmet, lábazati fallal tudjuk kialakítani, mely 30-50 cm magas legyen.

Kültéri vakolás szempontjából optimális megoldásnak az tűnhet, ha a szalmafalra 3 réteg vályogvakolat kerül és erre még 1 vagy 2 réteg mészvakolatot hordanak fel.

Az utóbbi anyaghoz, ha kazeint adnak hozzá, akkor kevesebb nedvességet tud felvenni.



30. ábra
Nádszövet erősítés

A külső felületképzés azzal kezdődik, hogy a falban lévő jelentősebb kiálló szalmaszálakat eltávolítják. Ha a fal síkjában látszódik a fa tartószerkezet, azok felületét nádszövet erősítéssel, kell ellátni (30. ábra), de alkalmas még erre a célra a jutaszövet és a bambusz is, mert azokon a vályog máshogyan nem tapad meg. Ezen vakolat teljes vastagságát az alapvakolat és a finomvakolat képezi. Az alapvakolat két rétegből épül fel. Az első egy hígabb vályogiszapos gúzréteg, egy agyagtapasztás, melyet a kézzel dolgoznak bele a falba, és a réteg célja, hogy mérsékelje a fal egyenetlenségét és a szalma minél jobban igya be magába a vályogiszapot. Ez egy kövérebb, agyagos réteg, melyen a víz elpárolgása után repedések keletkeznek, amik a következő réteg jobb tapadását segítik elő. Ahhoz, hogy a második réteget el lehessen helyezni a falon, meg kell várni az előző kiszáradását. Ez már egy soványabb anyagból készül, amit növényi rostok hozzáadásával visznek véghez. A második keverék funkciója, hogy a hepehupás falsíkot kijavítsa, kiegyenlítse. A harmadik réteg pedig egy simítóvakolat, mely finomszemcsékből áll. Erre pedig kettő kazeinnel stabilizált mészhabarc réteg kerül, mely a vályogvakolatot védi a víztől. A mészvakolat vékonyabb vastagságban kerül a falra, mert így egyszerűbben létre tud jönni a kötés. E keverék kötését a levegőben található szén-dioxid segíti elő. Száradásához még több időre van szükség, mint a vályognak. Fontos hogy az egyes vakolatrétegek jól tapadjanak egymáshoz, ezért a vakolat megelőző rétegét a munkafolyamat előtt meg kell nedvesíteni. Az elkészült felületet mészfestékekkel tanácsolt lefesteni, mely a keletező mikro repedéseket eltünteti. Ennek hátránya csak az, hogy néhány évente meg kell ismételni ezt a folyamatot és sokáig kell várni egy ebből az anyagból készülő vakolat vagy festékréteg kiszáradására. Továbbá a szembe kerülve is káros, de ezek ellen lehet védekezni. A mész előnyére válják, hogy több ideig fel lehet használni, ha nedves formában van. A párával ez az anyag is jól tud gazdálkodni és külső-belső térben egyaránt alkalmazható.

A külső felületképzés csatlakozásait ablakoknál speciálisan kell kialakítani, a párkány hőmozgásából adódóan. Ha nem figyelünk erre a jelenségre, akkor az elem

felnyomná a vakolatot és emiatt leesne az, ezért ide szegélyelemet, bádogot, vagy a párkány felhajlítását kell alkalmazni.

A vályog azonban nagyon alkalmas a belső falvakolatok elkészítésére a remek pára gazdálkodása miatt, és a belső térben a fröccsenő víznek kitett helyekre viaszos vályogot lehet alkalmazni, ami vízlepergető tulajdonsággal rendelkező felületet eredményez. A rétegek felhordása és fajtája, megegyezik a külső térben alkalmazottakkal. Ezek mellett a belső vakolással kell kezdeni a fal felületképzését, mert a belőle elpárolgó nedvesség a falon keresztül távozik. Miután ez a vakolat kiszáradt, csak utána kezdődhet meg a külső falsík felületképzése. A belső falat szintén meszfestéssel ajánlott lefesteni, mert hagyja lélegezni azt. Ezenkívül pozitívumként emelhető ki az is, hogy esztétikus megjelenést ad.

3.2. A nád

3.2.1. Definíció

„A közönséges nád az egyszikűek osztályának a perjevirágúak rendjébe, ezen belül a perjefélék családjába tartozó faj.”⁽⁵⁾ Olyan keményszárú, akár 4 méter magasra is megnövő növény, melynek előfordulási helyei a csendes vagy álló vizek, illetve a mocsaras területek. Ez a növény kiválóan alkalmas arra, hogy az építőipar több területén is felhasználják, mely alkalmas tetőfedésre, hőszigetelésre, vázkitöltő falnak favázás épületeknél, illetve vakolatok tapadó hídjának képzésére.

3.2.2. Történeti áttekintés

A nád egy olyan növény, melyet szintén ősidők óta használnak építési célokra az emberek. Az egész világon megtalálható, de jelentősebb mennyiségben Észak-Amerikában, és Európában van jelen. Ez a növény a sík területeken, csendes és állóvizekben fordul elő leggyakrabban és mivel hazánkban ezekből sok van, ezért nagymértékben el vagyunk látva vele. Ez egyben nagy előnyt is jelent, mert nagyobb mennyiségben is fel tudjuk használni építési célra.

⁽⁵⁾https://itthonatiszatonal.blog.hu/2013/07/29/nad_sas_gyekeny (2019.11.15.)



31. ábra
Óslakosok nádházai

rendkívül nagymértékben



32. ábra
Nádból készült sátorház

Az őslakosok évezredek óta építenek maguknak hajlékot belőle, mely lehetett sátorszerű építmény (31. ábra), de fallal és tetővel ellátott ház is készült.

Hazánk népi építészetében is jelentős szerepet vállalt,

mivel főleg tetőfedésre és nádbetétes vakolatok készítésére használták.

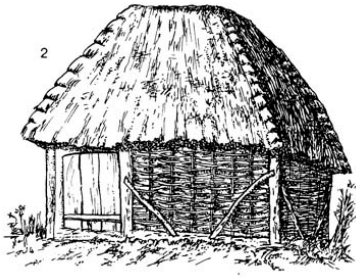
Elterjedésének oka nagyon egyszerű, hiszen régebben alkalmaztak talált, környezetbarát anyagokat építési célokra, és mivel a nád is egy ilyen építőanyag, ezért hamar felfedezték az előnyös tulajdonságait (32. ábra). Főleg olyan területeken építettek belőle, ahol erdő vagy fa hiányban voltak, illetve sík mocsaras, tavas területeken. Eredeztethető ebből, hogy Magyarországon, az Alföldön és a Kisalföldön volt nagyobb mértékű az

elterjedése.

^[6]Az Árpád-ház korában kezdett elterjedni a XIII. században, amikor földbe épített, cölöpvázból álló,

középen egy kezdetleges fa fedélszéket, nád héjalással betakart épületet hoztak létre, melynek teteje a földig tartott és abba is kötötték be. A cölöpváz között vesszőfonatokkal, olykor nádfonatokkal töltötték ki, melyet vályogtapasztással vontak be. Körülbelül száz évvel később épült ennek egy korszerűbb változata is, ahol már megmunkált építőanyagokat használtak fel a ház építéséhez, illetve szakképzettebb munkaerő kivitelezte az építést. Megjelentek olyan elemek, mint a vályogtégla, fűrészelt faárúk, asztalos műhelyben előállított nyílászárók és a cserép is. Előszeretettel alkalmazták még a nádat vályogfalba, paticsfalba és sövényfalba is. A XIII. században készült sövényből vár, melynek a vázkitöltő falában a vesszők mellett a nád is szerepet kapott, majd a XV. században készült kisebb sövényház is. Ezek a szerkezetek egy favázzal voltak ellátva (33. ábra), így a teher rájuk hárult a tetőről és a vázkitöltő fal szerepét kapta a sövényfal, ami a XVIII. században terjedt el és egy vályogtapasztást kapott kívülről és belülről is, és ezt tekintjük a paticsfal elődjének is egyben.

^[6] <http://epiteszforum.hu/a-magyar-falu-epiteszeti-hagyomanya-istvanfi-gyula-muegyetemi-professzor-ropirata> (2019.11.05.)



33. ábra
Sövényfalú- nádtetős ház



34. ábra
Nádtetős ház

[7]A XVII-XVIII. század környékén megjelent a zsúpfedés is melyet szalmából vagy nádból készítettek a házak tetejére. Továbbra is a nádfedés előszeretett héjalási módszer volt, annyi változással, hogy nem terítve helyezték el a tetőn, hanem felfelve rögzítették őket (34. ábra).

Való igaz, hogy a nádat főként tetőfedésre használták, de ahogy említettem sövényfalaknál is alkalmazták, illetve vályogfalak megerősítésére a vesszők mellett.

Elsősorban rétegek között, falsarkokon és falbekötéseknél. Ez főként a rakott és a vert falnál volt jellemző. Idővel elterjedt a stukatúr nád is, mely egy nádszövet, amit felületképzéseknél használtak. XIX-XX. században készültek fafödémek, melyeknek alján a vakolat nem ragadt volna meg, de a nádszövet hozzá rögzítésével egy tapadó híd készült, amit már be tudtak vakolni. Így szép felületű mennyezetet tudtak kialakítani, amit ezután lemeszeltek. Nem volt ez máshogy a favázás szalmaházaknál sem, ahol szintén a falon, részben előforduló fa felületeket, ezzel fedték le, majd vakolták be.

A XX. században előtérbe került a cserép és palafedés, így a nádfedés száma csökkent, mely az 1900-as évek első harmadában vált jelentőssé. Ennek indoka részben az volt, hogy a nád egy gyúlékony anyag, és ekkor még nem rendelkeztek olyan vegyszerekkel, mellyel az égés kialakulását megakadályoznák, vagy késleltetnék, emiatt sok nádtetős ház leégett.

[8]A XX. század 1. felében jöttek rá arra is, hogy a nád alkalmazható hőszigetelésnek is, ezért homlokzatra és födémre egyaránt elkezdtek használni. Először mezőgazdasági épületek homlokzatán alkalmazták, a víztaszító hatása miatt, később lakóépületeken is elkezdték alkalmazni.

Közkedvelt anyag e növény még különböző tárgyak készítésére is

[7] <http://mek.niif.hu/02100/02152/html/04/173.html> (2019.11.05.)

[8] <https://kreativlakas.com/hoszigetelo-anyagok/nadlemez-tortenete-alkalmazasa-es-tulajdonsagai/> (2019.11.06)

3.2.3. A nád előnyei és hátrányai

^[9]A nád egy keményszárú növény melynek üreges, kemény szára remekül alkalmazható építési célokra. Remek tetőfedő anyag, hiszen amellet, hogy esztétikusan mutat, még beleillik a környezetbe is. A tetőn való alakíthatósága miatt, nagy formavilág hozható létre, néhány fedőanyaggal ellentétben.

A párat átereszt, így például a tetőfedés esetén párazáró vagy áteresztő fóliára sincs szükség. A pára nem csapódik le a felületén, és a levegő nedvességtartalmát is nagyon jól szabályozza. Egy nádtető tovább is bővíthető és padlástér is kialakítható vele. Alkalmazható hőszigetelésként a homlokzaton és a földemben is egyaránt. A tetőfedés esetén, amellet, hogy véd az időjárás ellen, még külön hőszigetelő anyagra sincs szükség, mert azt a nádfedés megoldja. Ami kiemelhető pozitívum még az, hogy rengeteg előírásnak megfelel. A nád, ahogy a szalma is, minden évben újra termelődik, így könnyen beszerezhető, illetve könnyen le is bomlik, így visszaforgatható a természetbe. Ahhoz, hogy építőanyag készülhessen belőle, elő kell készíteni, viszont ehhez kevés energiafelhasználásra van szükség, hiszen erre az aratásnál, a tömörítésnél és a vágásnál van csak szükség. A nádtető könnyen karbantartható és cserélhető. Felület előkészítés esetén, fa fűrészárura rögzítve, nádszövet formájában kiváló tapadó hidat képes alkotni, így könnyebben vakolható a szerkezet. Jó légáteresztő tulajdonsággal bír, és egy nádtető élettartama esősebb területen 30-40, míg szárazabb területeken akár 50-100 év is lehet. Végül a szerkezet kivitelezése házilag is lehetséges, de szaktudást igényel. Ami felhozható a náddal szemben az, hogy tűzveszélyes ezért ez ellen védeni kell, ami plusz költséggel és munkával jár. Közkedvelt fészkelő hely a rovarok, rágcsálók és gombák számára. A darazsak is szeretik fészkelő helyüknek a növény szárainak végeit. Ezek mellett a nádtető, mivel az időjárás viszontagságainak ki van téve, ezért megszőrkül, megbarnul, és az idő elteltével elkorhad, szára puhább és gyengébb lesz (35. ábra), ezért bizonyos időközönként ezt cserélni kell.

^[9] <https://kreativlakas.com/nadfedes/a-nadfedes-elonyei-hatranyai-es-koltsegei/> (2019.11.03.)



35. ábra
A nádtető elhasználódása

3.2.4. A nád alkalmazása az építőiparban

A nád álló, csendes vízben vagy mocsaras területen szokott teremni, és a gyökere képes a vízben akár 2 méter mélységig is lemenni, illetve a szára vízfelszín felett akár 4 méteresre is képes megnőni (36. ábra).



36. ábra
A nád előfordulási helyszíne

A bugás virága 20 centimétertől, akár 50 centiméterig is terjedhet, mely világos barna színű, puha és selymes (37. ábra). A nád rengeteg magot hullat, de ezekből csak kevés szokott kikelni, mégis elég gyors ütemben terjed.



37. ábra
A nád bugás virága

Ez a növény a fent említettek alapján szintén alkalmas építési célokra, melyek a tetőfedés, hőszigetelés, és vázkitöltő fal és felületképzés előkészítése. A következőkben ezeket fejteném ki bővebben.

^[10]Elsőként a nádfedésről írnék pár gondolatot (38. ábra), melyet már ősidők óta használnak erre a célra.



38. ábra
Nádtető

Manapság ez a folyamat azzal indul, hogy télen learatják a nádat régen kézi, most már gépi erővel, és osztályozzák a növényt. Az erősebb keményebb szálakat használják fel építésre, a vékonyabbakat és az idegen anyagokat, vagyis a szénát és a szalmát eltávolítják. Majd pedig kötegbe rakják őket és méretnek megfelelően darabolják. Csak az a nád alkalmas erre a célra, amely az aratás előtti évben

termett, a tulajdonságai miatt. Ezért a nádtermő területeken minden évben learatják a nádat, hogy minden évben fel tudják használni építőanyagként. Miután kékébe rakták őket, egy fedett helyiségben tárolják, kiszáritják, majd az építés helyszínére viszik, hogy beépíthessék. A 26 centiméteres körkéve körülbelül 140 centiméter hosszúságú átlagosan fél centiméter átmérőjű szálakból épül fel.

Három rétegben helyezik el a nádat, átfedésben és szorosan egymáshoz illesztve, amiből egy körülbelül 30 centiméter vastag fedést készítenek. Az első réteg a meghatározó a vastagság szempontjából és fontos az is, hogy szellőzni tudjon a nádfedés. Többféle fedési mód is ismert, vagyis a halszálkás, és a varratos

^[10]<http://naturteto.hu/nadtetorol-tudni-kell/> (2019.11.05)

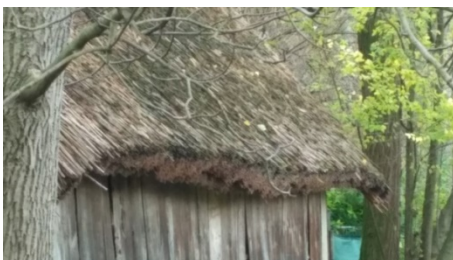
kialakítás. E fedési eljárások csak a gerinc kialakításukban térnek el egymástól. A halszálkás nádfedésnél, a rétegek dróthuzallal vannak rögzítve a fa fedélszékhez mogyorófa rudak alkalmazásával, melyek merev és szoros erősítése fontos, hogy ha idővel a nád veszít vastagságából, és meglazul a kötés, ne csússzanak ki a szálak a tetőből. Illetve a gerincen a viharoldallal ellentétes oldalon a nádréteget gyökvégesen szegik, mely azt eredményezi, hogy a szél nem tud belekapni a tetőbe. A varratos eljárásnál is szintén dróthuzallal és mogyorófa rúddal történik a nádréteg rögzítése, azzal a különbséggel, hogy a gerincre szalmaköteget erősítenek. Megemlítendő hogy a nádat nem mindig dróttal rögzítették, hanem régebben ezt is növényi eredetű anyagokkal tették, náddal vagy gyékénnyel.



39. ábra
A nádfedés felülete

A tető beépítése során a rétegeket a fedélszéken lévő cseréplécekhez, illetve a szarufákhoz erősítették, és felverték a szálakat úgy, hogy minden nádsorból csak 2-5 centiméter látszódjon ki (39. ábra). Ezeket egy erre a célra kifejlesztett tömörítő segédeszköz segítségével érik el. A több rétegű, körülbelül 30 centiméteres szerkezetvastagság azért előnyös, mert egyrészt

nincs olyan jelentős szerkezetsúlya, hogy emiatt máshogy kellene méretezni a fedélszékét, másrészt, az időjárás hatásai csak a felső 10 centimétert érik, ezért azok korhadnak és mennek tönkre leghamarabb. Ilyenkor a nádszálak meglazulnak, zsugorodnak és megpuhulnak.



40. ábra
A nádfedés felső rétegének
elhasználódása

A karbantartási munka abból áll, hogy a felső 10 centimétert 8-10 évente cserélni kell illetve mivel a nád tűzveszélyes anyag, ezért olyan diszperziós anyaggal kell bevonni, mely nemcsak a tűz, de a rovarok, rágcsálók ellen is véd. További karbantartási munka lehet még az is, mikor maréknyi nádat tűzdelnek a fedésbe (40. ábra).

A folyamat során körülbelül fél méteresre vágott nádszálakat visznek fel a tetőre, és azokat tűzdelik be a meglévők közé, a meglazult acélhuzalba. Illetve a tetőgerinc kiegészítése is lehetséges ilyenkor friss nádszálakkal (41. ábra).



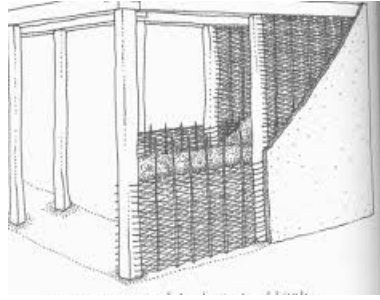
41. ábra
A nádtető karbantartása

Ezen szerkezet esetében kialakítható álló tetőablak is, melynek a náddal való körbe burkolása esztétikus megjelenést eredményez. Amellett hogy lefedi a nyílászárót, kismértékben árnyékolni is tudja azt.

A nádfedésnek több előnyös tulajdonsága is van, melyen érdemes elgondolkodni, mikor a tetőfedés típusát választja ki az ember. Azon

kívül, hogy esztétikus megjelenésű és illik a tájba, hang- és hő szigetel. Emiatt nyáron hideget, télen meleget tart a tető alatt, ami akkor nyer nagyobb értelmet, ha nincs földem a házban, vagy ha tető beépítés van. A jó hőszigetelő tulajdonsága miatt, a rezsiköltség csökkentésben is szerepe van. Víztaszító hatása miatt, 45 vagy annál nagyobb dőlésszögű tető esetén lefolyik a víz róla gond nélkül. A párával rendkívül jól gazdálkodik, emiatt párazáró vagy áteresztő fóliára sincs szükség a szerkezet építésénél. Minden évben terem a nyersanyaga így könnyen előállítható, használata után lebomlik. Karbantartása alacsony költséggel jár és maga a fedés sem jár több anyagi ráfordítással, mint egy cserépfedés. Viszont negatívumként emelhető ki, hogy tűzveszélyes, és szeretik a rágcsálók rovarok a tetőbe fészkelni magukat, ezért ennek védelméről gondoskodni kell impregnáló vegyszerekkel. Továbbá, tűz ellen még villámhárító beépítésével lehet védekezni. A mechanikai hatásokkal szemben sérülékeny, illetve munkaigényes a tető kialakítása. Végül az alaprajz tervezésénél is határt szab abban, hogy kémény kivezetése csak tetőgerincen ajánlott. Az építőanyag aratásához speciális kombájnra van szükség, mely akár a vízben is tud menni, illetve a nád előkészítéséhez és beépítéséhez szaktudás szükséges, ezért az otthon kivitelezés, csak úgy lehetséges, ha szakember is jelen van az építkezés során.

A tető mellett közkezdvelt alkalmazása volt a nádnak a sövényfalak kitöltő anyagaként való felhasználása is, ahol a favázat fa cölöpökből képezték, melyek a rá kerülő tető terhet vették át, viselték, és továbbították a talajra (42. ábra). A falvázak közét, vízszintes irányú vesszőkkel és náddal fonták be, melyet olykor betapasztottak sárral, olykor pedig meghagyták nyersen a felületet.



42. ábra
Sövényfal

Előnyként mondható el róla, hogy a nád, mint építőanyag könnyen és olcsón fellelhető volt. Elkészítése viszonylag gyorsan történhetett, és a ház rendeltetésének lejárta után lebomlott. A sártapasztás védte a kártevőktől és a tűztől a falat.

Manapság már nem alkalmazzák ezt az építési eljárást és mivel sárral van tapasztva ezért a nedvességnek nehezen áll ellen, ezért csak szárazabb helyen volt ajánlott alkalmazni.

A népi építészetben jelentős mértékben jelen volt a nád, mert amellett, hogy falakat, tetőket húztak belőle, még használták merevítés céljára is, vályogfalaknál, ahol falsarkok, falcsatlakozások és rétegek közé építették be, hogy ezzel stabilabb szerkezetet érjenek el.

[11]Az elmúlt évtizedekben felfedezték a tetőfedések által, hogy a nád remekül szigeteli a hőt és a hangot, ezért ezt elkezdték használni, homlokzatok és födémek szigetelésére is. Úgynevezett nádpallókat hoznak létre üzemekben, melyet a helyszínen már csak be kell építeni.



43. ábra
Nádpalló

Ez az elem előfordul kettő, három és öt centiméteres vastagságban (43. ábra), melynek előkészítése hasonló a nádfedésével. Télen learatják, osztályozzák, majd az erősebb szálakból

pallókat képeznek acél drót segítségével. Egy tömörítő berendezés segítségével annyira szorítják össze a szálakat, hogy azok még ne sérüljenek, de

hézag ne maradjon közöttük, így kellően tömör és merev pallókat tudnak létrehozni, mely remekül alakítható és vágható.

[11] <https://kreativlakas.com/hoszigetelo-anyagok/nadlemez-tortenete-alkalmazasa-es-tulajdonsagai/> (2019.11.06.)

Homlokzati hőszigetelésként, mezőgazdasági épületeknél alkalmazták, a vízlepergető hatása miatt, később bitumennel ötvözték, de a tűznek még így sem tudott ellenállni, mivel ekkor még nem ismerték az impregnáló szereket, ami védelmet nyújthatott volna. Később elsősorban vályogfalak utólagos szigeteléseként kezdték el használni (44. ábra).



44. ábra
Nádpalló homlokzati hőszigetelés

Fontos, hogy a palló közvetlenül érintkezzen a falfelülettel, légmentesen, melynek rögzítése, alátétes dűbellel történik (). A szoros kapcsolat a fallal azért indokolt, hogy a vályogfalban lévő pára egyből átjuthasson a nádpallóba. Az első réteg nádpallót vályogvakolattal kell a vályogfalra ragasztani.

A szigetelést két rétegben, eltolva kötésben teszik fel, mely után a felületre rabic vagy jutaszövet hálót tesznek, mely ahhoz kell, hogy a vakolat jobban rá tudjon tapadni a szigetelésre. Mészvakolatot ajánlott készíteni, mert az egyrészt időtálló, természetes anyag, nem válik el a pallótól és a párával is jól gazdálkodik.

Először egy vékonyabb gúzréteget kap a fal, majd egy simítóréteget. Ajánlott a falsarkok végeit kissé lekerekíteni, hogy ne képződjön rajta repedés, és ne töredezzon meg a vakolatréteg.

Festésnek pedig szintén mészfestés ajánlott, mellyel egy szép, esztétikus és egyben páraáteresztő felületet kapunk, amit pár évente kell karbantartani, átfesteni.

Pozitívumként emelhető ki, hogy a vályogházak ennek a hőszigetelésnek hála ismét életképesse alakíthatók. Kivitelezése viszonylag egyszerű, így házilag is elkészíthető.

Nem rendelkezik nagyobb költséggel az egyéb hőszigetelő anyagokhoz képest. Könnyen alakítható a palló és súlya sem nehéz. Ámbár környezetbarát anyagról beszélünk, ez is tűzveszélyes és szeretik a férgek, rágcsálók fészkelő helyül, ezért a vakolat szükséges ezek megelőzésére.



45. ábra
Nád kültéri burkolat

Ritkán elterjedt megoldásként, de mivel a nádnek esztétikus megjelenése van, ezért amellet hogy

homlokzati hőszigetelésként használják, ezt ötvözik néha homlokzatburkolatként is (45. ábra).

Viszont ez csak olyan területen ajánlott ahol kevés csapadékmennyiség fordul elő, és fontos e szerkezet impregnáló szerrel való ellátása, mert vakolat nélkül a kártevőknek és a tűznek jobban ki van téve. Ezért ez a megoldás kevésbé praktikus. Födémek utólagos szigeteléseként szintén alkalmazzák, bár erre nem nagyon ajánlott, mivel ide olyan vastagságú szigetelés szükséges, ahol már a rétegek többszörözése, akkora súlyt jelent a födémre nézve, hogy tervezésnél erre külön méretezni kell. Ezek mellett gondoskodni kell a szigetelés tűz elleni védelméről is, ezért vályogtapasztással kell ellátni azt, ami szintén plusz súlyt eredményez. Viszont a rágcsálók és kártevők részére még lehetőséget nyújt, hogy megtalálják fészkelő helyüket a tapasztásban keletkezett repedésekben, vagy olyan részeken ahol a vályogtapasztás nehézséget okozott, például sarkokon, széleken. Ezek miatt jobban ajánlott olyan födém szigetelésére, ahol lakó funkciót nem alakítanak ki.

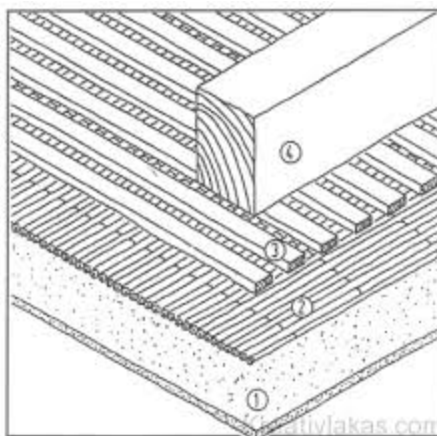
Előnynek mondható viszont, hogy a hőszigetelés mellett a hangszigetelés funkcióját is ellátja, és természetes anyagból van.



46. ábra
Nádszövet

Elterjedt alkalmazása a nádnek még a stukatúr nádszövet is, melyet több funkcióra is használnak (46. ábra). Olyan nádszálakat építenek be, melyek erősebbek, és hosszuk meghaladja az egy métert. Olyan födémek mennyezet kialakításánál használják, ahol a szerkezet fagerenda, azaz csapos gerenda födém, vagy gerendás födém, például borított gerenda födém, mivel a

síkra vágott fa felületén a vakolat nem képes megragadni. Ezért az aljához hozzá erősítik a nádszövetet, a szükséges helyeken ellátják egy rabic hálóval, vagy jutaszövettel, mely még inkább a tapadóhid létrejöttét segíti elő és ezt követően hordják fel a vakolatot a mennyezetre (47. ábra).



47. ábra
Stukatúrnád erősítés a földemen

Pozitívuma magáért beszél, hiszen elősegíti a mennyezet, vagy homlokzati felület kialakítását.

Ugyanez a helyzet áll elő, favázás függőleges szerkezetek esetében, például a létravázás szalmafalnál is, mikor a falsíkban lévő létraváz tartó pallóit szintén el kell látni nádszövet borítással, melyre szintén rabic háló vagy jutaszövet kerül, és ezt követi az agyagiszapos gúzolás. Pozitívuma magáért beszél, hiszen elősegíti a mennyezet, vagy homlokzati felület kialakítását.

Alkalmazzák még melléképületek, pavilonok tetőfedésének díszítésére is, ahol a stukatúrnádat tartó favázra még egy nedvesség elleni fóliát is tesznek, mivel ez az anyag, 1 centiméteres vastagságban még átengedi a vizet. A helyszínen léccel erősítik a tartóvázhhoz.



48. ábra
Nádszövet borítás pavilonnál

A nádszálak rögzítése egymáshoz, acéldróttal történik, melyet egymástól 10-12 centiméteres távolságonként visznek véghez (48. ábra). Egy ilyen fedés a pavilonon esztétikus megjelenést ad, illetve a környezetbe is passzol, viszont mivel nagyon vékony rétegről beszélünk, azért az időjárás hatásai rövidebb idő alatt tönkre teszik, így hamarabb kell cserélni. Bár karbantartása nem okoz nagy munkát és nagy költséget sem.

Térelválasztó szerepet is kaphat, ha kerítésként használják, ahol amellet, hogy szép látványt kínál a szemnek, illik a környezetbe, még költséghatékony megoldásnak is

bizonyul (49. ábra). Beépítése során egy tartóvázhoz, azok között lévő vízszintes vázszerkezethez, illetve a leggyakrabban kifeszített, horganyzott dróthoz, vagy drótkerítéshez rögzítik hozzá a szövetet és a váz anyaga lehet beton, fa vagy acél is, mindegyikkel összhangban áll.

Talán ami a nádkerítés ellen szól az az, hogy a mechanikai hatásoknak nem tud jól ellenállni, emiatt könnyen sérülhet, illetve mivel teljesen ki van téve az időjárásnak ezért ezt is gyakran kell cserélni, de ez a művelet, ahogy a pavilonnál, itt sem igényel olyan nagy erőfeszítést.



49. ábra
Nádszövet kerítés

3.3. Vályog

3.3.1. Definíció

„Építési vályognak a vályog építőanyagok előállítására alkalmas vályogot nevezzük, amely 20-30 mm-nél nagyobb szemnagyságú frakciókat nem tartalmaz.”⁽¹²⁾

Vályogot építőiparban általában falak, boltívek, boltozatok, falazó habarcs, vakolat, és glettréteg készítésére használják fel. Ez az anyag annyiban más, mint a földdel való építés, hogy szerves anyagokat, rostokat adnak hozzá az agyaghoz.

⁽¹²⁾ Dr. Szűcs Miklós: Föld és vályogfalú házak építése és felújítása, Építésügyi Tájékoztatási Központ Kft., Budapest, 2008, 38.o.

3.3.2. Történeti áttekintés^[3.1.]

A földdel és a vályoggal való építés kialakulása megegyezik az emberiségével. Feltételezhető, hogy ez a valaha volt legősibb építőanyag és az ezzel való építkezés a legrégebbi építéstechnológia, amely még a kővel és a fával való építkezést is megelőzte. Az első megmaradt emlékek közé tartozik, egy földbe mélyített ház, melynek fából készült a fedélszéke, amely rá kerülő héjazat terhét viselte. A szerkezet ágasfából jött létre, amelyre egy növényi vagy sár burkolat került.

Törökországban, Catal Hüyükben láthatóak a vályogépítészet egyik kiemelkedő ereklyéi, a faoszloppal merevített, vályogból és hosszúkás agyagtömbökből készült házak (50. ábra).



50. ábra
Catal Hüyük-i vályog lakóházak

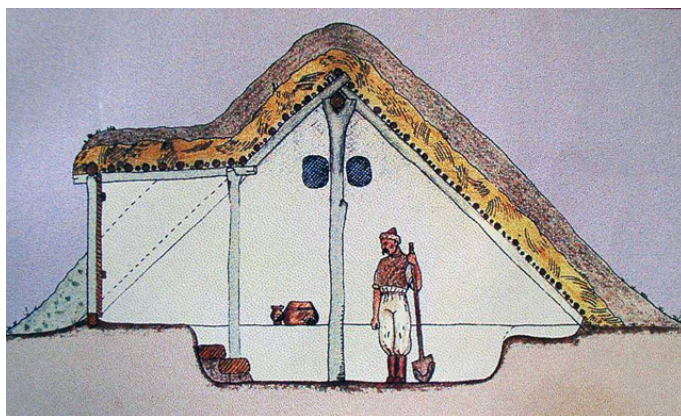
Később az épületek falaiban az oszlopok mellett gerendákat is elhelyeztek, így az épületek jobban ellen tudtak állni a földmozgásoknak.

Egyiptomban is fő építőanyagnak számított kezdetekben, hiszen hangsúlyos létesítmények épültek belőle.

A mára már több mint 2000 éves Kínai nagyfalban is található az építőanyagból.

Krisztus előtt 1. évszázadban elterjedt a csömöszölt vályogépítési mód a rómaiak körében, melyből erődítményeket hoztak létre.

A honfoglalás után pedig hazánkban is elterjedt a vályogépítészet, aminek köszönhetően az árpád korból maradtak fenn veremházak (51. ábra).



51. ábra
Honfoglalás kori veremház

A középkorban már szintén nagy jelentőséggel bírt a várrendszerek kialakításában, melyet egy idő után kővel és téglával burkoltak be.

Később a szántóföldi termelés megjelenésével és elterjedésével, egyre elszaporodtak az erdőirtások a szántóföldek növekvő igénye miatt, ennek köszönhetően hiány keletkezett a fából. A következmény az lett, hogy, ezeken a területeken elterjedtek a föld és vályogházak. Úgy szintén jellemzőek voltak ezek a létesítmények az Alföld területén a síkság és a nagy aszály miatt.

A XVIII. század második felében, közben korlátozni kezdték az erdőirtást és ez még inkább előtérbe helyezte a vályogházak népszerűségét, melynek köszönhetően tanyák jöttek létre.

A vályog, mint építőanyag virágkora a XIX. század végére datálható.

Magyarország jelentős részét teszik ki még ma is vályogházak, vályogfaluk és meglepő hír lehet, de 90 évvel ezelőtt több mint a lakóházak felét képezte. Hollókő-ófalú remek példája ezen építészetnek, a vályogszerkezetű épületeivel.

Aszályos területeken manapság is elterjedt a több szintes épület ebből az építőanyagból.

Továbbá gyakoriak ezek a lakóházak Észak-Európában is.

Nagyban befolyásolta az emberek összpontosítását a környezetbarát építőanyagra és az energiatudatosságra a 70-es években zajló olajválság.

A köztudatban nagyon sokáig az a szózás járta, hogy a vályog a szegények építőanyaga. Pedig ez az anyag széleskörű építési igényre jelent megoldást eltérő éghajlati viszonyok mellett is.

Új Mexikóban és több Európai országban is az alkalmazás növekvő mértéke miatt, előírásokat is kidolgoztak.

Hazánk népi építészetében is nagymértékben jelen volt a vályogépítészet, hiszen a XIX. század végétől a XX. század közepéig nagyrészt ilyen falszerkezetű épületek készültek. Többek között említést érdemel a rakott és a vert fal, illetve a favázás sövényfalú és gömölye falú épületek. Mivel mára az emberek fejében az a sztereotípiája terjedt el, hogy a vályog egy nem közkedvelt építőanyag, mert az árvíz és a nedvesség tönkre teszi őket, ezért kevesen építenek ebből az anyagból. Viszont nagyon sok kedvező tulajdonságot nem tudnak az emberek róla, amely ha elterjedne az országban, a vályog is népszerűbb lenne. Körülbelül 5 éve már gyárak is foglalkoznak e építőanyag többféle hasznosításával, pl. téglagyártás, iparosított falépítés, vályogvakolatok, és egyéb előre gyártott elemek készítésével, viszont ezek ma még költségesebbek.

3.3.3. Az építési vályog összetevői^[3.2.]

Az építési vályog különböző adalékanyagokból, kötőanyagokból, kiegészítő eredetű rostokból és vízből álló keverék.

„Az adalékanyagok a természetes vagy mesterséges eredetű, a felhasználás céljától függően tömör vagy porózus anyagok halmaza.”⁽¹³⁾ A természetes adalékanyagok részben ásványi anyagok, melyek a kőzetek aprózódásával vagy gépi aprítással jönnek létre, részben pedig növényi eredetű anyag.

Az ásványi adalékanyagok körébe tartozik a homok, mely kvarcból, karbonátokból, földpátokból és szilikátokból épül fel. A folyami homok és a futóhomok szemcséi között eltérés tapasztalható felületükben, teherbíró képességükben és tömöríthetőségükben. A homokliszt nagyon finom szemcséjű, liszthez hasonló és vízzel keveredve nehezen sodorható.

Az iszap 0,002-0,02 mm szemcseméretű anyag, amely részben rendelkezik a természetes ásványi adalékok és az agyak kötőanyag tulajdonságaival, tehát egy átmenetet képező frakció. Szemcséi olyan apróak, hogy szabad szemmel nem észrevehetőek és megtalálhatóak tavak, források és folyóvizek partjain egyaránt. Fontos tudnunk, hogy építési célra csak olyan iszapot alkalmazhatunk, ami nem tartalmaz szerves alkotókat.

⁽¹³⁾ Dr. Szűcs Miklós: Föld és vályogfalú házak építése és felújítása, Építésügyi Tájékoztatási Központ Kft., Budapest, 2008, 41.o.

Az építési vályogba olyan méretű kavicsok kerülhetnek, melyek 4mm és 25 mm közötti tartományba esnek. Leggyakrabban homokkal vegyülve található rá, de a bányakavics is tartalmazhat agyagot.

Felhasználható még szilárdságnöveléshez és szemcsefrakció pótlásra tömör kőzúzalék, illetve igénybe vesznek porózus kőzúzalékot a könnyűvályog adalékanyagaként is.

Ezen építőanyag fontos elemei a növényi adalékok, melyek közül először a szalmáról írnék pár szót. Alkalmazása rendkívül sokrétű, mivel ez egy természetes töltőanyag, amit felhasználhatnak többek között vályogtéglák készítéséhez, vályoghabarcsokhoz és vályogvakolatokhoz is. Szálhosszúsága nagymértékben függ az alkalmazott technikától.

Használják még fűrészport, fenyőaprítékot és faforgácsot könnyűvályog készítéséhez, de alkalmaznak vakolatokhoz lenrostokat és kendert is.

Igénybe vesznek néha mesterséges adalékokat, melyek szervesanyagok, mint pl. a duzzasztott agyagkavics, kőliszt, salak és samottliszt.

Természetes kötőanyagául szolgál a vályognak az agyag, amely szemcse nagysága nem haladja meg a 0,002 millimétert és nedvességvesztés hatására zsugorodik.

Mivel a vályog vízzel szembeni viselkedése elég kedvezőtlen, ezért ezt a tulajdonságát mesterséges kötőanyaggal, vagyis cementtel vagy mésszel fel lehet javítani.. Erre megfelelő előírások születtek, hogy milyen esetben mekkora arányban stabilizálják az építőanyagot.

Azért, hogy a vályogfalak szerkezete stabilabb és szilárdabb legyen, rendelkezésünkre áll néhány természetes kiegészítő anyag, mely lehet nád, vessző és fakaró. A repedések elkerülésére pedig egy növényi eredetű jutaszövetet alkalmaznak, de erre születtek mesterséges anyagú megoldások is, pl. a huzal és rabicháló.

Végül pedig fontos tudni való, hogy a keverékhez hozzá adagolandó víznek szennyeződésmentesnek kell lennie és csak ivóvíz minőségű kerülhet bele.

3.3.4. A vályog előnyei és hátrányai^{[3],[14],[15],[16]}

A vályog olyan természetes anyag mely az egész világon fellelhető, létrehozása könnyen elsajátítható, és teljesen környezetbarát, amiből az következik, hogy számos előnyös tulajdonsága van. Először is képes szabályozni a beltérben lévő levegő páratartalmát, így kellemes légállapot és komfortérzet jön létre a házban.

Könnyebben és szabadabban formálható sok más építőanyaghoz képest.

A tűznek jól ellenáll, mely nem utolsó szempont a tervezésnél.

A vályog készítése, rendkívül gazdaságos, mivel alapanyagai a természetben megtalálhatóak és könnyedén elérhetőek számunkra és a kivitelezés megtanulása sem bonyolult.

Az anyaggal való érintkezés nem okoz allergiát és sérülést sem, köszönhető ez részben az iszap régóta ismert gyógyító hatásának is.

Amellett, hogy falat építhetünk belőle, készíthető falazóhabarcs és vakolóhabarcs is különböző összetétellel.

Elmondható róla, hogy rendeltetésének lejárta után lebomlik, illetve többször is újra felhasználható. Szerencsénk van abban is, hogy hazánkban nagy számban fellelhető a vályog készítéséhez szükséges földkeverék. Amikor egy ilyen ház épül, érzékelhető, hogy beleillik a környezetünkbe, szemben egy mesterségesen gyártott építőanyaggal.

Nemcsak a felépítése olcsó, de az építőanyag szállítása és az épület fenntartása is.

Amellett, hogy a téglájának alakíthatósága, megmunkálhatósága egyszerűbb más anyagból készült téglákhoz képest, még az épületgépészeti vezetékek elhelyezése is könnyebb. Amikor egy ebből az építőanyagból készülő ház élettartama lejár, gyakran elbontásra kerül, viszont előnyére válnak, hogy nem sok hulladékot hagy maga után, amit szerintem emeljünk ki, mert a mai világban nem sok épületről mondhatjuk ezt el. Olyan dolgokat képes megkötni a belső légtérben, melyek az egészségünket károsíthatják.

Végül nagy tömegű falai akusztikailag előnyösek, hőtartása jelentős és egy ilyen épület élettartama is elég hosszú.

^[14]<https://amiotthonunk.hu/epites-felujitas/epitesi-tanacsok/6551-a-valyog-elonyei,-hatranyai> (2019.09.15)

^[15]https://furdancs.blog.hu/2017/07/14/valyog_mint_epitoanyag (2019.09.15.)

^[16]http://doktori.nyme.hu/36/1/de_1686.pdf (2019.09.08.)

Mint ahogy minden építőanyagnak, a vályognak is vannak hátrányos tulajdonságai, méghozzá ezek közül az egyik, hogy nem áll ellen a nedvességnek. A védelem nyújtására több szerkezeti és felületi megoldás is rendelkezésünkre áll. Miután távozik belőle a nedvesség, elkezd zsugorodni, aminek köszönhetően repedések alakulhatnak ki rajta, megelőzésképp ezért tesznek bele soványító anyagot pl. szalmát, homokot vagy apró kavicsot tartalmazó homokot.

A vályog szabványosíthatósága sajnos nehézkesen érhető el manapság.

A fal kiszáradása nedves technika alkalmazásánál zsugorodással jár, ami falrepedéseket válthat ki.

A vályogfal nem rendelkezik nagy nyomószilárdsággal, emiatt ezt az építőanyagot leggyakrabban földszintes épületek kialakításához használják, de vannak példák vázkitöltő vályogfal esetén többszintes épületekre, és esőben szegény, pl. sivatagos területeken is. Fontosnak tartom, hogy ismerje az ember ezen építőanyag tulajdonságait, összetételét, ha egy vályogépületet szeretne építeni, annak érdekében, hogy a későbbiekben elkerülje az esetleges szerkezeti hibákat, különösen azért is, mert minden tájegységen más és más alkotókból és technikával tevődik össze.

Az sem mindegy, hogy egy vályogtégla gyárban, vagy otthon, házilag készül, mivel egy saját kezűleg gyártott elemnek akár jobbak lehetnek a szilárdsági tulajdonságai, mint a gyárinak, pl.: dobáspróbán egy gyári téglát széttörnek, míg egy saját gyártású téglát nem.

Viszont az otthoni készítésnek az lehet a hátránya, hogy az embernek rá kell szánnia az időt, hogy egy épület falaihoz a kellő mennyiségű elemet előállítsa és kiszáradtsa.

Ámbár ennek a hátránya, lehet az előnye is, ha az illetőnek rendelkezésre állnak a megfelelő összetevői és ideje, akkor pénzt takaríthat meg és jobb minőséget állíthat elő.

Előnytelen vakolattartása miatt erősítő szerkezetre van szükség, amely lehet nádszövet, rabicháló vagy jutaszövet is.

Sajnos az sem előnyös, hogy kevés információ áll rendelkezésünkre egy vályogház tervezéséhez és kivitelezéséhez is, mind irodalom, mind szabályok formájában. Mivel ez az építőanyag elég sokféle összetevőből állhat, az eltérő tájegységek miatt, ez azt a következményt vonhatja maga után, hogy sokrétű mechanikai és épületfizikai tulajdonsággal rendelkezhet.

3.3.5. A vályog alkalmazása az építőiparban

^[3.4]Falat rendkívül sokféle építőanyagból és technológiával készíthetünk és ezek közül most a vályogfalakról szeretnék írni, mely azért lehet előnyös számunka, mivel az elkészítésével kapcsolatos információkat könnyedén el tudjuk sajátítani.

Ahhoz, hogy egy vályogfalat felépíthessünk egy alápincézetlen épület esetén, először alapozást, majd lábazatot kell készíteni, mely a falazat fogadó szerkezetéül szolgál.

Mint a legtöbb épületnél, így a vályogház alapozásának mélységét is a teherhordó altalaj és a fagyhatár adja meg, szélességi paraméterei pedig a ház méretétől, tömegétől függenek. Ez a szerkezet leggyakrabban sávalap, de némelyik falszerkezet kialakításánál pontalap alkalmazása is előfordul, mely anyaga fagyálló, vagyis kő, kőbeton, téglá, beton és vasbeton lehetnek.

A lábazati falnál szintén követ, betonlázatra épült kisméretű téglát és vasbetont alkalmazhatunk, mivel fagyállóak és kellően teherbíróak. Kialakítására több megoldás is rendelkezésünkre áll, mégis a legelőnyösebb az lehet számunka, amelynél a vízszigetelés vonalvezetése megakadályozza a nedvesség bejutását a falba. A fal építésénél figyelni kell arra, hogy a lábazati fal síkjától egyik irányba se bővüljön tovább.

A vályogfalak kivitelezésénél nagy gondot kell fordítani a nedvesedés megelőzésére és a hőszigetelésre, ezért erre megoldásokat kell találni.

Vízzel több módon is találkozhat a falazat, melyek lehetnek épületen kívüli és belüli nedvességokozók. A kintiek egyike a felcsapódó csapadékvíz, mely a falazat alsó 25-30 centiméterét érintheti, továbbá a talajpára, talajnedvesség és a talajvíz, beltérben a használati víz és a pára fordulhat elő. Egy vízszigetelés vízhatlan vagy vízzáró, az előbbi lehet bitumenes lemez, kent bitumenes szigetelés vagy műanyag szigetelés, az utóbbi pedig cement vagy agyagszigetelés.

A falszerkezeteket osztályozhatjuk szerkezeti szerepük és kialakításuk szerint.

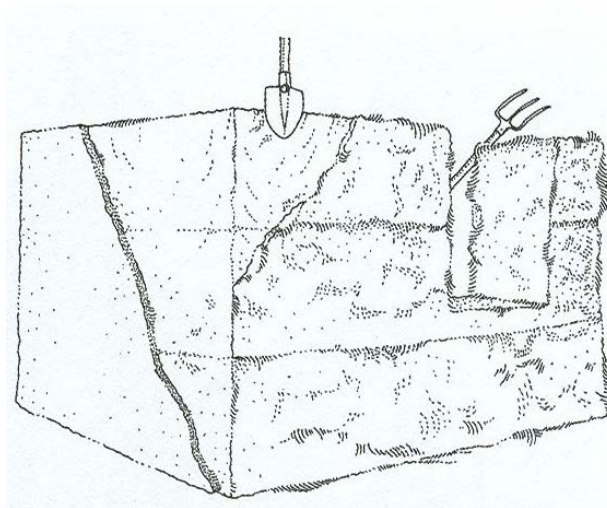
Az előbbinél csoportosíthatjuk őket statikai szerepük alapján, hogy teherhordó vagy nem teherhordó, illetve egy fal lehet térelválasztó vagy térelhatároló is. Meg lehet különböztetni őket még a házon belül elfoglalt helyzetük szerint, vagyis főfalak, válaszfalak, oromfalak, tűzfalak és lakáselválasztó falak.

Kialakításuk alapján előfordulhatnak egyrétegűek, azaz falazott, monolit és vázkitöltőek, illetve többrétegűek, ahol benmaradó zsálat alkalmaznak, vagy

hőszigetelő réteget, hőszigetelést vakolattal, vagy pedig szerelt kültéri burkolatot rögzítenek a falra.

Mivel több féle technológiával készülő hosszanti vályogszerkezetet szeretnék most ismertetni, kezdeném a hagyományos egyrétegűekkel. Amikor egy ilyen ház építésébe kezd az ember, szemügyre kell venni, hogy mi áll a rendelkezésére a kivitelezés megkezdéséhez. Gondolok itt arra, hogy a vályog milyen tulajdonságaival található meg az adott területen, van-e elegendő szakképzett munkaerő a feladat végrehajtásához, illetve gépesítés milyen arányban van jelen és végül az időjárást sem szabad figyelmen kívül hagyni, főleg ezen épület esetében.

Az első építési mód ezen a csoporton belül, az úgynevezett rakott fal, mely egy elég vastag falvastagsággal rendelkezik, 60 centiméterrel legalább (52. ábra).



52. ábra
Rakott fal készítése

Ez a szerkezet kövérebb agyagos homokból és hosszabb, akár fél métert is elérő szalmaszálakból készül. A falat 3 ütemben készítik el és a munka ott indul, hogy az első réteghez előkészítik az építőanyagot. Ez abból áll, hogy az építésre szánt, kinyert földet a házhoz közel deponálva, 20-30 centiméteres vastagságban egyenletesen elterítik, majd megszórják szalmával, és megnedvesítik kellő víz hozzáadásával. Ezután áttapossák mezítláb vagy igény szerint gumicsizmával, mindezt addig folytatva, ameddig össze nem keveredik a szalma a sárral kiegyensúlyozottan, majd pedig ezt át kell kapálni. Ha az érzékelhető, hogy valahol nincs elegendő szalma, vagy nem elég jó a nedvességi állapota, akkor ezt pótolni kell. Ha a szalma megfelelően telített vízzel és megpuhul, akkor éri el a kívánt

állapotot. Végül pedig hagyni kell pihenni pár órát a beépítés megkezdése előtt. A kivitelezési munkálatokhoz legalább négy emberre van szükség, mivel a falat építő szakembernek szüksége van öt kiszolgáló munkásokra. A szalmás sárnak kicsi a szilárdsága, ezért nem lehet megépíteni egyből a végleges magasságig, vagyis 90-100 centiméteres szakaszokra kell szedni, hogy az egyes rétegek földnedves állapotukig ki tudjanak száradni. A falat általában vasvillával teszik a helyére, ahol figyelni kell a falvastagság kialakítására, a kiálló szalmacsomókat utólag éles ásóval hasítják le.

Az építés úgy indul, hogy a sáros szalmát vasvillával a lábazati falra helyezik úgy, hogy a fal mindkét oldalról túllógjon a lábazaton. A szakember, kötésben helyezi el a villával lerakott adagokat, szorosan, hézag nélkül. Ezt a folyamatot követve a munkások körbe, a tervezett falazat teljes vonalában, felépítik az első réteget körülbelül 1 méter magasságig, ezután pedig száradni hagyják több napig a kiszáradás miatt. Majd ha elérte a megfelelő nedvességi állapotot, akkor az egyik munkás a falon állva függőlegesen lehasítja a falról a kiálló szalmaszálakat, csomókat, ezzel beállítva a szerkezet vastagságát.

A második szakasznál építik be az ablakokat, így általában ezt addig a magasságig alakítják ki, hogy az áthidalókat el tudják helyezni. Ennél a magasságnál már szükséges állványt is építeni, mely az építő szakember munkáját segíti, illetve arra teszik fel a beépíteni szánt anyagot. A kivitelezés menete ugyanúgy zajlik, mint az első rétegé is, azzal a különbséggel, hogy itt az ablakok kialakítására is figyelni kell.

Nyílások elhelyezése többféleképpen is lehetséges, ezek közül az egyik, hogy utólag hozzák létre fejszével és csákánnyal, de ez rendkívül munkaigényes és egészségtelen ezért ezt a módszert nem javaslom. A másik eljárás pedig, hogy mintadeszkázat vagy vezetőpallók segítségével előre kialakítható a tervezett üres terület és ezen megoldások jobban elterjedtek.

A falsarkok erősítésére, illetve falbekötéseknél, soronként vessző vagy náderősítést kell használni.

Végül az utolsó szakaszt az áthidalókra és körbe a második réteg fölé építik, ugyan úgy, mint eddig, ameddig a kívánt magasságot el nem érik. Az építés befejeztével szintén száradni hagyják, letakarják, azzal a különbséggel, hogy egy falegyent készítenek a tetejére, mely az időjárás viszontagságaitól védi a falat, amíg az ki nem szárad.

Ha egy falrész mégis megsérülne, akkor azt újra meg kell építeni. Végül a kész szerkezetünk sík felületére, melyet ásóval értünk el, két rétegben nádszövetet kell fixálni, amely így alkalmas a későbbiekben rá kerülő vakolat, sártapasztás fogadására.

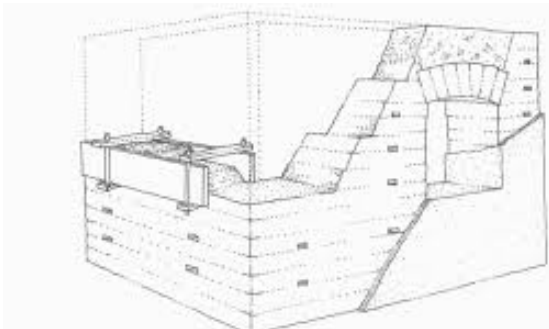
Mivel szalmát nagy mennyiségben tartalmaz, ezért viszonylag jó hőszigetelő tulajdonsággal bír és repedések sem keletkeznek. Előnyére válják, hogy nem igényel zsaluzatot és nagyon könnyen megépíthető, viszont annál inkább idő és munkaigényes, továbbá a kiszáradása utána jelentősebben zsugorodik, a többi vályogfalhoz képest.

A másik hasonló eljárással épülő szerkezet, a vert fal, melynek több előnyös tulajdonsága is van a rakott falhoz képest, többek között kisebb víztartalommal kerül beépítésre, aminek köszönhetően kevesebb idő alatt szárad ki. A falat építés közben tömörítik meg, kétoldali, egyszerűen mozgatható zsaluzat között. Szilárdsági tulajdonságai is jobbak a rakott falhoz képest, mivel itt nem, vagy csak kisebb mértékben tesznek a keverékbe szalmát, pelyvát vagy nádat, viszont ez a hőtechnikai jellemzői rovására megy. Továbbá az sem előnyös, hogy mivel zsaluzat kell az építéséhez, ezért kivitelezése drágább és nagyobb szaktudás szükséges hozzá.

Az építési munkák előtt, ahogy a rakott falnál is, elő kell készíteni az alapanyagot.

Olyan talajt kell alkalmazni, mely nem tartalmaz humuszt, földnedves állapotú, nem teljesen sovány vagy kövér és szemcseeloszlása kiegyensúlyozott. A vert falnak három fajtája is van, melyek a következők, adalék nélküli, növényi rostos adalékú és az ásványi adalékos.

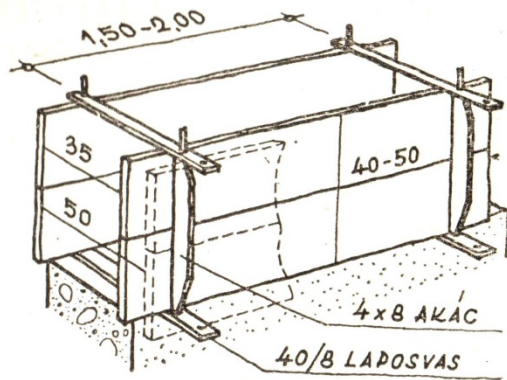
A fal építésénél 2 féle zsaluzási módot lehet megkülönböztetni, a kalodás és az oszlopos zsaluzatot. Először a kalodásról írnék pár gondolatot, mely a kúszózsaluzat elődje (53. ábra).



53. ábra
Kalodás zsaluzási mód

Szükséges hozzá a zsalupallókat alátámasztó kaloda, mely a fal alatt keresztirányban helyezkedik el és lehet fából illetve lapos vasból. Ezen kívül kell még 5 cm vastagságú palló, a zsalut 2 oldalról összefogó, azok tetején keresztirányban elhelyezkedő, a

falvastagságnál mindkét irányba túlnyúló, rögzítő lécz. Fontos hogy a kaloda és a rögzítő lécz végein legyen lyuk kihagyva, hogy azokat a függőlegesen elhelyezett acélpálca összefoghassa.



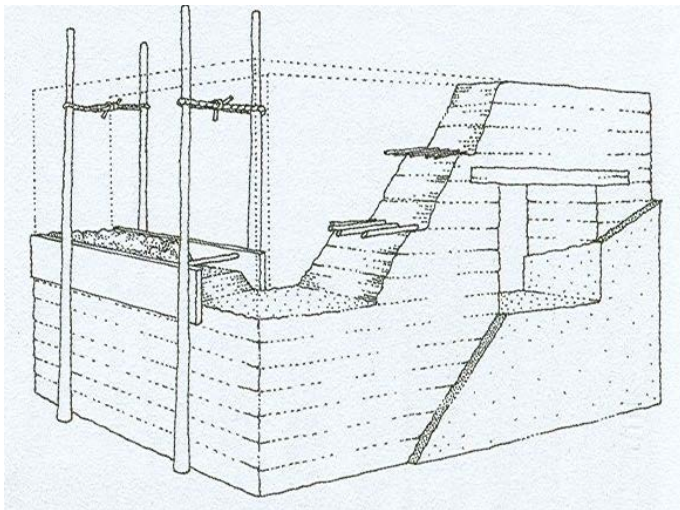
54. ábra
Kalodás zsaluzat

Az építőanyagot úgy készítik elő, hogy a kiásott vagy a helyszínre hozott földet az épület körül deponálják, hogy az kivitelezésnél elérhető távolságban legyen lapáttal, majd vízzel földnedvesre keverik. A zsaluzat felállításra kerül, a kalodához szükséges alsó, falra merőleges laposvasakat vagy fákat leteszik, amiknek a két végén kihagyott lyukaiba függőlegesen beleállítják az acélpálcákat és ezekre húzzák rá a felső

távtartó léceket, majd rakják bele a zsalupallókat, melyek felső részei közé ideiglenes távtartót tesznek (54. ábra).

Megkezdődik a fal építése, a zsaluzat alsó szegleteibe szalmás hurkákat helyeznek el, hogy a döngöléskor a föld ne szivároгjon ki a zsalu alatt, majd megtöltik földdel 15 centiméter vastagon, amit megszurkálnak, hogy az egyes földdarabok között bent maradó levegő eltávozhasson. Ezt követi a réteg eligazítása, elegyengetése, majd a tömörítése, melyet egy döngölő fával visznek véghez. Fontos, hogy ennél a folyamatnál a réteget kétharmados vastagságra kell összenyomni, a megfelelő szilárdság elérése érdekében. A tömörítést falsarkoknál és csatlakozásoknál kell kezdeni, és onnan haladni a fal többi része felé, a kalodák részbeni elfordítása lehetővé teszi, hogy minden területet egyenlőképen dolgozzanak el és ügyelni kell arra is, hogy egyenletesen és alaposan legyen elvégezve a folyamat. Az első réteg elkészültével egy 1-2 centiméteres szalmaszórást kell rátenni, amit minden rétegnél meg kell ismételni. Ezután a zsaluzat magassága még 2 réteg elkészítését engedi, azután azt feljebb kell tenni. A falban lévő rések, melyek a kaloda által keletkeztek, sárhabarccsal töltik ki utólag. A falsarkokat és csatlakozásokat ajánlott nádréteggel erősíteni és nem szabad figyelmen kívül hagyni azt sem, hogy a függőleges falsík tartásához, szükség van függőleges vezetősávok bevágására, ami a zsaluzat megfelelő irányban maradását segíti elő. A falból kiálló szalmaszálakat pedig egy éles ásóval lehet eltávolítani, a falsík véglegesítése érdekében.

Az oszlopos zsaluzásnál részben máshogy áll össze ez a folyamat. Ahogy a nevében is benne van, fa oszlopokat kell elhelyezni a leendő fal 2 oldalán egymással szemben egy méteres távolságban, melyeknek a tényleges fal magasságán mindkét irányban túl kell nyúlnia (55. ábra). A földbe fagyhatárig kell leásni, és a fal magasságánál legalább fél méterrel legyen magasabban, hogy fent össze lehessen kötni őket. Az elhelyezett oszlopok után, bekerülnek a helyükre a zsalupallók is, amiket kötelekkel rögzítenek a tartókhöz és távolságtartó lécekre itt is szükség lesz. A fal építésének folyamata megegyezik a másik zsaluzási technikáéval, annyi különbséggel, hogy itt két réteg elkészülése után kerül feljebb a segédstruktúra. Ennél a folyamatnál sárhurkára sincs szükség, mert a zsalu feljebb helyezése



55. ábra
Oszlopos zsaluzatú vert fal

függőleges átfedéssel épül.

A fal elkészítésére több megoldás is rendelkezésre áll olyan téren, hogy a falat félig felépítik és napokat pihenni hagyják, vagy az egész falmagasságot felhúzzák, és utána telepítik át a zsalut a következő szakaszra. Fontos tudnivaló, hogy egy falrész elkészülésénél lépcsős munkahézagok kialakítása szükséges, a megfelelő csatlakozás miatt.

Továbbá a repedések kialakulásának megelőzése érdekében a falsarkok, csatlakozások és nyílások közelében ágakat és vesszőket építenek be.

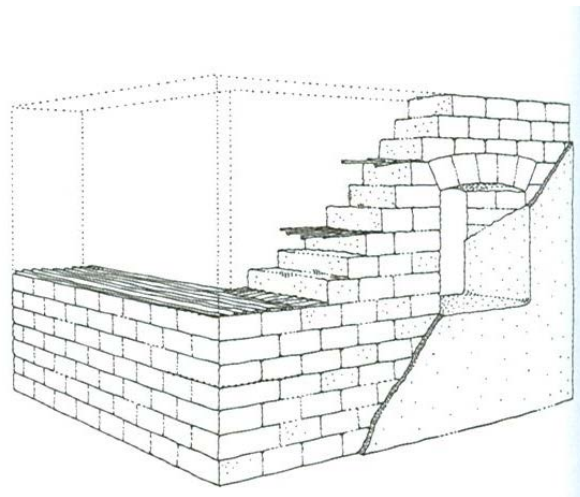
A nyílásképzés hasonlóan alakul a rakott faléhoz, hiszen itt is két módszer áll rendelkezésünkre, vagyis hogy előre mintazsaluzattal kihagyják a neki szánt helyet, vagy utólag bontják ki a falat, az adott területen, az előre beépített fakiváltók alatt. A két módszer közül, az oszlopos zsaluzási rendszer ígérkezik előnyösebbnek, a nagyobb méretpontosság, időhatékonyság és használat szempontjából. Ami talán hátrányos lehet mindkét zsaluzási eljárásnál, hogy munkaigényes illetve figyelni kell a tömörítés mértékére, mivel a fal szilárdságát ez nagymértékben befolyásolja.

Megemlíteném még a régebben alkalmazott technikát, amit ma már nem nagyon használnak, mégpedig a hantfalat. Nem nagy élettartamú vagy kisebb épületeknél

építettek vályogtégla-hoz hasonló nagyságú gyeptéglákból úgy, hogy kötőanyagot nem használtak és persze kötésben helyezték el őket.

A nyerstégla fal szintén egy múltban használt építési mód, ahol a nevéből adódóan téglákat vetettek agyagból, de növényi adalékok nélkül. Az elemek a vályogtéglánál kisebbek voltak és előfordult, hogy csak kiszáritották, de gyakrabban ki is égették őket. Mivel nagy és kisméretű tégláról beszélünk, ezért rájuk is az általános téglakötés szabályai vonatkoznak.

Következő falfajta, amit szemügyre vennék, a vályogfal, amely falazóelemekből készül. A szerkezethez szükséges téglákat el lehet készíteni otthon és gyárból is megrendelhetjük. Jó néhány előnnyel rendelkezik, köztük azzal, hogy gyorsan kivitelezhető, az elkészített téglákat a napon kiszáritják, és mikor a falba építik, már nagyon kevés nedvességtartalma van, így a falazat is előbb szárad ki (56. ábra). A vályogból készült falazatra, a legelőnyösebb vályogvakolatot tenni, mivel kellőképpen fenn tudják tartani magukon. Ha falazó habarcsot szeretnének készíteni belőle, akkor a falazat anyagát vízzel fel kell önteni és kihagyni belőle a rostos adalékokat. A téglák könnyű megmunkálhatósága miatt, egyszerűen lehet benne létrehozni csorbázatokat és falvégeket. Vályogot vetni kézzel tudnak, de mára már gépesítették ezt a módszert.



56. ábra
Vályogtégla fal

Az falazóelem készítése úgy zajlik, hogy egy területen agyagos talajhoz, vizet és 3-5 centiméteres, rövidebb szalmaszálakat, töreket adnak hozzá, majd ezt lábbal eldolgozzák, meggyúrnák, míg az megfelelő állagú nem lesz.

Ezek után a megnedvesített vályogvető keretbe egy kézzel megfogott adagot, határozott mozdulattal beledobnak, ezt addig ismételve, amíg a forma meg nem telik. Majd ezt közben, megnyomkodják, tömörítik, tetejét elsimítják úgy, hogy felesleg ne keletkezzen rajta és gyors mozdulattal lehúzzák a keretet a tégláról. Utána száradni hagyják egy napig, mely elteltével átfordítják másik oldalára, azt is ugyanúgy száradni hagyják, és ezt az elem mind a négy oldalával megismétlik (57. ábra). Körülbelül egy hetes szárítást követően, az elemeket egy gúlába rakják össze úgy, hogy a téglák között egy távolságot hagynak ki, hogy a levegő átjárhasson közöttük, és tovább száradhassanak.

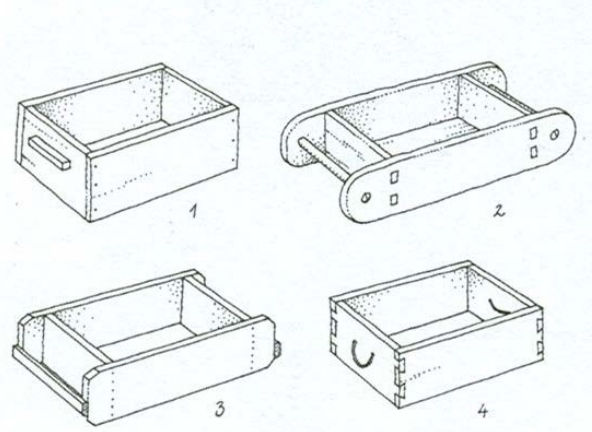


57. ábra
Kézi gyártású vályogtégla

Ahhoz, hogy vályogot vethessünk, szükségünk van talicskára, lapátra, ásóra, vályogvetőformára, saroglyára, egy lavórra és egy rongyra. Többféle méretű téglát is alkalmazhatunk az építéshez, mely tájegységenként eltérő. Manapság már a magasított téglát a gyakori, a régebben használt kisméretű téglával szemben, a zsugorodás kiküszöbölése miatt.(58. ábra) A vályogtégla és blokk szikkasztására előnyös lehet, ha enyhén lejtős terepen vannak elhelyezve, mert a belőlük kiszivárgott víz le tud folyni. Vályogot kétféleképpen vethetünk hazánkban, mégpedig úgy, hogy a bekevert anyagot arra a helyszínre visszük, ahol a kiszáritás később megtörténik, vagy pedig a szalmás sarat, a keverés helyén formába teszik, és úgy viszik a másik területre.

Az előkészített elemeket, a kisméretű téglakötés szabályai alapján kell elhelyezni a falban, lehetőség szerint vályoghabarcsba, a jobb együtt dolgozás miatt. A falvégek, sarkok és csatlakozások kialakításához, feles, negyed, háromnegyed és fejelő téglák szükségesek, melyeket az elem darabolásával lehet elérni. Az építés menetét, ahogy minden vályogfal esetében, ennél is erősen befolyásolhatja az időjárás.

A nyílások kialakításánál, automatikusan nem építik be az adott felületet és kávét sem alkalmaznak. Mivel vályogtéglából készülő épületről beszélünk, ezért a ház elbontása után még újra fel lehet használni, viszont a nedvességgel szemben ez a technológia is előnytelenül viselkedik.



58. ábra
Vályogvető formák

[17],[18]A következő vályogból készült építéstechnológia, amit megemlítenék, az a szupervályog technológiával készülő ház, amely külföldön kezdett elterjedni és Nader Khalili, iráni születésű építész ötlete volt. Az építés során zsákokat töltenek meg földdel, melyek hossza alakítható és azokat helyezik egymásra rétegezve. Az ok, amiért ez a megoldás létrejött az volt, hogy egyes területeken ahol kevés volt az építőanyag és sok az élőmunkaerő, ott viszonylag egyszerűen lehetett belőle tartós házat építeni. Valamint a földrengésnek kitett területeken, ahol a természet gyakran pusztított, földből és zsákokból viszonylag gyorsan házakat tudtak építeni. A Mars-expedíció kapcsán is felmerült ez a fajta építési mód, a helyben fellelhető anyagok miatt. A föld, amely a tömlőbe kerül, stabilizálni kell homokkal, esetleg cementtel vagy mésszel, amit földnedves állapotban töltenek bele a zsákokba és a rétegek mikor egymásra kerülnek, akkor megkötnek, majd a zsák lég és vízáteresztő képessége miatt ki is tudnak száradni kellőképpen.

Ez a módszer Kaliforniában olyannyira elterjedt, hogy egy egész falu épült fel belőle, de Magyarországon még kis számban lelhető fel ilyen épület.

[17]<https://www.youtube.com/watch?v=IYmIrfmDr88> (2019.10.02.)

[18] <http://www.szupervalyog.com/regi-oldalak/szivarvany-haz-projekt> (2019.10.02)

Illetve gyakran építik földem nélkül ezt a házat, mert a kupolája amellet, hogy tágasabbá teszi a teret, még remek esztétikai látványt is nyújthat (59. ábra).



59. ábra
Szupervályog ház kupola

Költséghatékony választás az építőanyag szempontjából. Továbbá szintén előnyös tulajdonsága, hogy a gépészeti vezetékek kialakítása is könnyen kivitelezhető.

Az építést a ház kitűzése előzi meg, mely történhet hagyományos módon, vagy egy bizonyos szerkesztési elv alapján is, amit most pár gondolat alapján bemutatnék egy megépült példán, melynek a neve Con eco domo és Kaliforniában építették.

Az alapozás mélysége szintén tájegységektől függ, hazánkban ez 80 és 100 centiméter közé esik. Anyaga lehet kő, hagyományos beton sávalap, vagy aszályosabb területeken, abból is, amiből a fal készül, vagyis földes zsákokból, de ebben az esetben magasabb cementtartalommal kell keverni a földet.

A falak kivitelezése úgy zajlik, hogy a tömlőket megtöltik cementtel, homokkal, vagy mésszel stabilizált földdel melyet vízzel földnedvesre elkevernek, és vödörrel függőlegesen beleöntik, majd elfektetik. Ezután minden egyes réteget kézi vagy gépi erővel tömörítenek, a kellő szilárdság elérése érdekében. Akkor sikeres a folyamat, ha a keverék a zsák falához nyomódik, és nem marad hézag, gyűrődés sehol sem.

A rétegeket szögesdrótokkal kötik össze, amit minden tömlőre két sorban, párhuzamosan körülbelül 10 centiméteres távolságban helyeznek el, ez az összekötés erősíti meg a fal szakítószilárdságát.

Az ív szabályosságát minden sornál ellenőrizni kell, a tömörítés előtt és után is, a deformálódás elkerülése érdekében.

Nyílások elhelyezése úgy lehetséges, ha előre kihagyják a neki szánt helyet, és sablont használnak, ami főként íves formák kialakításánál szükséges, mint pl. a boltív vagy körforma, vagy mintadeszkákat alkalmaznak (60. ábra). Alkalmaznak egy olyan megoldást is, ahol vaktokot horgonyzott L acél segítségével bekötik a sorok közé.



60. ábra
Szupervályog ház nyílásképzése

Az ideiglenes zsaluk akkor távolíthatók el, ha a felettük lévő zsákok tartalma már kellően megkötött és megszilárdult. Sík nyílásáthidalás eléréséhez 2 db acélrúd elhelyezésére van szükség, melyeket a zsákba szúrnak egymással párhuzamosan, így a szerkezet terhelhető lehajlás veszélye nélkül. Ajtók kialakításánál, 1 méter falmagasság elérése után helyezik el az ajtókeretet, ahol a tömlők sarkainak kibontása szükséges a pontos illesztés miatt. A stabilizált földdel töltött zsákok hossza, általában három és 4 méter között alakul.

Elérve a teljes falmagasságot, általában gerendás fafödémeket alkalmaznak, illetve éghajlatfüggvényében födém nélküli kupolás megoldást vagy fából készült tetőszerkezetet is előszeretettel használnak.

Éghajlat függvényében kupolát vagy fából készült tetőszerkezetet tesznek rá.

Amellett, hogy költséghatékony megoldás, hiszen az építőanyag megtalálható mindenhol a környezetünkben, a kivitelezés megtanulása és elsajátítása sem bonyolult folyamat.

Olyan stabil épületről beszélünk, mely képes ellenállni a szélsőséges természeti hatásoknak is, pl. földrengés. Előnyére válják az is, hogy nyílás is többféle módon és egyszerűen kialakítható benne. Falai a hőt nagyon jól tárolják, hiszen nyáron hideget, télen pedig meleget sugároz, így kellemes közérzet teremődik. Szerkezeti megoldásokban gazdag házról beszélhetünk, melyek a nyílások, a falak íve és a födém kialakításának lehetőségeiben nyilvánul meg.

Végül elmondható róla, hogy az épület a szép esztétikai megjelenése miatt, harmóniában áll a környezettel (61. ábra).

Sajnos hátránya ennek az építési módnak is van, mégpedig az, hogy a tölthető zsákok anyaga nem környezetbarát.



61. ábra
Szupervályogház illeszkedése

[3.4]A hagyományos, egyrétegű vályogfalazatok nem állnak ellen az árvíznek, ezért kialakultak a favázás épületszerkezetek, melyek vályoggal vagy növény rostokkal vannak kitöltve. Mielőtt belekezdenék az egyes falfajtákba, csoportosítanám, hogy milyen típusú lehet egy ilyen szerkezet.

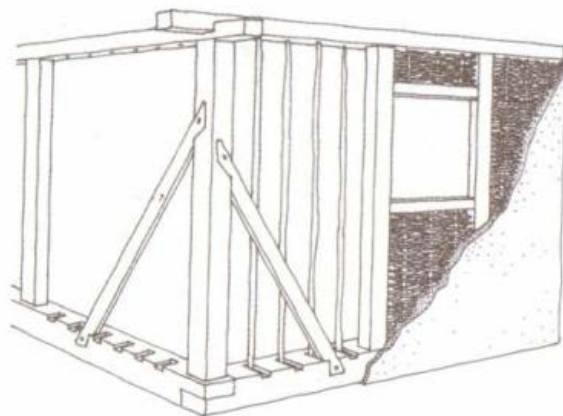
E két csoport „a földbe befogott végű, tetejükön ágasfákban végződő oszlopokból és a rájuk vízszintesen elhelyezett gerendákból álló ősi eredetű cölöpváz és a földfelszínen előkészített talpgerendákra épített, az oszlopok tetején koszorúfával ellátott, fejlett ácstechnikát igénylő talpas váz.”⁽¹⁹⁾

Az első ilyen falfajta a sövényfal, melyet már a középkorban is alkalmaztak és több típusa van, vagyis a talpas-vázás sövényfal, és a karóvázás sövényfal függőleges vagy vízszintes fonással.

A talpas-vázás falazatát vesszőszövettel töltik ki, melyet a faváz közé fonnak. Először külföldön, majd Magyarországon is elterjedt ennek a technológiának a többszintes változata.

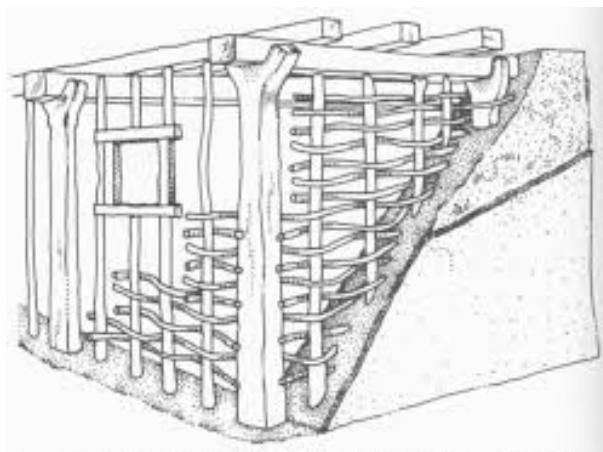
Egy ilyen épület csak akkor tud stabil maradni, ha vázszerkezet van benne, mert a sövényfal önmagában nem ad elég szilárdságot (62. ábra). Ezt a felületet pedig a kinti és belső oldalról is szalmás sárral töltötték ki, majd vályoggal tapasztották be.

⁽¹⁹⁾ Dr. Szűcs Miklós: Föld és vályogfalú házak építése és felújítása, Építésügyi Tájékoztatási Központ Kft., Budapest, 2008, 108.o



62. ábra
Talpas- vázas sövényfal

A másik faltípusnál, ahol karóvázás a szerkezet, a vesszőfonást függőlegesen és vízszintesen is be lehet építeni, amit a vázszerkezet pozíciója alakít (63. ábra). A falat akkor tapasztják jól, ha két oldalról egyszerre végzik a műveletet, mert így kötéseket tudnak kialakítani. A rétegeket még azelőtt egymásra helyezik, hogy az előző réteg kiszáradna.



63. ábra
Karóvázás sövényfal

A nyílásokat a vázszerkezettel alakítják ki azzal a megoldással, hogy a leendő nyílás két oldalán faoszlopokat helyeznek el, amit az alsó és a felső gerenda közé építenek be és a parapettől, illetve a nyílás magassági méretétől függően elhelyezik a vízszintes fa elemeket a két oszlop közé.

Előnyére válnak, hogy az szélsőségesebb időjárási viszonyoknak ez is kellőképpen ellenáll és a tapasztásban keletkezett hibák könnyen kiküszöbölhetőek.

Alapozást, lábazatot sem igényel, és gyorsan kivitelezhető az épület, mind a váz és tetőszerkezet szempontjából.

Viszont ahogy minden technikának, ennek is vannak hátrányai, mégpedig az, hogy mivel nem szükséges alapozás, ezért a vízszigetelés sem kerül elhelyezésre, emiatt a talajból felszivárgó nedvesség nagymértékben rongálhatja a falat, ezért ezt az épület fenntartásánál mindig ki kell küszöbölni. Mivel a falszerkezet vastagsága ebben az esetben vékony, 30 centimétert sem meghaladó, ezért ez a mai szabályoknak hőtechnika szempontjából már nem felel meg.

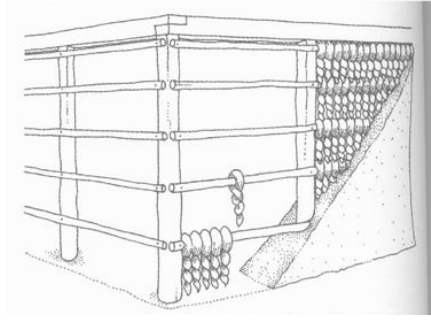
A karóközös sárfal, földbe befogott oszlopokkal készül, melyek felül sárgerendába csatlakoznak. Közeit sárgombócokkal vagy szalmás sárral rakták be.

A következő hasonló falfajta, a lécek közé rakott fal, azzal a különbséggel, hogy itt léceket erősítettek két oldalról az oszlopokhoz, és azok között építették be szalmás sárral vagy pedig vályoggal (64. ábra).

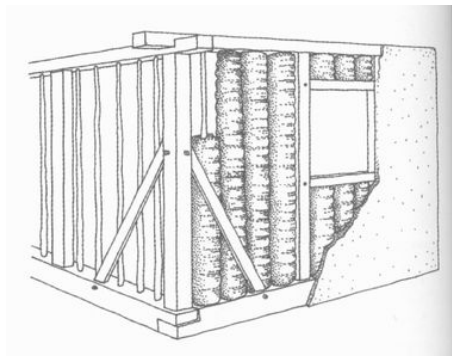


64. ábra
Lécek közé rakott fal

Szintén elterjedt még régen az úgynevezett, gömlyefal (65. ábra) és tekercsfal (66. ábra), ahol hurka alakú, szalmás sárhengerből építettek falat. Ezt a karóra feltekert elemet, a teherhordó vázak közé építették be, vízszintesen vagy függőlegesen, amit szintén a faváz pozíciója határozott meg. Mikor ez elkészült, betapasztották két oldalról sárral. Előfordult még az, hogy többretegű favázas épületet hoztak létre, mely a vert fal technikájához volt hasonló azzal a különbséggel, hogy itt a zsalut, ami a sövényfal volt már nem távolították el, hanem a fal részét képezte továbbra is. Néhol tájegységeken ezt a megoldást két rétegben is alkalmazták. A gömlye fal és a tekercsfal előnyei és hátrányai megegyeznek a feljebb említett sövényfaléval.



65. ábra
Gömölye fal



66. ábra
Tekercsfal

Mivel napjainkban is építenek még vályogházakat, ezért ennek érdekében néhány technológiát korszerűsítettek és gépiesítettek, hogy ezzel némileg javítsák a vályogépítéshet jellemzőit.

Volt szó a vályogvetésről, annak munkaigényességéről és ehhez találtak ki egy kézi vályogprést, mely azért született, hogy könnyítse ezt a munkafolyamatot. Nagyobb a méretpontossága az így készült elemnek, amivel így habarcsot lehet megtakarítani, az építésnél, viszont használatánál kiegyensúlyozott anyagminőséggel lehet csak dolgozni és némelyik gyártó cementtel is megerősíti az alapanyagot (67. ábra).



67. ábra
Gyári vályogtégla

Egy másik technológia olyan elemeket gyárt melyeknek meghatározott keresztmetszete van, de hossza változtatható és olyan vályogszalagot hoz létre, mely esztétikus megjelenést ad, így vakolatot nem igényel. Ezt gyakran használják válaszfal és kitöltő falakhoz.

Készülnek még vályogtéglákból a gyárakban üreges és üreg nélküli elemek is, melyek hátránya az, a nedvességre való érzékenységük miatt, csak belső falak kivitelezéséhez alkalmazhatják.

A következő gépesített technológia a vert falas építés, ahol a fal tömörítését géppel végzik, ebből pedig adódik, hogy egy sokkal erősebb és masszívabb zsalura van szükség. Így nagyobb szilárdság és esztétikusabb felület is érhető el, nem beszélve arról, hogy a zsaluzat is egyszerűbben áthelyezhető.

Az idő múlásával, sor került a favázis vályogfalak korszerűsítésére is, melynél egy fából készült létravázat töltenek ki könnyűvályoggal, ideiglenes zsaluzat segítségével. A tartóváz kialakítására többféle megoldás is a rendelkezésünkre áll, pl. gömbfa, négyszög keresztmetszetű pillér, mely a fal egész vagy részbeni vastagságát tölti ki, illetve összetett tartóváz. A könnyűvályog nem más, mint 1200 kg/m³-t meg nem haladó testsűrűségű, légszáraz állapotú vályog, amiben szerves és szervetlen adalékanyagok egyaránt megtalálhatóak. Az eljárás során a keveréket zsalutáblák közé terítik, majd tömörítik, de nem olyan mértékben, mint a vert falat. A létraváz melyet a tartóvázhoz erősítenek, amellet, hogy távolságtartó, vezetőléc szerepet is betölt, mely a fal síkjait adja meg, illetve a zsaluzatot is ehhez rögzítik. A falban a könnyűvályog rétegek közé, erősítésképpen, merevítő fabetéteket helyeznek el, a jobb együttműködés miatt. Ahogy minden vályogfalnál, így ennél is vályogvakolat ajánlott a felületképzés előkészítésére.

A könnyűvályogot készíthetik kézzel és géppel is. A előbbinél két eljárás is rendelkezésünkre áll, melyek közül az egyik a „permetezőeljárás”, ahol szalmát tesznek az előkészítő területre, és ezt folyós vályoggal öntik le, majd elkeverik, megtapossák és pihenni hagyják körülbelül egy napig. Ez idő alatt fehérjék szabadulnak fel a szalmából, ami együtt dolgozóbbá teszi a két anyagot, mivel javulnak a kémiai, fizikai és mechanikai tulajdonságai is. Ezután építik be a helyére azt. A másik technika a „merítőeljárás”, ahol az alkotók elhelyezési sorrendje helyet cserél, vagyis a híg vályogba teszik bele a szalmát, amit szintén elkevernek, megtaposnak, és ezt addig teszik, míg a szalma át nem veszi a vályog színét, a további lépések pedig megegyeznek az előző eljárással.

Gépesítéssel, a keveréket nagyobb mennyiségben és egyszerűbben elő tudják állítani.

Előnyként említeném meg, hogy a zsaluzatnak köszönhetően ennél a módszernél is sík, egyenletes felületeket lehet kapni. Mivel egy viszonylag korszerűbb technikáról beszélünk, ezért hőszigetelés beépítésével, ez az építéstechnika alkalmazása napjainkban is ajánlott. A könnyűvályog döngölésére ennél a faltípusnál is nagy figyelmet kell fordítani, a megfelelő szilárdság elérése érdekében.

A könnyűvályog, kedvező hőtechnikai tulajdonságai miatt használható hőszigetelésre is, földembe és falazatba egyaránt. Előbbi esetében könnyűvályog elemeket gyártanak, melyeket csak el kell helyezni a földemben, 2 rétegben.

[3.5].^[20]A vályog alkalmas habarcsok és vakolatok készítésére is.

A falazó habarcs készítése annyival tér el a téglától, hogy hígabb a keverék állaga és csak nagyon rövid szálú rostos anyagot adnak hozzá, mely a repedések kialakulásának elkerülését szolgálják.

Előnyként emelhető ki, hogy az egész épület vakolható vele, sőt más anyagból készülő falazatok bevonására is megfelelő. A fürdőszobában csempe burkolat készítése helyett, a vályogvakolat viasszal kevert változata vált ismertté, melynek vízlepergető képessége van. Kedvező páragazdálkodó tulajdonsága miatt jelentősen korlátozza a penész kialakulását és lássuk be ez egy kiemelkedő előny, mert a cement vakolat esetében ez a probléma gyakran felmerülhet. Több réteg felhordásánál mindig meg kell várni, hogy az előző rétegből távozzon a nedvesség és a vályogkeveréket több napig is fel lehet használni, víz hozzáadásával.

Viszont hátrányai ennek a technikának is vannak. Mivel vályogról beszélünk a nedvességre ez is érzékeny, ezért kültéri vakolat esetén óvni kell a csapóesőtől. Hazánkban még nem terjedt el annyira, ezért sokan tudomást sem szereztek róla még, hogy ez a vakolatfajta is a rendelkezésünkre áll (68. ábra). Emiatt még kevés szakember van, aki ezt a munkafolyamatot elvégezhetné, és habár előny, hogy nem régóta már gyárakban is készítenek vályogvakolatot, az ára nem túl pénztárcabarát. A költségek a technológia elterjedésétől nagyban függenek. A házilag gyártott vakolat ezért olcsóbb, de több munkát igényel.

^[20] <http://www.csaladihaztervezes.hu/Nyito/valyogvakolat,-a-termeszetes-epitoanyag> (2019.10.02.)



68. ábra
Vályogvakolat

A következőkben pedig az előző alcímnél tárgyalt faltípusok felületkezeléséről írnék.

Nagymértékben függ a vakolás típusa, rétegszáma, vastagsága a falszerkezet fajtájától és síkjának egyenletességétől.

Az egyenetlenebb falsíkú szerkezeteknél a vakolás több rétegben készül, először vályogos szalmát alkalmaznak a zsugorodás által kialakult rések betakarására és a hibák kiküszöbölésére, ezzel a fal egyenetlenségét nagymértékben feljavítják, majd a szalmás vályogot használják, ahol a keverék már több vályogot és kevesebb szalmát tartalmaz. Erre kerül a jutaszövet, amit egy vékony folyósabb és kövér vályogréteggel tapasztanak be. Mára

elterjedt Biokay által gyártott zsákos vályogvakolatokat használják a simítórétegnek. Egyenletes falfelületnél elegendő 2 réteg használata, mégpedig egy 2-2,5 centiméter vastagságú kiegyenlítő réteg, és egy fél centiméter vastag fedőréteg.

Az elkészült vakolatra vályog vagy mészfestéket ajánlott felhordani, más nem természetes anyagú festékek szintén leválnának a falról.

Rakott fal esetén, ahol a fal felületét egy éles ásóval készítik elő, melynél függőleges irányban eltávolítják a kilógó szalmaszálakat, majd a fal külső felére két réteg nádszövetet erősítenek fel. Erre kerül rá a vakolat, mely a fal mindkét oldalán sártapasztás.

A vert falnál, mivel a zsalutábláknak köszönhetően már egy viszonylag síkfelületet kapunk, nincs szükség vastag vakolásra, amit egy sárhabarcs réteg képez, de ha ez még sem így lenne, akkor a nádszövet erősítést itt is lehet alkalmazni.

A vetett téglából készült vályogfalakra csak vályogvakolatot ajánlott felhordani, mivel ha idegen anyagot alkalmazunk, akkor azok eltérő fizikai és mechanikai jellemzői miatt, az idő múlásával repedések keletkezhetnek rajta és leválhat a falról. Az előbb leírt gondolatot, egyébként mindegyik vályogfal vakolásánál érdemes megfogadni.

Mivel a téglából készült falban habarcsüregek jöttek létre, ahol pedig nem, ott egy centimétert ajánlott kivájni a falazóhabarcsból, hogy a fal érdekesebbé váljon, így ez segíti a falnak a vakolattartó képességét.

A szupervályog ház vakolása az éghajlattól függően stabilizált földdel történik, kívülről agyaggal vagy vízálló de páraáteresztő anyaggal, az időjárási hatásokkal szembeni védekezés miatt. A ház geometriája a kupolás kialakításának köszönhetően lehetővé teszi az esővíz lefolyását róla.

Áttérve a favázás épületekre, a sövényfalnál szövött falra és a vázra, sártapasztást tesznek, több rétegben, melynek olyannak kell lennie, ami távol tartja a rovarokat, gombákat, szellőzik és a tűz ellen is véd. Mielőtt a sártapasztás megkezdődne, a csatlakozásoknál háló beépítése lehetőséget ad a repedések kialakulásának megelőzésére, amit a hagyományos ősi technológiában még nem, de ma már néha szoktak alkalmazni. Fontos lehet, hogy a kitöltő fal felülete legyen egy síkban a favázzal, vagy egy kicsit álljon ki belőle, az egyenletes felület elérése miatt.

A karóközös fal, lécek közé rakott falnál és a gömlyefalnál is sártapasztást használnak. Szalmaházak vakolásánál is vályogot alkalmaznak, pont azért, mert tűzálló anyagról beszélünk, így 5 centiméteres vastagság felhordása már 90 percig képes ellenállni a tűznek.

3.4. Kő

3.4.1. Definíció

„Természetes építési kőanyagokon azokat a kőzeteket értik, amelyeket csak nagyságukban változtatva (aprítva, hasítva vagy faragva), vagy osztályozva használnak fel az építési tevékenység során.”⁽²¹⁾ A köveket kőbányákban lelik fel, melyeket először lefejtik a helyéről, feldolgozzák, hogy elszállítható legyen majd különböző munkafolyamatokon megy át, hogy építési kő lehessen belőle. Felhasználható, alapozásra, falazatra, lépcsőre, boltívre, beltéri és kültéri burkolatnak, illetve kerítés építésére.

⁽²¹⁾ Dr. Tóth Zoltán, Építőanyagok, Nemzeti Tankönyvkiadó, 1996, 335.o.

3.4.2. Történeti áttekintés

[22]Kőből készült építmények azóta léteznek, mióta ember van a földön. Kezdetben az ősember akkor ébredt rá arra, hogy szüksége van menedékre, mikor szembe találta magát az időjárás viszontagságaival és a vadállatokkal. Erre kínált megoldást a kőbarlang, amely hajlékot nyújtott számára. Később már saját maga is képes volt kőből házat építeni. Rájött, hogy ez a legkeményebb anyag, amit felhasználhat arra, hogy megvédje magát. Kezdetben faragatlan formában kerültek beépítésre a kődarabok, és az ősemberek nem csak menedéket építettek maguknak, hanem különleges építményeket is, mint például a Stonehenge (69. ábra).



69. ábra
Stonehenge

Az ókorban a köveket már elkezdték megmunkálni is kőszerszámokkal és bonyolultabb építményeket hoztak létre. Főleg az ókori egyiptomiak alkottak olyan kőépítményeket, melyek közül sok még ma is áll, mint például a híres piramisok, melyek a fáraók sírjául szolgáltak. Ezek nagyszerű és egyben hatalmas remekművek gúla alakúak voltak és megépítésükhöz rengeteg kőre volt szükség. Ami ebben lenyűgöző tény, hogy a régészek még mai napig sem tudják, hogy voltak képesek akkoriban ekkora kőtömegeket ilyen nagy távolságokba és magasságokba mozgatni, és felépíteni piramisokat olyan precízséggel, amit még a mai technológiák mellett is nehéz lenne kivitelezni. A kövek faragására csak kőszerszámok álltak rendelkezésre, mégis sikerült olyan pontosra kifaragni őket, hogy pontosan illeszkedjenek egymásra. A piramisok közül, főleg a legnagyobb, még ma is álló gízai nagy piramis, mely a sok lenyűgöző építési tény mellett még számos tudományos tényt rejt magában. Emellett

[22] <http://kohazak.uw.hu/g2.htm> (2019.12.07.)

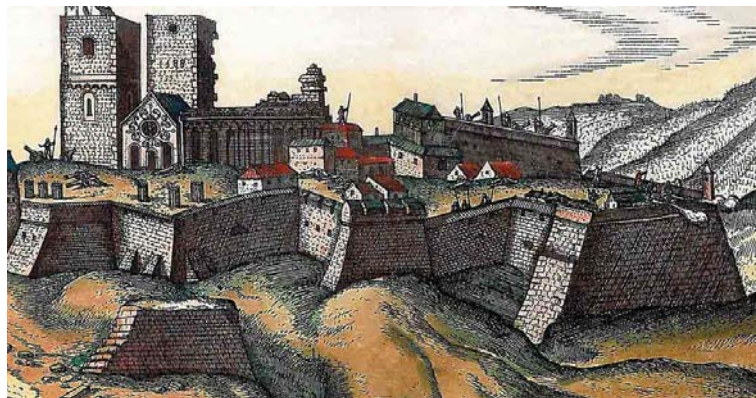
képesek voltak hatalmas íves szobrok megalkotására is, mint például a szfinx (70. ábra).



70. ábra
Szfinx

A középkorban szintén főszerepet töltött be a kő, mint építőanyag, mivel hatalmas erődítményeket, várakat és várfalakat építettek belőle, mert ebben a korban sok történelmi csata és háború zajlott.

[23]A kővárak a X. század környékén kezdtek elterjedni Franciaországban és először csak lakótornyokat építettek vékonyabb és magasabb falakkal. Hazánkban pedig a XII. században terjedtek el ezek az építmények. Később ezeket a tornyokat várfallal vették körül melyben kisebb tornyokat építettek, a nagyobb védelem érdekében (71. ábra).



71. ábra
Középkori kővár

Az ágyúk alkalmazásával viszont fordulópontra jött a várak építésében és vastag falú, alacsony bástyákat építettek. A várak rendszere az idők alatt annyira felfejlődött, hogy a várfalon belül, várudvar alakult ki, a királyi családot szolgáló nép részére

[23]

https://tortenelem.mandiner.hu/cikk/20160224_mibol_all_egy_var_vartorteneti_es_varismereti_kisokos (2019.12.07.)

pedig kiszolgáló helyiségeket, építettek. Továbbá helyet kapott még kápolna, lovagterem és a palota főhelyisége is.

De nem csak a várak épültek kőből, hanem még számos épület, mint például bazilikák, templomok, mauzóleumok, kolostorok. Ezeket az épületek a vastag falak és a nagy belmagasságú terek jellemezték.

Ezeket a házakat nem csak a középkorban, hanem az újkorban is előszeretettel építették kőből. Ezek mellett teret nyertek még a szakrális, közösségi és lakóházak építése is kőből. Később pedig az iparosodás és mezőgazdaság fejlődésével az ezeket kiszolgáló funkciójú nagyobb terek is kőből készültek.

Az áttörést a beton megjelenése hozta, amely annyi szerkezet kialakítására képes volt, hogy emiatt a kőépítészet háttérbe szorult és manapság már kevés szerkezethez használjuk fel.

3.4.3. A kőépítés előnyei és hátrányai^[24]

Több kőfajta is rendelkezésünkre áll, melyek közül vannak szilárdabb, tömörebb és vannak porózusabb kevésbé szilárdabb anyagok. A következőkben a szerkezetek építéséhez felhasznált, szilárdabb kőzetek előnyeit és hátrányait taglalom.

Amellett hogy fagyálló, olyan szilárdsággal és tartóssággal bír, hogy a belőle készült építmények több száz, akár ezer évig is állnak, például a gízai piramis, mely már több ezer éves. Faragható, hasítható, aprítható, és vegyesen használható más anyagokkal is. Kedvező nyomószilárdsági értékekkel rendelkezik. Többféle szerkezet is építhető belőle, és az ehhez szükséges alapanyag sokhelyen megtalálható a Földön. Természetbe illő, környezetbarát anyag és többször is fel lehet használni.

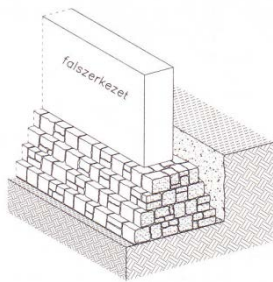
Hátránya viszont hogy több szerkezetnél is elavulttá vált és kedvezőtlen hőszigetelési tulajdonságokkal bír. Építőelemeinek faragása, a helyszínen való beépítése, idő és munkaigényes. Nehezen faragható és formálható. Kitermeléséhez hegyeket kell elbontani, vagyis a természettől vesszük el, ami viszont nem környezetbarát tevékenység. Nagy tömeggel rendelkezik, ezért a nagyobb méretű elemek mozgatása nehézséget okozhat.

^[24]<https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/epiteszet/az-epitestan-alapjai/kofalazatok-a-kofalazatok-kotesei/kofalazatok-elonyei-es-hatranyai> (2019.12.07.)

3.4.4. Alkalmazása az építőiparban

Kőből szintén több szerkezet is megépíthető, vagyis alapozásra, falazásra, boltövre, lépcsőre, és burkolatnak egyaránt. Ezek mindegyikéről írnék pár gondolatot, melyek közül az első az alapozás (72. ábra).

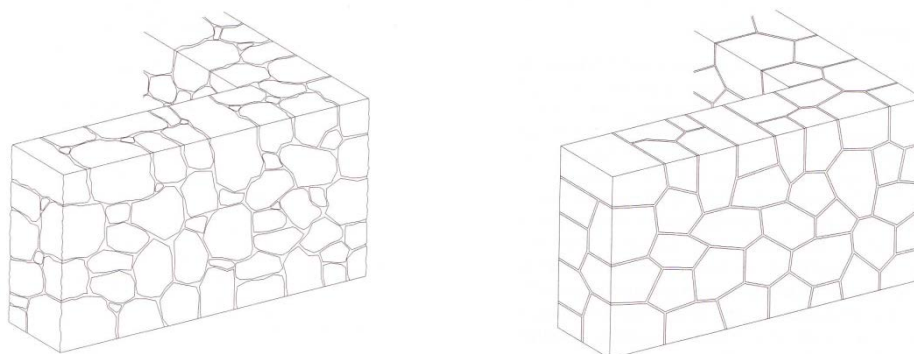
[4.1]A beton megjelenése előtt az alaptesteket még kőből és égetett, tömör agyagtéglából építették. Mindkettő építőanyaggal való alapépítést az jellemezte, hogy több sorban építették és a fagyhatártól kezdték. A rá kerülő falnál szélesebbre



72. ábra
Kőalapozás

és lefelé szélesedő alaptestet alakítottak ki, mely a teherelosztás miatt lett így elkészítve, ami a nagy előnye is egyben ennek a típusnak. Viszont kivitelezése idő és munkaigényes, ezért ma már nem használják.

[4.2]Ebből az építőanyagból többféle fal is építhető volt régebben, melynek típusa a kő megmunkálásának mértékétől függött. Falak építésére a legalkalmasabb terméskő fajták a mészkő, andezit tufa, bazalttufa és a riolittufa. Megkülönböztetünk a kövekből építhető nem réteges és réteges falazatokat. Ez előbbinél ezt az építőanyagot nem, vagy csak nagyon kismértékben faragták meg, melyek ennek ellenére szépen illeszkedtek egymáshoz, mert a köveket ennek megfelelően válogatták össze. Ezekhez a falazatokhoz a szükséges alapanyagot kőbányákból nyerték és azt a kevés faragást, amit végre hajtottak rajtuk, a bányákban vagy a helyszínen vitték véghez. A kissé megmunkált kődarabokból készült falazatot ciklopfalnak nevezik (73. ábra).

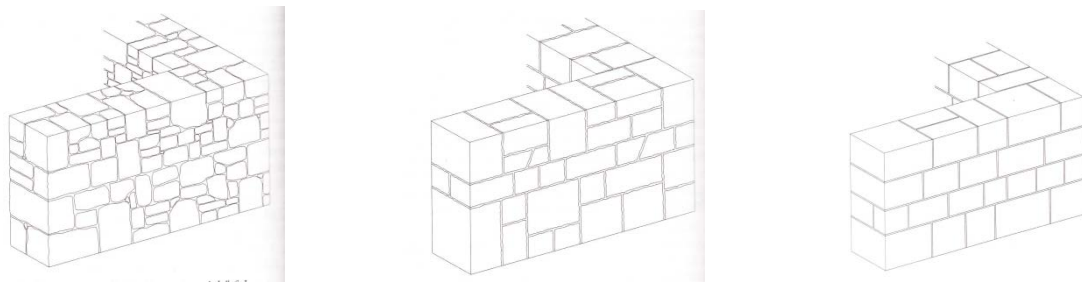


73. ábra: Megmunkálás nélküli és kevésbé megmunkált nem réteges kőfal (ciklopfal)

Ezeket a kődarabokat habarccsal ragasztották egymáshoz. Az építés során úgy helyezték el az építőanyagot, hogy függőleges fugák ne essenek egymás fölé, a

teherátadás miatt, mivel így egy kő súlyát az alatta lévő másik kőnek tudta átadni. A falak építését a falsarkokon kezdték, irányköveket helyeztek el, és zsinórt húztak ki közéjük, mely megadta a fal külső síkját. A nyílászárók helyének kialakítását a falazat építésével egy időben készítették.

Elterjedt volt még a faragott kövekből készült réteges falazat, melynek ismertetői jelei azok voltak, hogy osztálytól függően, bizonyos méretenként a falban vízszintes hézagot hoztak létre, és a kő éleit szögletesre alakították. A köveket ennél a típusnál is kötésben helyezték el, habarcságyba, a nyílászáró helyét ugyanúgy képezték. A vízszintes fugára szintén az egyenletesebb teherátadás miatt volt szükség. A réteges terméskő falaknál 3 osztály is létrejött, melyek a megmunkáltság mértékétől és a falban felhasznált kövek nagyságától függenek. A 3. osztályba azok a falak sorolhatók, melyben a kicsitől-nagyobbig, minden méretű követ beépítenek, és csak nagyon kicsit munkálják meg őket. A 2. osztályban, már nincs akkora különbség a beépített kövek mérete között, és jobban meg is munkálták. Az 1. osztályúak pedig, olyannyira megmunkálták, hogy négyszögletes éleket alakítanak ki rajtuk és minden sorban készítenek vízszintes hézagot (74. ábra).

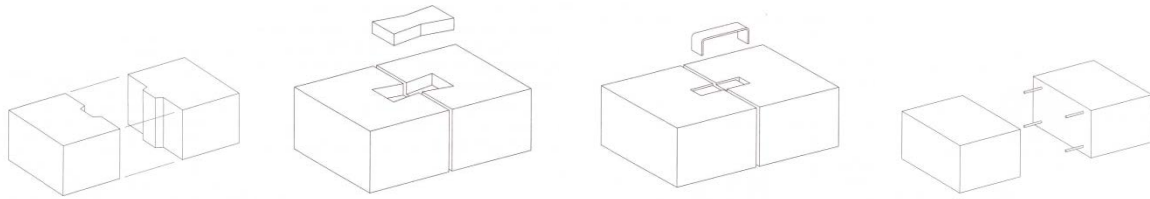


74. ábra: 3., 2. és 1. osztályú réteges falak

Ennél az osztálynál már kötő és futó helyzetű köveket is kialakítanak, a kövek kötésben való építése miatt, illetve ez tovább fokozható azzal is, hogy úgy faragják ki őket, hogy illeszkedjenek egymáshoz. A réteges terméskő falak jellemzője, hogy viszonylag egyszerűbb és precízebb, szögletes kőből falat építeni, mint egy szabálytalanból, viszont több megmunkálást igényel, ami munka és időigényesebb.

Idővel a kő megmunkálásának fejlődésével, egyre precízebb geometriájú és felületű elemeket tudtak létrehozni, így megjelentek a faragott kő falazatok. Az élek párhuzamosságát és négyszögletességét olyannyira pontosan alakították ki, hogy egyenlő méretű, kőtéglaakat hoztak létre. Felületi kialakításuk többféle, vagyis csiszoltabb és durvább is előfordult, illetve az elemeket kötésben helyezték el, fél kőtégla eltolással.

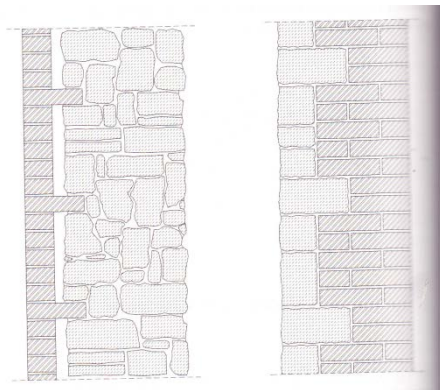
A kövek összekapcsolására több megoldás is rendelkezésünkre áll, melyek a csaphornyos, kőcsapos, fémcsapos és az acéltüskék kialakítások (75. ábra).



75. ábra: Építőkövek egymáshoz való csatlakozása

A köveket, ahogy az eddigi típusoknál is, habarcságyba kell elhelyezni. Ezeket a falakat ma már szintén nem, vagy csak nagyon ritkán alkalmazzák, mivel megmunkálásuk, beépítésük is munka és időigényes. Ennek ellenére környezetbe illő és esztétikus szerkezet alakítható ki belőle. Továbbá előnye még hogy többféle

felületi kialakítás és kapcsolódási mód is létrehozható.



76. ábra
Vegyes falazatok

[4.3]A követ használják vegyes falazatként is, kisméretű tömör égetett agyagtéglával és betonnal is ötvözve (76. ábra). Építésének jellegzetessége, hogy körülbelül fél méterenként a falazatot kőelemekkel, be kell kötni a másik anyagból készülő falba, hogy a teherhordásban a kőfal is részt vegyen. Viszont ezeknek a faltípusoknak nagy hátránya, hogy mivel eltérő anyagokat használnak, eltérő mértékben ülepednek és

süllyednek.

A szigorodó követelmények miatt a követ, napjainkban lábazati falakhoz, vegyes lábazati falszerkezetekhez, támfalak és kerítés építésére használják.

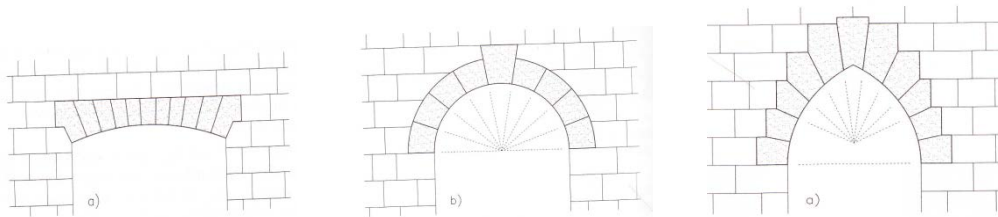
A kő alkalmazható boltövek építéséhez is, melyből kialakítható megmunkálatlan és faragott is egyaránt.

Előbbit terméskőből építik meg, az utóbbit több fajta kőből is kifaraghatják.

[4.4]Kő boltozatokat általában kő falazatoknál használtak és a jobban megmunkáltabb kövekből létrehozható szegmens íves, félköríves és csúcsíves és egyenes boltöv is.

Kialakításának jellegzetessége, hogy a boltöv közepén elhelyezett záradék kő, és a kétoldali vállcsatlakozáshoz szükséges kövek jobban megmunkáltak, a pontosabb illeszkedés miatt. Ezen szerkezetek közül a szegmens, félkör és csúcsíves boltövet

meg lehet építeni úgy, hogy a felhasznált kövek felső felülete, az ívvel fusson párhuzamosan, vagy pedig a falazathoz illeszkedjen (77. ábra).



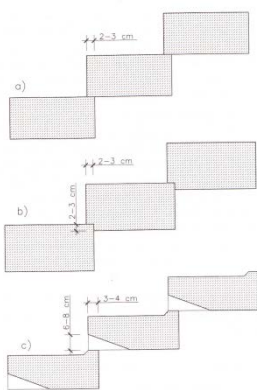
77. ábra: Szegmens és félköríves és csúcsíves boltozatok

Az egyenes boltozatnál pedig úgy alakítják ki, hogy a beépített elemek, illeszkedjenek a falazat sorához. Az építőanyagot habarccsal rögzítik egymáshoz.

Ezek a szerkezetek, szintén esztétikusak tudnak lenni, viszont kő boltozatokat ma már nem használnak. Az ívesek esetén, csak kisebb fesztávolság áthidalására használható. Egy ilyen szerkezet megépítése, a felhasznált kövek faragása, munka és időigényes.

[4.5]A beton alkalmazásának kezdetéig, általában a kőlépcsőt használták leginkább, melyből több fajtát is készítettek. Alkalmazták kültérben és beltérben egyaránt, terep- és előlépcsőhöz is.

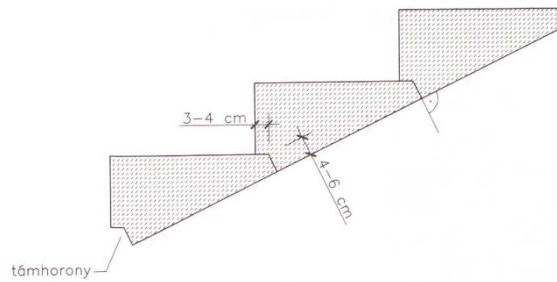
Tereplépcső esetén megmunkálatlan, vagy kevésbé megmunkált terméskövet használtak, alapozás nélkül. Illetve használták előlépcsőként, ahol egy aljzatot is kapott, és szabályos formájú, faragott kövekből építették meg.



78. ábra
Tömlépcső

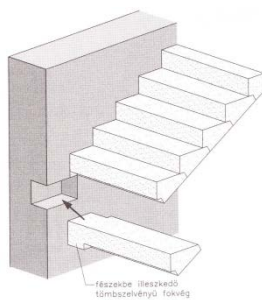
Elterjedt még a tömlépcső, melyet leginkább a külső térben használtak és elemei téglalap keresztmetszetűek voltak (78. ábra). Építésük során kisebb szélességben egymásra is támaszkodtak, de előfordult, hogy nagyobb mértékben terhelték egymást és ilyenkor csaphornyosan kapcsolódtak egymáshoz. Belső térben is alkalmaztak ilyen fajta lépcsőt, méghozzá akkor, mikor a lépcsőkar szélesebb volt. Előnye, hogy keresztmetszete miatt nagy volt a teherbírása, viszont ezért nagy tömege is volt. Ezt a lépcsőfajtát ma már nem alkalmazzák.

Továbbá ismertek voltak még az éklépcsőfokok is, melyek csatlakozása egy támhoronnyal volt megoldva és úgy illeszkedtek egymáshoz, hogy a lépcsőkar alja, egy síkfelületet képezett (79. ábra). Előnye, hogy kisebb tömeggel rendelkezik, és esztétikusabb megjelenést nyújt az előző típusnál.



79. ábra
Ék alakú lépcsőfokok

Ezek a lépcsőfajták viszont idő és munkaigényesek voltak, és a súlyuk miatt mozgatni is nehezebb volt őket, ezért tovább fejlesztették a kőlépcsőket és kitaláltak egy olyan szerkezetet, ahol a tömeget és az anyagot csökkenteni tudták és megjelentek a műkő lépcsők, melynek anyaga nem csak kőből állt, hanem más idegen anyagokból is, mint például beton, vagy cement, és a köveket zúzalék formájában adták hozzá. Ezek a szerkezetek kevésbé környezet barátok, mint az eddig említettek.



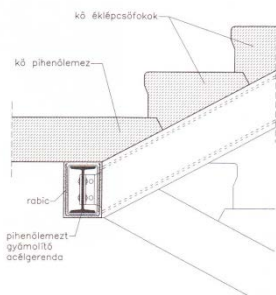
80. ábra
Fallal gyámolított műkő
lépcső

A műkő lépcsőt főleg lebegő lépcsőként használták fel, melyet falba való befogással rögzítettek, és a feltámaszkodó felületnél, megnövelték a lépcsőfok keresztmetszetét, ami a teherátadást segítette elő (80. ábra). Ez a konzolos szerkezet szintén támhornyos kapcsolódással volt kialakítva, így a fokok egymásra is terheltek. Hátrányként az hozható fel, hogy egy ilyen lépcső kialakítása több korlátot is szab, mint például csak kisebb karszélesség esetén alkalmazható.

Később a lépcsők alátámasztására több megoldást is kitaláltak, így jelentek meg a gyámolított lépcsők, melyek közül az egyik, a fallal való gyámolítás. A lépcső a falakra a kar két szélén támaszkodik fel, ahol a fal egyes esetekben csak ezt a funkciót szolgálja, máskor viszont az egyik ilyen szerkezet a főfal is egyben.

Elterjedt még az acélgerendás gyámolítás, melyhez I szelvényű gerendákat használtak. Ez a szelvény alátámaszthatja a lépcsőkart részben vagy teljesen.

Előbbi esetben a kar egyik oldalán a fal, a másikon pedig a gerenda támasztotta alá. A másikban pedig, mindkét oldalán az I gerendák, melyek így kéttámaszú tartóként funkcionáltak. Ennél a típusnál is ék alakú lépcsőfokokat használtak (81. ábra).



81. ábra
Acélgerendával
gyámolt lépcső

Ritkán alkalmazott megoldás volt még, mikor a lépcsőkart egy boltozat támasztotta alá, viszont kialakítása nehéznek és bonyolultnak minősült. A kőlépcsők előnyei, hogy nagy teherbírással rendelkeznek, és amellet hogy fagyállóak, még esztétikusak is. Hátránya, hogy manapság már nem alkalmaznak ilyen lépcsőket, mert idő és munkaigényes a

kialakításuk, illetve az elemek faragása is. Műkö lépcsőt viszont még ritkábban, de alkalmaznak. A kő faragása lehetőséget teremtett arra is, hogy burkolatként használjuk fel

őket. Erre több kőfajta is rendelkezésünkre áll, mint például a terméskő, mészkő, márvány, gránit és tufák is. Alkalmazzák a követ padlók hidegburkolataként beltérben, melyet négyzög formájú lapra formálva ágyazó habarcsba vagy ragasztóba rögzítenek. Ezeknek az építőelemeknek nagy a súlya, ezért ez a kivitelezés menetét kissé megnehezítheti.

Elterjedt még a műkö lapok alkalmazása is, amely két rétegből tevődik össze, egy alsó betonból, mely hordozó réteggként funkcionál, és egy kőzúzalék rétegből, aminek a kötőanyagaként cementet használnak. Ezeknek előnye az, hogy kialakítása, mind méretben mind felületben és színben, sokrétű. Viszont a cement és a beton ötvözésével már egyáltalán nem környezetbarát építőanyag. Az építő köveket nem csak faragással, de hasítással is előállíthatják.



82. ábra
Kő falburkolat

[5.1] Padlóburkolatok mellett falburkolatok készítéséhez is kiváló a kő és négyzögletűre vagy szabálytalan formájúra faragott kőlapok formájában rögzítik a falra, ágyazó habarcsba vagy ragasztóba (82. ábra). Külső terek burkolásaként is használják a követ, melyekhez több fajtát, többféle geometriában és megmunkálásban alkalmaznak. Készítenek kőből oszlopot, pillért és mellvédfalat is.

Ezt az építőanyagot felhasználják még zúzott formában is, amihez andezitet, bazaltot, diabázt, mészkövet, gránitot és dolomitot használhatnak fel. Zúzott követ több méretűre is darabolhatják, melyet osztályoznak. Szemcseméretétől függően, különböző rendeltetésű feltöltésekhez használják. Továbbá a köveket őrölhetik is, amivel kőport vagy kőzetlisztet hozhatnak létre. Ezeket főleg adalékanyagként alkalmazzák, melyet vakoláshoz használt habarcsba adagolhatnak bele.

3.5. Téglá

3.5.1. Definíció

A tömör égetett agyagtégla, agyagból és vízből keletkezik, melyet a formázás után kiszárítanak, majd egy kemencében kiégetnek, így nyeri el végleges formáját. Ez az építőanyag alkalmas alapozás, falazat, boltív, boltozat, pillér, oszlop, kémény, födém és burkolat készítésére egyaránt. Az idők során egyre szigorodó követelmények miatt, módosításra volt szükség a téglá egyes tulajdonságaiban, ezért elterjedt többféle változata is. Az égetett agyagtégla, a négy őselemből jött létre, vagyis a földből, vízből, tűzből és a levegőből, viszont elkészítéséhez energia felhasználására van szükség, ami károsan hat a környezetre, mert jellemzően foszilis energiahordozók felhasználásával nyerik.

A tömörtégla többször is felhasználható építési célra, ezért taglalom egy külön fejezetben, de kisebb részletességgel.

3.5.2. Történeti áttekintés^[25]

Téglát már több ezer éve használnak építési célokra, de kezdetben csak kiszárított formában alkalmazták. Jóval később kezdték el kiégetni és úgy készíteni belőle építményeket, mert rájöttek, hogy ezzel a művelettel nagymértékben javíthatják a téglá tulajdonságait. Főleg nagyobb szilárdságot, teherbírást és tartósságot értek el vele.

Az égetett tömör agyagtégla az egész világon elterjedt volt, mivel a hozzá szükséges alapanyagok bárhol megtalálhatóak, és könnyen el tudták készíteni.

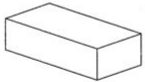
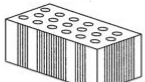
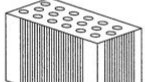
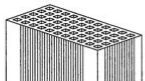
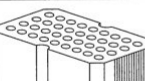
Már a rómaiak is használtak kemencéket erre a célra, azonban hazánkban csak jóval később jelent meg ez a megoldás. Az első égetett téglagyár a XVIII. század elején épült meg Magyarországon. Azért szerették használni ezt az építőanyagot, mert sok szerkezetet ki tudtak alakítani belőle. Kezdetben legfőképp olyan területeken vált ismerté, ahol a kő, mint építőanyag kisebb mértékben állt rendelkezésre és ezzel tudták helyettesíteni azt.

^[25]<https://kreativlakas.com/magasepiteszet/tomor-es-ureges-egetett-teglabol-keszulo-falak-teglakotesek-retegei-szabalyai/> (2019.12.08.)

A téglából készülő szerkezetek összekapcsolásához általában habarcsra volt szükség, amely rögzítette az elemeket a helyére és egymáshoz.

Az idő múlásával, a XX. században egyre szigorodtak az építési szabályok, ezért a kisméretű tömör agyagtégla elavulttá kezdett válni. Nagyobb hőszigetelő képességre volt szükség, illetve nagyobb elemekre, hogy időt spóroljanak az építésnél.

Megjelentek az üreges, magasított égetett téglák több változatban is (83. ábra).

Megnevezés		Méret szélesség/hosszúság/ magasság (mm)	Tömeg (kg)	Nyomószilárdság (N/mm ²)		Testsűrűség (Kg/m ³)	Hőátbocsátási tényező (W/m ² K)
Kisméretű tömör téglá		120/250/65	2,8–3,5	I. oszt.	10	1500–1800	1,45 (38 cm vastag vakolt fal esetén)
				II. oszt.	7		
				III. oszt.	5		
Magasított kevésslyukú tégla		120/250/88	3,7	I. oszt.	10	1100–1400	1,31 (38 cm vastag vakolt fal esetén)
				II. oszt.	7		
				III. oszt.	5		
Kettősméretű kevésslyukú tégla		120/250/140	5,6	I. oszt.	10	1100–1400	1,24 (38 cm vastag vakolt fal esetén)
				II. oszt.	7		
				III. oszt.	5		
Kettősméretű soklyukú tégla		120/250/140	5,1	I. oszt.	10	1000–1200	1,04 (38 cm vastag vakolt fal esetén)
				II. oszt.	7		
				III. oszt.	5		
B 30-as blokk-tégla		190/300/140	7,5–9,5	I. oszt.	10	1100–1400	1,50 (kétoldali vakolattal)
				II. oszt.	7		
				III. oszt.	5		

83. ábra
Az égetett agyagtéglák változatai

Ezeket az elemeket a 80-as, 90-es években alkalmazták leginkább, és valóban kevesebb darabszámú elemre volt szükség egy ház felépítéséhez, illetve az üregek kialakításával a téglá hőszigetelési tulajdonsága is jelentősen javult.

Ámbár az előírások tovább szigorodtak, és 2000-es évek kezdetével, már ezek az építőanyagok is kezdtek elavulttá válni, és kiszorította őket a vázkerámia elemek széleskörű elterjedése. A falazó blokkok nagyobb méretlépcsővel lettek kaphatóak, illetve a hőszigetelési értékei is tovább javultak.

A vázkerámia termékek, azonban nem olyan tartósak, mint a tömör, égetett kisméretű téglá, mert ezeket már elbontás után nem lehet építőipari célra újra felhasználni, ezért ezek változatairól csak megemlítés szintén írok a „Tégla építőipari felhasználása”, című alfejezetben.

3.5.3. A téгла előnyei és hátrányai

A kisméretű, tömör, égetett agyagtéglának is vannak előnyei, amiért ennyire ismerté vált. Mégpedig hogy több szerkezet kialakításához is felhasználható és időtálló, ezért akár több építményhez is alkalmazható. Könnyen formálható, és a vakolatot jól tartja. Kombinálható más építőanyaggal, különböző szerkezetek kialakítása során. Az elkészítéséhez szükséges alapanyag sokhelyen fellelhető a világon. Nagy teherbírású és szilárdságú. A nedvességet jól tűri, és emellett még tűzálló is, ezért kémény készítésére is alkalmas volt. Nagy tömörsége miatt jól szigeteli a hangot és létezik fagyálló változata is.

Hátránya, hogy a tömör égetett agyagtégla kedvezőtlen hőszigetelési tulajdonságokkal bír, és ebből az építőanyagból készült szerkezetnek a súlya is nagy. A kisméretű téglából való kivitelezés idő- és munkaigényes. Előállításához égetésre van szükség, ami jellemzően károsanyagok kibocsátásával jár, így nem tesz jót a környezetnek.

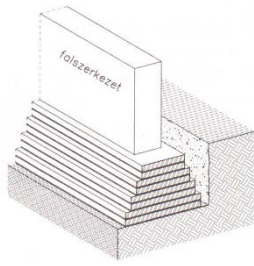
A vázkerámia elemek előnyeiről és hátrányairól is írnék pár szót. Előnyös tulajdonsága, hogy a falazó elemekben kialakított üregeknek hála, javult a hőszigetelési képességük. Napjainkban már kezd elterjedni a hőszigeteléssel kombinált vázkerámia falazó elem is, melynek hála hőszigetelő réteget sem kell, vagy csak vékonyabb rétegben tenni a falra. Olyan kapcsolati megoldásokat fejlesztettek ki, más építőanyagokkal ötvözve, mely egy merev szerkezetet eredményez. Többféle szerkezet kialakításához használják, és folyamatosan fejlesztik a vázkerámia termékeket.

Hátránya, a tömör téglával szemben, hogy csak egyszer lehet felhasználni, ezután pedig hulladékot hagy maga után.

3.5.4. A téгла felhasználása az építőiparban

A tömör téglát régebben több szerkezet építéséhez is alkalmazták, melyek az alapozás, falazat, boltív, boltozat, oszlop, pillér, kémény, födém és burkolatok. Ezek mindegyikéről írnék a következőkben pár gondolatot.

^[4.1]A beton megjelenése előtt a házak alapozásául még követ vagy téglát használtak, melyet az utóbbi esetben úgy alakítottak ki, hogy a rá kerülő falnál szélesebbre és

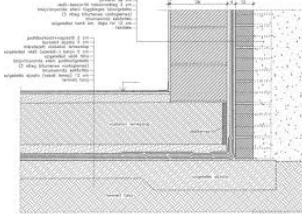


84. ábra
Tégla alapozás

lefelé szélesedőre készítették el (84. ábra). A kiszélesítésre a rá kerülő fal terheinek a teherhordó altalajra való egyenletesebb teherátadása miatt volt szükség. Azonban ez a megoldás munkaigényes volt, és mára már elavult ezért nem használják.

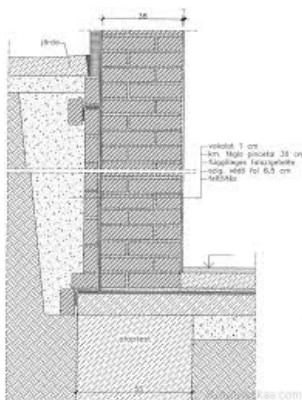
Égetett agyagtéglából többféle fal is létrehozható, mint például, pincefalak esetén szigetelés tartó és védő fal, főfal és válaszfal egyaránt.

[4.6] Szigetelés tartó falhoz akkor használták, ha a készülő pincét talajvíznyomás hatása érte (85. ábra). Ez ellen teknőszigetelést kellett készíteni, ahol egy aljzatbeton



85. ábra
Szigetelést tartó fal

rétegre, egy fél téglavastag falat építettek, melyet 2-2,50 méterenként szükséges volt vastagítani, a merevsége érdekében. A téglákat cementhabarcsba ágyazták. Ezután bitumenmáz kellősítést kentek rá, hogy pormentes legyen és tapadóhidat képezzen. Ezt követően kezdték építeni a pincefalat. A szigetelést tartó fal építésére, ma már más anyagú és nagyobb méretű falazó elemeket használnak, ezért ez az építési mód is elavultnak számít.

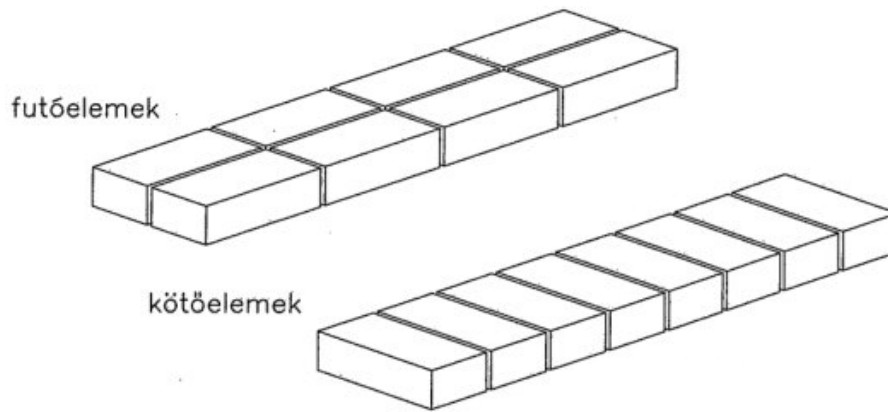


86. ábra
Szigetelést védő fal

Pince építése esetén mindig szigetelni kell a falat kívülről, viszont az nem mindegy hogy talajvíznyomásra vagy csak talajnedvesség ellen (86. ábra). Utóbbi esetben, szintén egy aljzatbetont készítenek, amire felépítik a pincefalat, majd kellősítik a fal külső felületét és elhelyezik a talajnedvesség elleni szigetelő réteget. Csak ezt követően kerül megépítésre a szigetelést védő fal, melyet régen szintén kisméretű tömör téglából készítettek, élére állítva.

[4.7] Nagyon gyakran alkalmazták ezt a téglafajtát házak, fő és válaszfalának építésére is.

Ezek kivitelezésére téglakötési szabályokat találtak ki, melyeket minden esetben be kell tartani a fal stabilitása érdekében. A fal építésénél el lehet helyezni a téglát futó és kötő pozícióban, vagy ezek ötvözésével is (87. ábra).



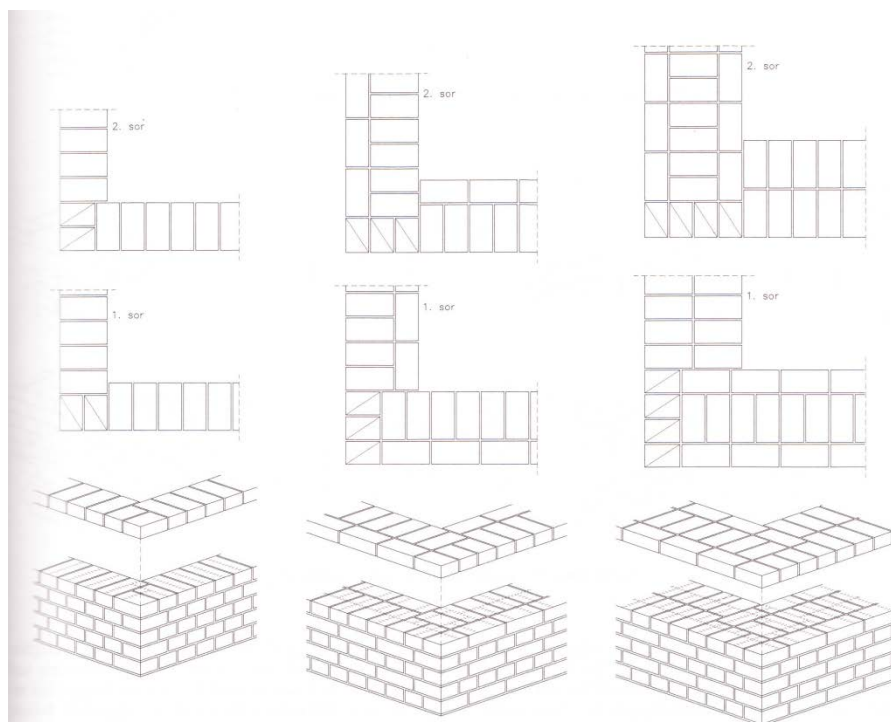
87. ábra
Futó és kötő helyzetű téglák

A falak építéséhez rendelkezésünkre áll az egész, fél, negyedes, háromnegyedes és a fejelő téglák is.

Válaszfalak esetében fél téglák vastag falat készítenek soronként feles eltolással, hogy a kötés teljesüljön. Az elemeket 1 cm-es habarcságyba teszik, a falazat minden második sorát bekötik a főfalba, fél téglák szélességben. Kisméretű téglából készülő válaszfalnál szükség van egy kisebb méretű alapozásra, vagy az aljzatbeton vastagítására, a jelentős súlya miatt, de vasalt aljzatról alapozás nélkül is indítható.

Főfalat régebben egy téglák vastagságúra alakították ki, melyet kétféle módon tudtak kivitelezni. Az első típusnál, az egyik sorban futó helyzetbe helyezték a téglákat, a következőben pedig kötőben, a másik módszernél viszont a téglákat csak kötőhelyzetben helyezték el és a kötést negyed téglák eltolással oldották meg soronként.

Később elterjedt a másfél és a két téglák vastag fal is és az előbbinél, egy sorban a kötő és futó helyzetű téglákat is felhasználták, a következő sorban pedig ennek a tükörképét építették meg, szintén negyed téglák eltolással. A két téglák vastag falnál, az egyik sorban 2 párhuzamosan elhelyezkedő kötősor használtak, a másikban pedig, a fal két szélén futó, közepén pedig kötőelemeket, negyed téglák eltolással (88. ábra).

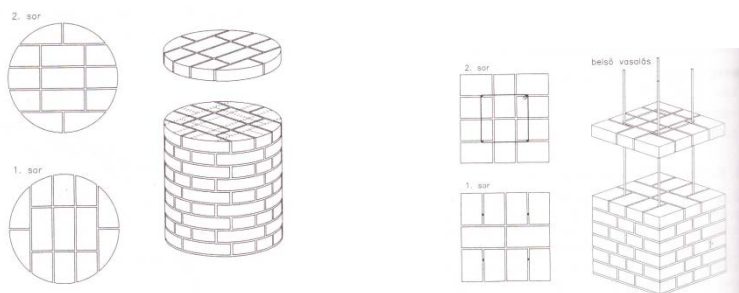


88. ábra
1 téglá, 1,5 téglá és 2 téglá vastag fal

A falsarkok, falvégek, falcsatlakozások, falkávák kialakítására szintén rendelkezésünkre állnak téglakötési szabályok.

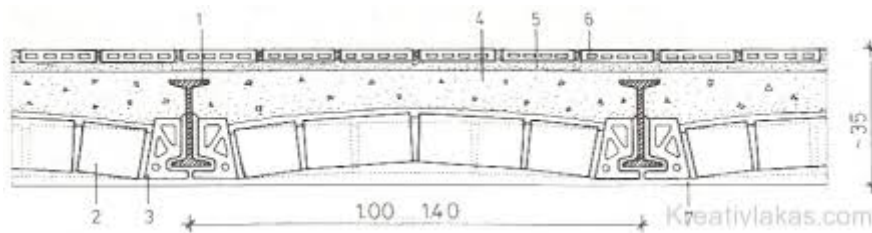
Felhasználható a kisméretű téglá lábazati falak építéséhez, és kőből készülő lábazati falakhoz is, kombinálva ezzel a két építőanyagot. A téglafalat kötésben kell kialakítani, és szakaszonként fél téglá szélességben be kell kötni a kőfalba. Elterjedt még a beton és téglá kombinálása is a lábazati falnál, de erre a típusra is az előzőben leírtak igazak. Ezek a falfajták ma már elavultak és nagyon ritkán alkalmazzák, kivitelezésük idő és munkaigényessége miatt.

[4.8] Ez a téglá kiválóan alkalmas többféle méretű oszlop és pillér kialakítására is, melyeknél szintén a téglakötés szabályait kell használni (89. ábra). Azonban ilyen fajta szerkezeteket ma már más anyagból készítenek, mivel a kivitelezése munkaigényes.



89. ábra: Kisméretű téglá oszlop és pillér

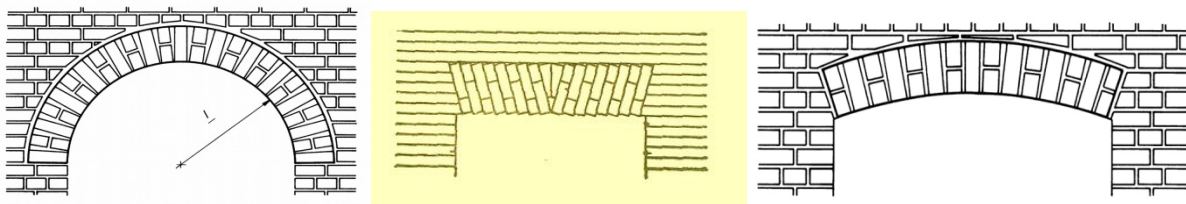
[4.9] Vízszintes szerkezetek készítéséhez is alkalmazható, melyek közül az egyik a poroszsüveg födém, mely egy acél I gerendás födém (90. ábra). A közöttük lévő távolságot pedig élére állított helyzetű, kisméretű téglákkal töltik ki. Az acélgerendák öveire, orrtéglákat fűznek, mely ahhoz kell, hogy az enyhén ferdén elhelyezett téglák illeszkedni tudjanak a gerendákhoz, melyeknek falra felfekvő végét egy acéltüskével kötik össze. További merevítésként a gerendákat acéltüskék kapcsolják össze.



90. ábra
Poroszsüveg födém

A boltozatszerűen elhelyezett téglákat kötésben építik be és fontos, hogy a gerendák szomszédos mezőit egyszerre töltsék ki téglával, a rájuk ható igénybevételek oldalnyomása miatt. Ezáltal nem következik be káros alakváltozás vagy elmozdulás bennük. A téglák és gerendák fölé salakfeltöltés került, melyre többféle padló is kialakítható volt és a födém alját néha vakolattal is ellátták. A födém előnye, hogy merev és teherbíró szerkezet jön létre, egy enyhén íves, esztétikus megjelenéssel.

[4.10] Alkalmazzák a téglát boltövekhez is, mely kialakítása lehet íves, egyenes vagy szegmensívű is (91. ábra).



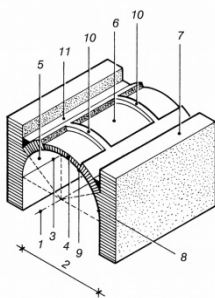
91. ábra: Egyenes, íves és szegmensívű boltövek

A boltív falba való csatlakozása lehet falat gyengítő és falat nem gyengítő egyaránt. Az utóbbi esetében, egy a faltestből kinyúló vállkialakításra csatlakozik rá. Az ívesség mértékét meghatározza a nyílás mérete, illetve az is, hogy szegmens vagy félkörív legyen beépítve. A téglákat ezekben az esetekben is kötésben kell elhelyezni és habarcsréteg köti össze őket. Félköríves, szűkebb nyílásáthidalás esetén a téglákat faragni kell, vagy fugákat vastagítani az elhelyezhetőség érdekében. Az egyenes boltövet is enyhén ívesen kell létrehozni, mert hajlamos az ülepedésre.

Megkülönböztetünk párhuzamos és sugárirányú, egyenes boltövet, melyeket a két oldalon egy időben kell építeni. A párhuzamosnál, közepén való csatlakozásnál, záradék téglákat használnak, melyeket ék alakúra faragnak.

Az íves boltív annyiban részesül előnyben, az egyenessel szemben, hogy nagyobb a teherbírása és mindkettő típus kivitelezéséhez mintazsaluzatra van szükség, melyet csak akkor szabad eltávolítani, ha a téglákat összekötő habarcsréteg kellően megkötött. Előnye, hogy egy téglából készülő boltív is esztétikus tud lenni, viszont elkészítése munkaigényes.

[4.11.]Ha a boltív építéséhez alkalmas a tömör kisméretű téglá, akkor a boltozatokhoz is, melyek hajlított falazatú szerkezetnek felelnek meg, és amely kialakításánál sok hasonlóság felfedezhető fel a boltívvel. Tehát téglakötésben, mintazsaluzat segítségével, vállkialakítással, íves formában, habarcságyzatba helyezve készítik el a két oldalról egy időben építve.



1 tengely, 2 nyílásköz, 3 vállvonal, 4 záradék, 5 intrados felület, 6 extrados felület, 7 gyámfal, 8 váll, 9 boltozathéj, 10 erősítőövek, 11 hátfalazat

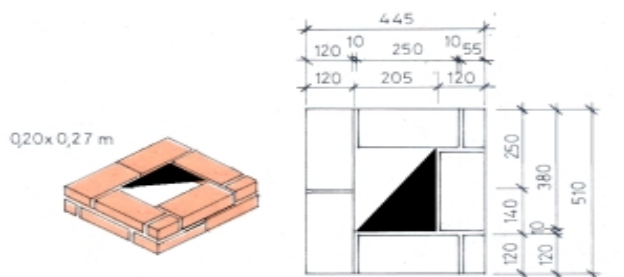
92. ábra
Kisméretű téglá boltozat

A boltozat áll a két oldalán gyámfalakból, a vállkialakításra épített íves boltozathéj, a gyámfal és a boltozat csatlakozása feletti hátfalazatból (92. ábra). E szerkezet alsó íves felületét intradosnak, a felsőt pedig extradosnak nevezzük. Az ív közepén, egy záradékklap kerül kialakításra, illetve szakaszonként erősítő íveket építenek a boltozatba, mely merevítő funkciót szolgál. A boltozatra ugyanazon előnyök vonatkoznak, mint a boltívveknél említettek.

[4.12]Mivel az kisméretű, égetett agyagtégla tűzálló, ezért kémények építéséhez is használták (93. ábra). Általában vegyes tüzelésű kazánoknál, cserépkályhákánál és kandallóknál, mely típusoknál, a kémények belseje béleletlen volt, de ma már ez a kialakítás nem elfogadható. Ahogy a falazatoknak, így

a kéménynek is alapozásra van szüksége.

A téglákat kötésben, habarcságyba elhelyezve falazták, és hogy a kürtő mérete pontos legyen, egy úgynevezett dugót használtak, melyet az építéssel párhuzamosan emeltek felfelé. Ahogy minden kéményben, így



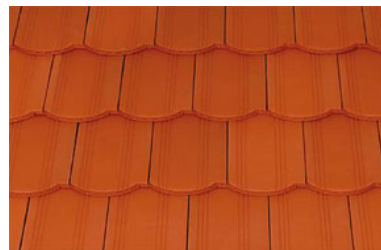
93. ábra
Kisméretű téglá kémény

a téglából készült kéményben is lerakódnak a füstből kicsapódó szennyeződések, melyek a kéménykürtő alsó részén jönnek létre, ezért ennek az eltávolítása érdekében, a padlószinttől körülbelül fél méterre, egy tisztító ajtót kell kialakítani a kéményen. A kitorkollás kialakítható többféle képpen is, például beton vagy fémtoldattal és mindegyiknek megvan az előnye, amiért használják. Ezt a szerkezetet olyan magasra kell építeni, hogy a füst útját semmi sem akadályozza, miután a kéményből távozott. A fedélszék feletti részt a falazásnál felvastagítják egész téglavastag falra, melyet kéményfejnek hívnak és ezt a ráható külső hatások, igénybevételek miatt, ki kell kötni a fedélszékhez. A téglából készülő kéményeket hosszú ideig alkalmazták, viszont manapság már nem engedélyezett a szigorodó előírások miatt. Továbbá, ahogy az előző szerkezeteknél is említettem, elkészítése idő és munkaigényes és csak korlátozott esetekben alkalmazható. Továbbá egy ilyen szerkezet súlya is jelentős.



94. ábra
Tégla homlokzatburkolat

A téglát használják még burkolatok kialakításához is több építési módban (94. ábra). Elterjedt a fél téglavastag fal, az élére állított és a darabokban felhasznált fajtája is, mivel esztétikus megjelenést nyújt. Ezek mellett az égetett agyagból nem csak téglát, hanem tetőfedésre alkalmas cserepet is lehet készíteni hódfarkú és hornyos csatlakozással, valamint sajtolt kivitelben is. A hódfarkúból készíthető kettős és lovagfedés is egyaránt. Előnye, hogy tartós ezért építési célra többször is felhasználható, illetve esztétikus is. A hódfarkú cserépfedés kialakítása munkaigényes és nincs a cserepeken oldalkapcsolódási lehetőség. A hornyolt kialakításnál viszont ez meg van oldva, és az elemei is nagyobbak, ennek a típusnak az alkalmazása ebből a szempontból előnyösebb (95. ábra).



95. ábra: Hódfarkú és hornyolt cserépfedés

Ahogy az előzőekben említettem, elterjedtek a vázkerámia falazóelemek is. Főfalak készítésére fejlesztették ki a nűtféderes és a habarcstáskás vázkerámia falazóelemeket több méretben is, melyek fél téglá eltolással kerülnek beépítésre a falba. Mára már kifejlesztették ezeknek az elemeknek az ásványgyapot hőszigeteléssel ötvözött változatát is, melyet a blokk üregeiben helyeztek el, nagymértékben növelve ezzel a falazat hőszigetelő képességét.

Válaszfalak falazására pedig megjelentek a nagyobb méretű, soklyukú és üreges égetett agyag válaszfal lapok és a vázkerámia válaszfal lapok is, többféle méretben.

3.6. Fa

3.6.1. Definíció

A faanyagot az ember már ősidők óta használja építési célra, a remek tulajdonságai miatt. Ennek a természetben termő növénynek számos olyan fajtája van melyből építési termék készülhet, melyek a luc, jegenye, erdei és vörös fenyő, bükk, akác kőris, tölgy, gyertyán, éger, juhar, vadgesztenye, nyár, hárs, dió, alma, körte, szilva és a cseresznyefa. Építési célra való felhasználás szempontjából megkülönböztetünk fűrészárukat és fa alapú kompozitokat. Rendeltetése szerint készülhet falazat, földém, áthidaló, fedélszerkezet, kupola, héjszerkezet és burkolat belőle.

3.6.2. Történeti áttekintés^[26]

A fával való építés már ősidők óta ismert, mert már a kőkorszakban is építettek fából cölöpházakat és várakat. Kezdetben kisebb sátorszerű építményeket hoztak létre, amikhez faágakat, gallyakat és a környéken talált nádakat, vesszőket használtak. Ez az építmény nyújtott menedéket az időjárás viszontagságai elől. Erdősebb területeken terjedt el a cölöpház és a cölöpökből készült vár.

Az ókori rómaiak már fejlettebbek voltak, mert rácsos szerkezetek kialakítására is képesek voltak, ami abban nyilvánult meg, hogy építettek feszítőműves fedélszéket.

^[26] https://wiki.estiem.bme.hu/_media/targyak/epito/epitomernoki_alapismeretek_1.pdf (2019.12.08.)

A középkorban a fémszerszámok megjelenése lehetőséget adott a fa megmunkálására. Felhasználták a fát várak, házak és hidak építéséhez. Megjelentek az ácsműhelyek, melyek kifejezetten az ácstermékek gyártásával foglalkoztak, így megjelentek a fa ablakok és ajtók is.

A XVI. században kezdtek el terjedni a rácsos tartók, melyet fedélszékek építéséhez is felhasználtak.

Aztán később, a XVII. század körül kezdtek ráébredni, hogy a fát takarékosabban is felhasználhatják, így elterjedtek a favázás épületek, melynek több fajtája is van.



96. ábra
Fachwerkhaus

Ezek közül az egyik, a Németországban őshonos, Fachwerkhaus, mely különösebb ismertetői, hogy látszó favázás falai vannak, és a vázkitöltő anyag lehetett égetett téglá, vályog és sövényfal is (96. ábra). Ennek a

szerkezetnek a merevsége lehetővé tette, több szint létrehozását is. A faváz között lévő falat volt, hogy bevakolták, betapasztották vályoggal

és lemeszelték, de előfordult, hogy csupaszon hagyták.

Ez az építési mód, hazánk népi építészetében a XVIII. század környékén vált ismertté. Vázkitöltő falnak általában függőleges vagy vízszintesen elhelyezett vesszőket, nádat használtak, melyet sártapasztással fedtek be.

A XIX. században pedig a gőzenergia megjelenését a fa megmunkálásának gépesítésére használták fel, így megjelentek a gerendák, pallók és deszkák. Ezek után az ácskapcsolatok mellett, a fa elemek egymáshoz kapcsolását vasszegek, csavarok és gyűrűs betétek, tárcsák is lehetővé tették. Szintén ennek a századnak az elején hoztak létre fából íves tartókat, és feldolgozták a fát forgácsolt, ledarált formában is, ezáltal furnér és rétegelt lemezeket készítettek kezdetleges ragasztó felhasználásával, melyet a fára károsan ható tényezők tönkre tettek. Erre nyújtott megoldást a pár évtized múlva megjelenő műanyag, melyből vegyületeket hoztak létre, köztük a műgyantát. Ezzel a találmánnyal alakították ki később kompozit fatermékeket, vagyis rétegelt, forgács lemezeket, illetve ragasztott fatartókat is.

A jelenkorban pedig ezek a szerkezetek már építészeti műalkotások, ipari méretű terek megalkotására is képesek, illetve Kínában megépítettek egy több mint 100 méter magas házat is fából.

3.6.3. A faépítés előnyei és hátrányai

Azok mellett, hogy természetes, még környezetbarát is. Felhasználható olyan formában, hogy nem hagy maga után hulladékot. A Szilárdság- sűrűség arányai előnyösek és a megmunkálása is kedvezően megvalósítható. Amellett hogy sokféle fűrészárut lehet készíteni belőle, rétegelve és forgácsolva is fel lehet használni. A belőlük készült „I” tartók és ragasztott fatartók esetén a nagy inercia érték miatt, nagyobb teherbírásra képes, illetve esetenként nagyobb fesztávolságot is képesek áthidalni. Az építési felhasználás során, megfelelő felületkezelés esetén hosszú élettartamra is képes. Szintén fontos kiemelni azt is, hogy a fa szerkezetváltozatai sokféleképpen kombinálhatóak és emellett még kombinálható más anyagokkal is, mint például a betonnal, acéllal, cementtel, gipsszel. Épületfizikai jellemzői is előnyösek, és rostjaiból hőszigetelés is készíthető.

Korszerű szerkezetek és építmények, alakíthatóak belőle. A fa felhasználása az egyik legsokoldalúbb a világon, nem beszélve arról, hogy esztétikus látványt nyújt bármilyen formában is kerül beépítésre. Egy fából készült épület remekül tud illeszkedni a környezetbe is. Megújuló anyag, mivel az évek során ez is újratermelődik, és fajtájától függően egy idő elteltével lebomlik. A keményfából készülő fűrészárúk tartósságuk miatt esetenként többször is felhasználhatóak építési célra. Az épületbe való beépítése után egyből igénybe vehető

Ahogy minden anyagnak és szerkezetnek, a fának is vannak hátrányos tulajdonságai, melyek közül az egyik, hogy éghető és a rovarok, gombák és egyéb biológiai kártevők megtámadhatják ezért, ezek elleni védelemről gondoskodni kell megfelelő vegyszerekkel. Ezek mellett a nedvességre sajnos a fa is érzékeny, ezért ha ilyen hatás éri előbb elkorhad, és előbb tönkre mehet. Ennek az a következménye, hogy időnként karban kell tartani az ilyen szerkezetet. Ez az anyag inhomogén és anizotróp is. A fa szerkezetében kialakuló hibák, erősen kihatással lehetnek az ebből készült szerkezetek, vagy elemek szilárdsági és teherbírási jellemzőire.

3.6.4. Alkalmazása az építőiparban

A fából készülnek fűrésztermékek, melyeket többféle keresztmetszeti méretben állítanak elő. A következőkben ezeket mutatnám be.

A legkisebb mérettel a lécs rendelkezik, mely 16-40/50-75 mm-es és legfeljebb 6 méter hosszú lehet (97. ábra). Felhasználják tetőfedéshez, földémekhez, burkolatok rögzítéséhez, zsaluzatokhoz és falazatokban merevítéshez.



97. ábra
Lécs

Következő fűrészáru a deszka, mely 16-40/75-320 mm-es mérettel rendelkezik és szintén maximum 6,5 méter hosszú lehet (98. ábra). Használják tetőfedéshez, földémekhez, burkolatnak, zsaluzatnak és falazatoknál is.



98. ábra
Deszka

A palló nagyobb méretekkel, azaz 44-80/ 44-160 mm-es keresztmetszetekkel rendelkezhet és maximum 6,5 méteres hosszban gyártják (99. ábra). Alkalmazzák padlóburkolathoz, falvázhoz, fedélszék kialakításához, földémhez, és állványhoz és zsalunak is.



99. ábra
Palló

Következő fűrésztermék a gerenda, mely 10- 30/10- 30 cm-es keresztmetszettel fordulhat elő és maximum 6,5 méteres hosszúságban gyártják (100. ábra). Felhasználják fedélszékek kialakításához, födémekhez illetve, függőleges és vízszintes vázas szerkezetek tartóvázaként, például falban.



100. ábra
Gerenda

Rendelkezésünkre állnak még a fa alapú kompozitok, melyeknél a fa nem eredeti keresztmetszeti formájában fordul elő, hanem ledarálva, forgácsolva és különböző ragasztószerek hozzáadásával érik el a végleges faterméket. Ezeket a fa alapú készítményeket csak megemlítem szintjén tárgyalom, mert a ragasztó hozzáadásával jelentős mértékben veszít környezetbaráti tulajdonságából, emiatt hulladékot hagy maga után és a ragasztók az egészségre sincsenek jó hatással.

Megkülönböztetünk egyrészt, rétegelt tartókat, melyek a rétegelt furnér, rétegelt szálforgács tartó, párhuzamos szálforgács tartó, kompozit „I” tartókat, és RR tartókat (101. ábra).



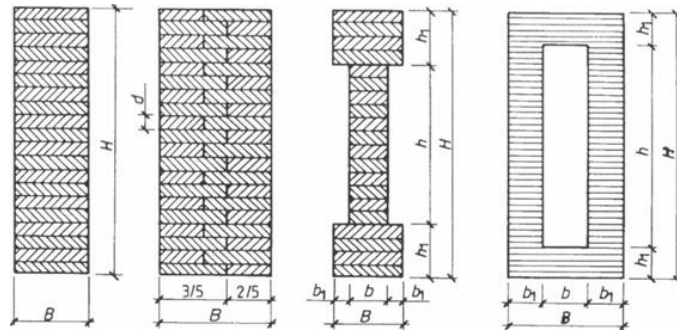
101. ábra Rétegelt szálforgács tartó és a Kompozit I tartó

Másrészt rétegelt falemezeket különböztetünk meg, mely lehet furnérlemez, OSB lemez és gipsz vagy cementkötésű lapok (102. ábra).



102. ábra Furnérlemez és OSB lap

A rétegelt ragasztott fatermékek közül szintén megkülönböztetünk tartókat és lemezeket. A tartókat általában azért készítik, hogy nagyobb teherbírást és fesztávolságot tudjanak elérni. Általában ipari, mezőgazdasági vagy közösségi épületeknél, hidaknál, ritkábban családi házaknál alkalmazzák. Használhatják csarnokok fedélszerkezetének főtartójaként, három csuklós kereteként és gerendájaként is. Az utóbbit több keresztmetszeti méretben is gyártják, mint például tömör négyszög szelvényben, „I”kazettás és körszelvényben, illetve elérhető íves forma létrehozása is (103. ábra).



103. ábra
Rétegelt- ragasztott fa szelvények

Rétegelt ragasztott lemezeket használhatnak vízszintes és függőleges térelhatároló, térelválasztó és teherhordó funkcióra is egyaránt (104. ábra).



104. ábra
Rétegelt ragasztott falemez

Előnyként mondható el a rétegelt- ragasztott fa termékekről, hogy nagy fesztávolság áthidalására képesek, időtállóak, megfelelő felületkezeléssel, esztétikus megjelenést nyújtanak, és nagy teherbírással rendelkeznek. Többféle forma létrehozható belőlük, illetve más anyagokkal is kiválóan

ötvözhetőek és ezek mellett a tűznek viszonylag jól ellenállnak megfelelő kezelés, burkolati védelem, vagy túlméretezés mellett. Viszont mivel ragasztót használnak a készítéséhez, ezért nem bomlik le hulladék nélkül és a költsége is jóval nagyobb, mint egy fűrészterméknek.

Következő kompozit fa építőanyagok a fabeton elemek, melyet általában utak mellett használják és hanggátló falakat építenek belőle, illetve családi házak benmaradó

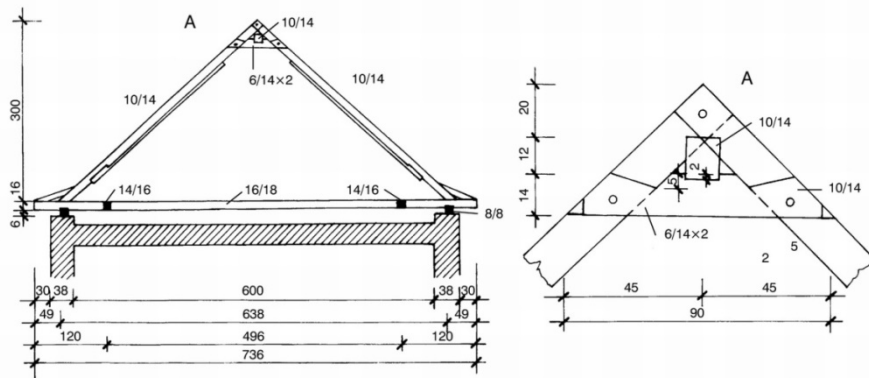


105. ábra
Fabeton falazóelem

zsalujaként is alkalmazzák, mégpedig úgy, hogy hőszigetelést tesznek bele, majd pedig kiöntik betonnal (105. ábra). Mivel a nevéből adódóan betonnal ötvözik, ezért ez is hulladékot hagy maga után, tehát nem ajánlott egy környezetbarát ház építéséhez. Valamint a cement előállítása sem környezetbarát folyamat.

[5.2]A következő sorokban pedig azokat a fából készült fedélszék típusokat tárgyalom, melyeket a leggyakrabban alkalmaznak az építőiparban.

A legrégebbi fedélszéknek az állószék nélküli tekinthető, mely 5-7 méter fesztávolságig használható (106. ábra). Alkalmazása azért is volt előnyös, mert a szerkezet az úgynevezett kötőgerendára támaszkodott rá, ami így a zárófödém funkcióját is betölthette, vagy a födémről független kialakítást tett lehetővé. A tető terheit ez a gerenda adta át a fal tetején hosszában elhelyezkedő sárgerendának, ami pedig a falra továbbította.

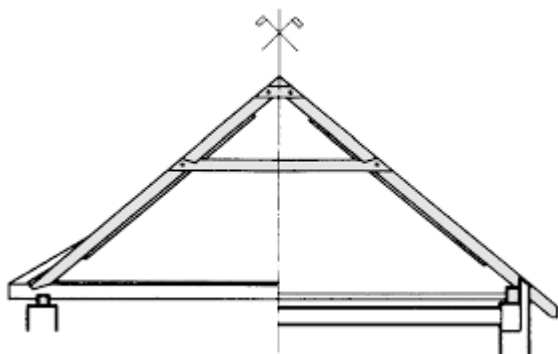


106. ábra
Állószék nélküli fedélszék

Érdekesség és egyben előny is volt szintén, hogy ekkoriban még a fa kapcsolatokat igyekeztek megoldani fakötésekkel, melyhez nem okvetlenül volt szükség acél szegre vagy csavarra. Maga a fedélszék szarufából épült fel mely a kötőgerendára támaszkodott és általában használtak hozzá fém kötőelemeket is. Az egyik jellemző kötőelem az ácskapocs volt. Merevítés és jobb együttműködés miatt a taréjszelemet a szarufával két oldalról egy taréjfogópár is összekötötte. Szintén merevítés céljából alkalmaztak viharlécet vagy deszkát, mely a szarufák alsó síkjára volt rögzítve így az növelte térbeli merevségüket. Később az idő elteltével elterjedt ennek a fedélszékfajtának az a változata, amikor a kötőgerendát felváltotta a fából vagy vasbetonból készült födémszerkezet, és az erre került talpszelemlenre támaszkodott a szarufa. Ami előnyként hozható fel e típus mellett, hogy tetőtér beépítésre alkalmas, mely fokozható a fedélszéken létrehozható tetőfelépítményekkel, mellyel plusz belmagasság nyerhető

Következő fedélszékfajta, az a torokgerendás kialakítás, mely 7-11 méteres fesztávolság esetén alkalmazható (107. ábra). Annyiban tér el az előzőben említett

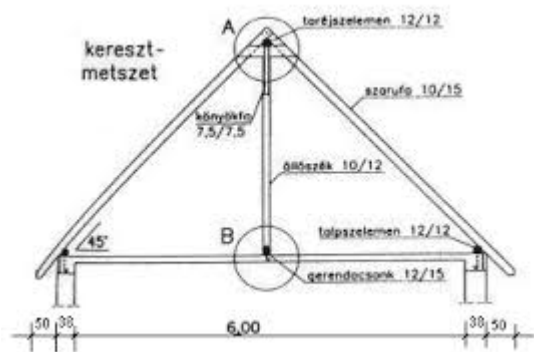
módtól, hogy a szarufa közepén, belső oldalon egy merevítő gerendát helyeznek el, melynek kialakítása többféle is lehet.



107. ábra
Torokgerendás fedélszék

Kezdetben ezt is ácskötéssel oldották meg, de ez azért nem a legjobb megoldás, mert gyengítették a gerenda keresztmetszetét pont azon a helyen, ahol nagy igénybevételt kapott, ezért később ezt azzal küszöbölték ki, hogy a torokgerendát két oldalán hevederekkel erősítették a szarufához, melyhez eszközül átmenő csavarokat használtak. Ezen kívül még előfordult olyan kialakítás is, hogy torokgerenda helyett csak két fogópárral kötötték össze a szarufát, de merevítés szempontjából az előző módszer sokkal jobbnak bizonyult, így ma ez a legelterjedtebb. Ajánlott úgy elhelyezni a padlástérben ezt az elemet, hogy két méter felett legyen, így alatta lehet közlekedni, és lakó- vagy padlástér is létrehozható így. Ezek mellett azért is előnyös még, mert anyagtakarékos, és nincs szükség függőleges alátámasztó pillérre, mely a földemet terhelné. Jelenleg ez a leggyakrabban használt módszer családi házak esetében.

Következő típus, az egy állószékes fedélszék, melynél már szükség van függőleges székoszlopra, mely a terheket a födémre továbbítja (108. ábra).



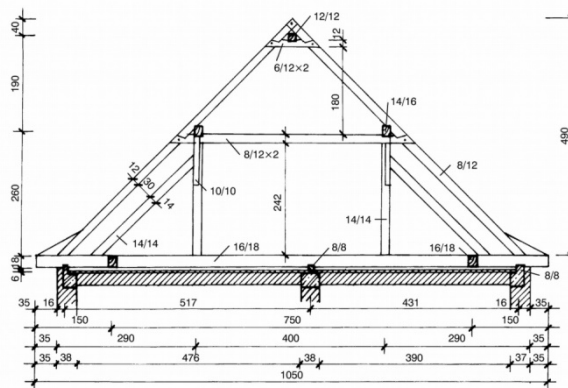
108. ábra
Egy állószékes fedélszék

Ez a szerkezet 6-8 méteres fesztávolságig alkalmazható. A hosszirányú merevítés érdekében könyökfákat építenek be, mely azt a célt szolgálja, hogy ferdén alátámasztja a taréjszelemt és segíti a teherátadást a székoszlopra, mivel ezt a két elemet köti össze. Továbbá szintén segíti a teherátadás mértékét a székoszlop tengelyére

merőlegesen, az alatt elhelyezkedő talpfa, mely segítségével nem egy ponton történik a teherátadás, hanem egy kisebb vonal mentén.

Az egy állószékes fedélszék ritkábban elterjedt módszer, mivel a szerkezet súlya több ponton terheli a földemet.

A két állószékes fedélszék 10-12 méter fesztávolság esetén használható, viszont ennél a szerkezetről a szarufát körülbelül közepén, vagy inkább feljebb már mindenképp meg kell támasztani, a nagy igénybevételek és a nagy súly miatti lehajlás miatt, illetve azért, mert általában nincs olyan hosszú szarufa és toldani kell. (109. ábra).

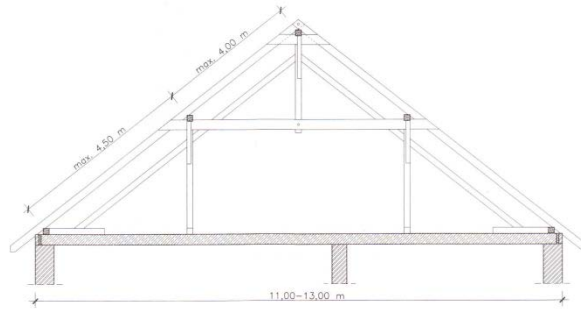


109. ábra
Két állószékes fedélszék

Ezért ennél a módnál a fedélszék keresztmetszetében már két darab állószék is el van helyezve, ahol a szarufát alátámasztó középszelemt támasztja alá és adja át terheit a földemnek, vagy a kötőgerendának. A keresztirányú merevítést elősegíti még a szarufával párhuzamosan futó, székoszlopot megtámasztó ferde dúc is. A szarufából származó terheket a középszelemt veszi fel, ami továbbítja azokat a székoszlopoknak. A szelemt lehajlását a könyökfák csökkentik, amiknek további szerepe még a fedélszék hosszirányú merevítése. Az együttdolgozást pedig a fogópár segíti elő, mely a két oldalon lévő középszelemt, szarufát és székoszlopot köti össze és merevíti őket.

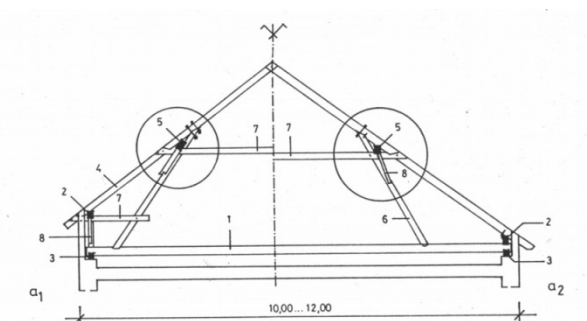
A régi kialakítás ettől annyival tért el, hogy szintén kötőgerendát használtak, ezért a szarufa, székoszlop és a ferde dúc is ennek az elemnek adta át a terheit a fő szaruállásokban. A mellék szaruállásoknál a szarufák pedig fiókgerendákhoz kapcsolódtak. A fedélszék előnye, hogy kellően nagy belső méret, viszonylag kevés oszlop van benne, ezért kifejezetten alkalmas tetőtér beépítésre.

Nagyobb fesztávolság esetén, vagyis 11-13 méter között, már három állószékes fedélszék alakítanak ki (110. ábra).



110. ábra
Három állószékes fedélszék

Felépítésében nagyon hasonlít a két állószékeshez, annyi különbséggel, hogy a harmadik székoszlop a taréjszelemt támasztja alá, és az alatta lévő másik két székoszlopot összekötő fogópárok közé ékelődik be a másik vége, melyekhez átmenő csavarokkal rögzítik. A felső székoszlop stabilitását tovább erősíti még a szarufával párhuzamosan futó, ezt az elemet megtámasztó ferde dúc, mely egy papucsán keresztül továbbítja a terheit a födémre. Előnyként hozható fel, hogy kellően nagy belső méret és viszonylag kevés alátámasztást is tartalmaz, ezért beépítésre, lakótér kialakítására kifejezetten alkalmas. A következő típus a dúlt székes fedélszék, melyet 10-12 méteres fesztávolságnál, használnak (111. ábra).



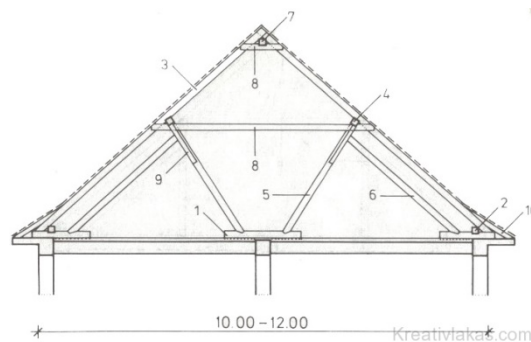
Dúltszékes kötőgerendás fedélszerkezet
a) keresztmetszet (a₁) állványozott fedélszékkel, a₂) csingsz szarufás ereszképzéssel
1 kötőgerenda; 2 talpszелеmen; 3 sárgerenda; 4 szarufa; 5 derékszelemt; 6 székoszlop (dúltszék); 7 fogópár; 8 könyökfa (karpánt)

111. ábra
Dúltszékes fedélszék

Nagyon hasonlít a két állószékesre, viszont annyival különbözik tőle, hogy a székoszlop nem támasztja alá a középszelemt, hanem elmegy mellette és a szarufához kapcsolódik, továbbá a könyökfa a fő szaruállásoknál ferdén helyezkedik el, mégpedig a külső főfal irányába. Szintén párnafán keresztül adja át a terheit a födémnek, vagy födémről független kialakítás esetén a kötőgerendára terhel. A falhoz közelebbi teherátadás miatt, kisebb igénybevétel hatott a kötőgerendára,

ezáltal a lehajlása is kisebb volt. Azonban manapság ezt az építési módot már nagyon ritkán alkalmazzák, mivel nincs akkora merevsége a szerkezetnek, mint a két állószékesnek, illetve a fakapcsolatok is összetettebbek, nehezebben létrehozhatók. Akkor volt érdemesebb használni, mikor valamilyen funkcióra használni szerették volna a tetőteret.

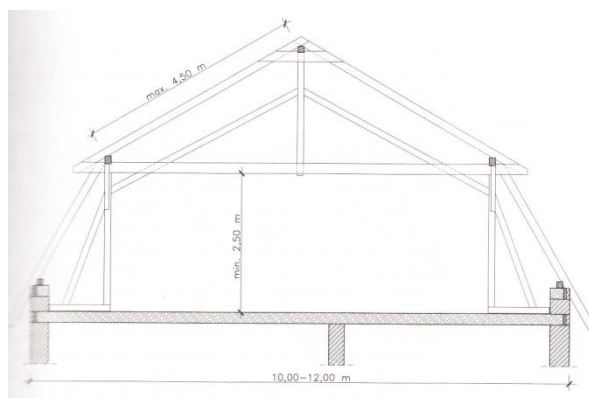
Következő kialakítási mód a bakdúcos fedélszék, mely szintén 10-12 méter fesztávolság esetén alkalmazható. Ugyanúgy hasonlít a két állószékes fedélszékre és a dűlt székesre is annyi különbséggel, hogy a székoszlopok és a könyökfák a fő szaruállásonként a szarufákat és a középszelemt majdnem rájuk merőlegesen támasztják alá (112. ábra).



112. ábra
Bakdúcos fedélszék

Tehát a dűlt székeshez képest annyi a különbség, vele ellentétes irányban, szintén ferdén adja át a terheit, vagyis a két székoszlop, a középben elhelyezett papucsfát terheli. Ez akkor előnyös, ha ez alatt a szerkezet alatt van egy főfal, mely felveszi a terhelést. Régen, kötőgerenda alkalmazása esetén, a székoszlopok közvetlenül a középben elhelyezkedő főfal közelében terheltek a kötő gerendát. Mindkét esetben azért előnyös ez a kialakítás, mert ezáltal, hogy a közbenső főfal veszi át szerkezet részbeni súlyát, jóval kisebb a földem vagy kötőgerenda lehajlása. Viszont hátránya az, hogy kialakítási módja miatt csak lakótér nélküli padlástér esetén javasolt, illetve manapság már nagyon ritkán építenek bakdúcos fedélszéket. Erre a fesztávolságra a legelőnyösebb megoldás a két állószékes fedélszék.

Létezik egy olyan fedélszék is, amely a 10-12 méteres fesztávolságot oly módon használja ki, hogy tetőtér beépítés is létrehozható benne, mely a manzárd tető (113. ábra).



113. ábra
Manzárd tető

Különösebb ismertető jele az, hogy tört nyereg vagy kontytetős a kialakítása.

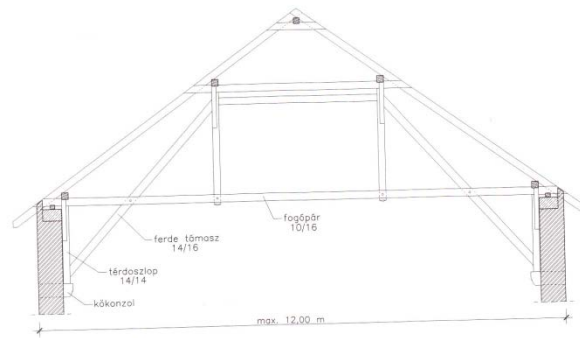
Hasonlít a három állószékes fedélszékre, annyi különbséggel, hogy egy oldalon egy szaruállásban két szarufa is található.

A törés a középszelemennél történik, ahol a felső szarufa egy kisebb, az alatta lévő pedig egy meredekebb hajlásszöggel rendelkezik. Fontos figyelembe venni, hogy a fedélszéket úgy alakítsuk ki, hogy a székoszlopokat összekötő fogópárok alatt akkora hely maradjon, hogy egy komfortos lakótér létrejöhessen, ezért ajánlott legalább 2,5 métert hagyni. Illetve abban különbözik még a három állószékestől, hogy a ferdetámaszok síkja is törik, ezért oldalanként abból is kettőt használnak. Ahogy fentebb is említettem, e fedélszék legfőbb előnye, hogy létrehozható tetőtér beépítés benne.

A múltban létrehoztak olyan épületeket, melyekben nem volt közbenső főfal és földem sem. Ezért a kötőgerenda csak a két külső főfalra tudott feltámaszkodni és ebből olyan problémák keletkezhetek volna, hogy túl nagy alakváltozása vagy lehajlása lett volna. Erre a problémára találták ki a feszítőműves fedélszéket, mely szerepe az erőjátékban rejlik, ami azon alapul, hogy az állószékes fedélszékek támaszkodásával ellentétben, itt a kötőgerenda fel van függesztve a székoszlopra, melyet ennél a módnál függesztő oszlopnak hívnak. A felette levő középszelemen terhet jelentősebb mértékben adja át a ferde támasznak. Ezen elemek jóval nagyobb részt vállalnak az erőjátékban, mint az előző fedélszékeknél, amik a kapott súlyt a főfalak környékére adják át. Ez az építési mód alkalmazható egyszeres és kettős függesztőműves fedélszék esetében is, annyi különbséggel, hogy az utóbbinál a székoszlopok közé elhelyeznek a mellszorító gerendát is. A kapcsolatok kialakításához acél hevedereket használnak. Előnye magáért beszél, hiszen nincs szükség földemre és középen

alátámasztó falazatra sem. Ahogy a bakdúcos és a dűlt székes fedélszék, ma már ezt az építési módot is csak nagyon ritkán használják.

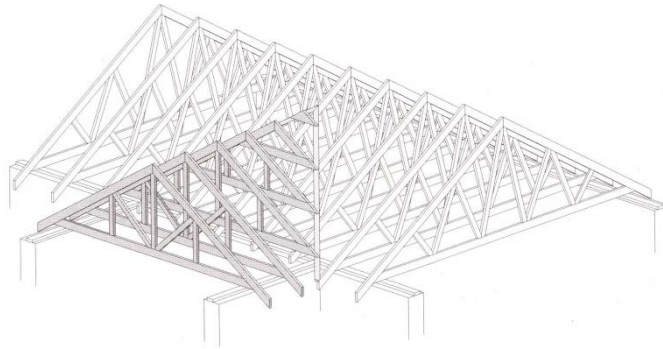
Ennek a továbbfejlesztett változata a függesztő- feszítőműves fedélszék, mely annyiban tér el az előzőekben említett fedélszék típustól, hogy a kötőgerenda helyett fogópárokot használtak (114. ábra).



114. ábra
Függesztő-feszítőműves fedélszék

Ez az elem részben felvette a felette lévő szerkezeti elemek terhet, és továbbította az alatta lévő sárgerendára. A teherátadást tovább segítette a függesztő oszlopból kiinduló ferdetámasz, mely a főfalba beépített kőkonzolon lévő, térdooszlopba kapcsolódott be. E kialakítási mód előnye, hogy nagyobb térélményt kapunk mikor egy ilyen épületben tartózkodunk, viszont manapság már ezt a típust sem nagyon építik. Továbbá hátránya a szerkezetnek, hogy van oldalnyomása, amit a fogadószerkezetnek kell felvennie.

A nagyobb fesztávolságok áthidalására, manapság már korszerűbb faszerkezeteket is kitaláltak, melyek a rácsos fatartók, melyek egymástól kisebb vagy nagyobb távolságban elhelyezett síkbeli szerkezetek (115. ábra). A sűrűállásos szerkezetek esetében, 0,9-1,4 méterenként helyezik el őket, ahol erre egyből teszik rá a héjszerkezetet.



115. ábra
Rácsos fedélszerkezet

A Ritkaállásos szerkezeteknél, viszont egymástól nagyobb távolságban teszik őket a helyükre, ezért a tartókra merőlegesen még egy szelemen váz kerül. Ez az állapot képezi a szarufa fogadószerkezetét, melyre a héjazat kerül. Ebben az előregyártott szerkezetben, a korszerű acél kapcsolóelemek a hagyományos, munkaigényes fakötéseket helyettesítik. Általában olyan házaknál használják, ahol nincs szükség födémre, vagy nagyobb a fesztávolság. Erre általában ipari vagy mezőgazdasági funkciójú épületeknél kerül sor. Nagy előnye, hogy anyagtakarékos, korszerű és gyorsan beépíthető és elkészíthető. Ezek mellett nagy fesztávolságot képes áthidalni, esztétikus és az alsó övrúdjához rögzítve mennyezetburkolat is kialakítható. Hátránya, hogy mivel előre gyártott szerkezetről beszélünk, ezért beépítése precíz munkát igényel, viszont csak beépítetlen padlástereknél használható.

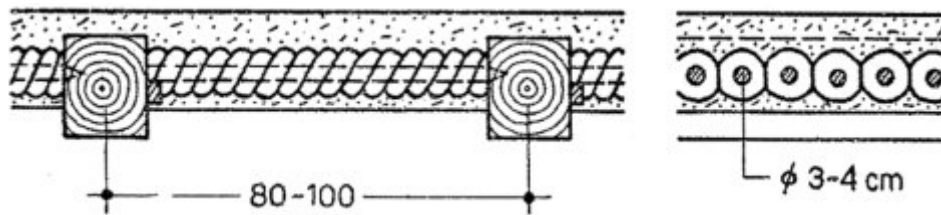
[4.13],[27]A fa felhasználható födémszerkezetekhez is, mégpedig megkülönböztetünk gerenda és gerendás födémeket, melyek között az a különbség, hogy az előbbinél sűrűn egymás mellett helyezkednek el, az utóbbinál pedig egy bizonyos távolságra egymástól.

A gerendafödémek csoportjában a csapos gerenda födém az ismert, melyet régebben használtak (116. ábra). Előkészítése során egy rönk két szélét levágták, a megmaradt részt pedig kettévágták, és így két darab gerendát kaptak melynek az egyik oldala így eredeti, íves formájú maradt.

[27] <https://kreativlakas.com/magasepiteszet/fafodemek-es-szerkezeti-kialakitasuk/> (2019.11.27.)

látszógerendás födém volt. Megfelelő felületkezeléssel esztétikus megjelenést tudott nyújtani, viszont manapság ezt a födémfajtát már ritkább használják, illetve a teherbírása is kicsi.

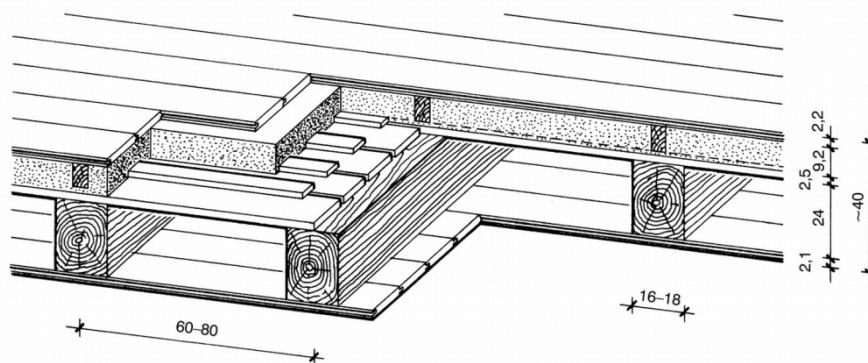
[1.10] Szintén régebben használt, különösen a népi építészetben elterjedt födém típus volt a szalmapólyás födém, melynél a gerendák között léceket helyeztek el (118. ábra).



118. ábra
Szalmapólyás födém

Ezeket az elemeket sárral kevert szalmacsóvával vonták be, és így rögzítették a gerendához, amely egy sártapasztást kapott, amire pedig agyag került, ezáltal és a szalma által jobb lett a födém hőszigetelő képessége, viszont manapság már ezt a típust sem alkalmazzák.

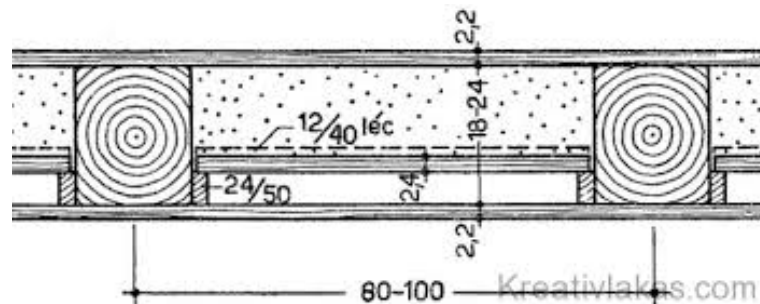
A borított gerendafödém annyiban tér el az előző típustól, hogy a gerendaváz alulról is kap egy deszkaborítást, melyet tetszés szerint bevakoltak vagy csupaszon, lekezelve hagyták (119. ábra).



119. ábra
Borított gerendás födém

Vakolás esetén szintén szükség volt nádszövet erősítésre a vakolatréteg tapadásához. Többféle padlóburkolat is kerülhet rá és ezt a típust még ma is alkalmazzák a salakfeltöltéses változat helyett, korszerűbb padlóalkalakkal.

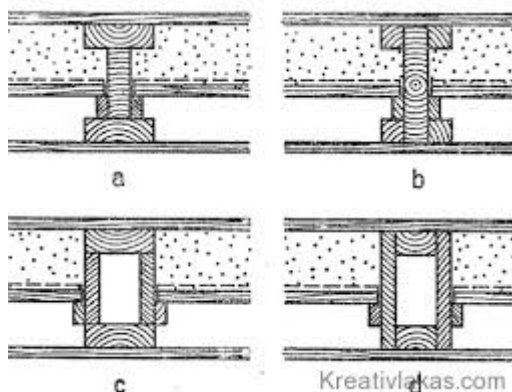
Hátránya viszont hogy a ritkábban elhelyezett gerendái miatt kicsi a teherbírása, ami azt eredményezi, hogy válaszfal ráépítésénél erősítés szükséges a földében. Ennek a típusnak léteznek még másfajta változatai, mint például a deszkabéléses-borított földém, melynek szintén két változata is van (120. ábra).



120. ábra
Deszkabéléses földém

Az egyiknél léceket rögzítenek a gerendák oldalainak alsó részére, melyre kereszt irányba deszkaborítás kerül, és ezt töltik fel salakkal, melyre aztán kerülhet a padlóburkolat, a gerenda ebben az esetben alulról is kap deszkaborítást. A másik típusnál viszont nem kap, így a gerendák és a bélésfák is látszanak. Mindegyik kialakítási mód esztétikus tud lenni, viszont a teherbírása ezeknek a földémeknek sem nagy, és válaszfal esetén szintén szükség van erősítésre.

Következő típus a vakgerendás földém, melynél földéngerendáktól független, külön pallóvázhoz, azaz vakgerendákhoz erősítették a mennyezetburkolatot, nem pedig a földéngerendák aljához. Az így kialakított mennyezeten kevésbé repedezett meg a vakolat, a földémtől elválasztott szerkezeti rendszer miatt.

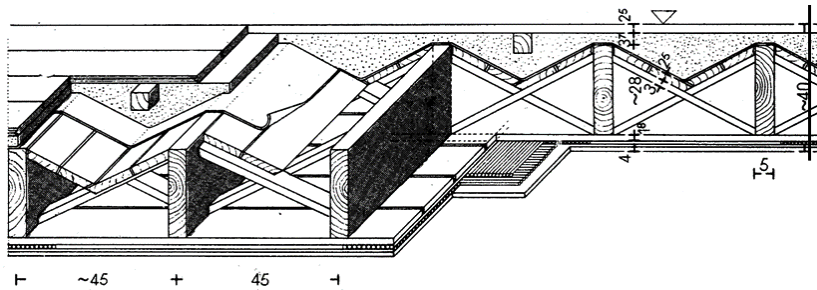


121. ábra
Borított gerendás földémek „I” és négyszög szelvényekből

A borított gerendás földémek csoportjába tartozó földémeket később olyan módon korszerűsítették, hogy „I” és üres téglalap keresztmetszetű gerendákat alkalmaztak, melyeket, gyárakban állítottak elő, aminek nagyobb előnye az anyagspórolás és a nagyobb teherbírás (121. ábra).

Következő fából készült földémtípus a pallóvázas földém, mely annyiban különbözik a gerendástól, hogy keskenyebb szélességgel, de nagyobb magassággal bír, ezért

kisebb távolságban, sűrűbben helyezik el őket, és a nagyobb magasság miatt merevítő deszkára is szükség van. Ez a pallót a kifordulás ellen védi meg, merevíti a földemet, és a deszkákat pedig x alakzatban helyezik el (122. ábra).



122. ábra
Pallóvázas födém

Szintén elterjedt régebben a mestergerendás födém, melyet akkor alkalmaztak, ha nagyobb fesztávolság volt a falak között, vagyis 7-8 méter esetén (123. ábra). A mestergerendákat egymástól több méter távolságban helyezték el, melyekre merőleges helyzetben fiókgerendákat tettek és erre került egy deszkaborítás, és innentől a födém rétegrendje megegyezik az előző típusokéval. Előnye, hogy megfelelő felületkezeléssel, esztétikus megjelenést tudtak elérni és a teherbírása is jó.



123. ábra
Mestergerendás födém



124. ábra
Rácsos födém szerkezet

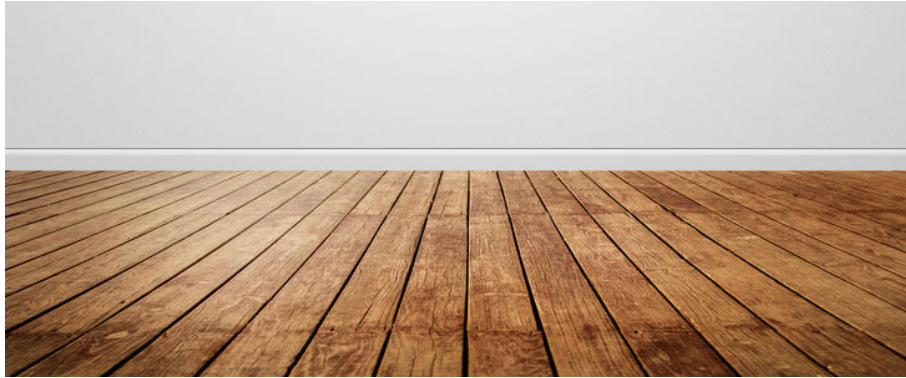
A korszerű fafödémeket tekintve, létrehoztak rácsos szerkezeteket, melyek alkalmasak nagyobb fesztávolság áthidalására és anyagtakarékosak is (124. ábra).

Továbbá jobban terhelhetőek és burkolat is rögzíthető hozzájuk. Viszont mivel előregyártott üzemben készülnek ezért költségesebbek és elhelyezésük pontos munkát igényel.

Általában mezőgazdasági vagy ipari funkciójú épületek esetében használják.

A fa kiválóan alkalmas burkolatok készítésére, mégpedig padló, fal, mennyezet és homlokzat burkolatnak is egyaránt.

^[5.3]Először a padlóburkolatokról írnék pár gondolatot, melyek közül az első és egyben legrégebbi használatú, a hajópadló (125. ábra).



125. ábra
Hajópadló

Az burkolatelem hossz oldalán csaphornyos kialakítással rendelkeznek, mely úsztatott padlóra, aztán egy rá merőleges párnafa vázra kerül elhelyezésre, amik közé hőszigetelést tesznek. A padlóelemet a párnafákhoz szegezéssel rögzítik és 22 mm-es vastagsággal rendelkeznek. Előnye, hogy esztétikus megjelenést nyújt, viszont manapság már egyre ritkábban alkalmazzák.



126. ábra
Svédpadló

A svédpadló annyiban tér el a hajópadlótól, hogy a padló elemei rövidebbek, ezért sűrűbb alátámasztást, vagyis több párnafát igényel, ezek mellett 16-22 mm-es vastagságú lehet (126. ábra).

Ez a padlóburkolat fajta is esztétikus, ezt is ritkábban alkalmazzák már, viszont hátránya hogy több faanyagra van szükség hozzá.

A parketta padlóburkolatoknak több fajtája is elterjedt, és készülhetnek egy vagy két rétegből. Egy réteg esetén keményfából készül, két réteg esetén pedig, a felső futóréteg mindig keményfából, az alsó pedig készülhet puhából, de általában az is keményfából van létrehozva. Az alsó réteg a vakpadló, melyet a párnafa váz támaszt alá. Rögzítésük az alattuk lévő padlóhoz történhet szegezéssel és ragasztással.

Az első típus a Hagyományos csaphornyos parketta, mely a nevéből adódóan, a hosszoldalán ellátott csaphornyokkal kapcsolódik egymáshoz és egy vakpadló alátétburkolatra kerül. Ez alatt a vakpadló elemeire merőlegesen elhelyezett párnafa váz kerül, mely közé hőszigetelés, de szalmabálából készült padlószigetelés esetén, vályogtapasztás is elhelyezhető.



127. ábra
hagyományos, csaphornyos,
szegezett parketta

Rögzítése történhet szegezéssel és ragasztással egyaránt és 17-22 mm-es vastagsággal rendelkezhet (127. ábra). Az előbbi a ragasztó mellőzése miatt környezetbarátabb megoldás. Egy ilyen parketta többféle mintában is elhelyezhető, mint például egyszerű, átlós szalagmintában, egyszeres, kétszeres halszájka mintában, illetve fonott és sakktábla mintában. Előnyére válják, hogy megfelelő felületkezelés mellett, képes 50-100 évig elállni, ezért akár több épület

padlóburkolataként is felhasználható. Könnyen tisztítható, és ahogy az előbb is leírtam, több mintában is kialakítható. Nedvességgel szembeni ellenálló képessége fokozható különböző természetes felületkezelő anyagokkal.

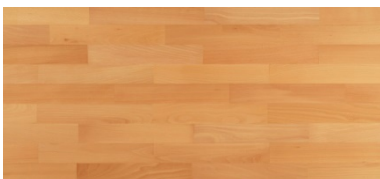
Következő parketta típus a lamella parketta, mely különösebb ismertetői, hogy az elemei csaphorony nélkül vannak kialakítva és egy úsztatott padlóra kerül, ragasztva. Ez a parketta akkor ajánlott, ha a házban padlófűtés van, mert ez az 10 mm-es parketta vastagság miatt, nagyon jól érzékelhető.



128. ábra
Mozaik parketta

A mozaik parketta esetében, parketta elemeket ragasztanak össze, táblákat képezve ezzel (128. ábra). Ezeket alul szöveterosítéssel, vagy műanyaghálóval látják el, felül pedig egy védőpapírt kasíroznak rá és 6-

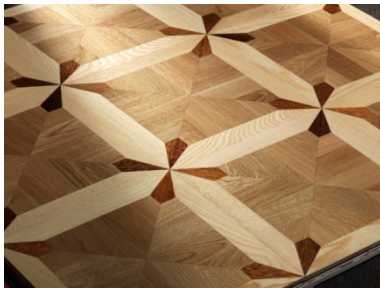
10 mm vastagsággal rendelkezhet. Ahogy az előző típust, ezt is úsztatott, szilárd padlóra ragasztják és vékony elemei miatt ez is ajánlott padlófűtés esetén.



129. ábra
Szalagparketta

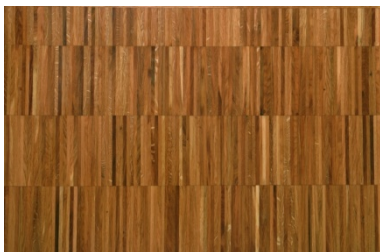
A szalag parketta manapság a leggyakrabban alkalmazott parketta típus, és emellett még korszerű is (129. ábra). Elemei három réteg összeragasztásával jönnek létre és csaphornyosak. Ez a típus kerülhet száraz és úsztatott aljzatra is egyaránt. Egy

hangszigetelő hablémez kerül a közvetlenül a parketta amit, egymás mellé fektetve ragasztóréteg nélkül alakítják ki. Több előny is szól e típus mellett, vagyis csaphornyos kialakítása miatt kiválóan illeszkednek egymáshoz az elemek, hézag hagyása nélkül. Továbbá időtálló és könnyedén kivitelezhető és karbantartható. 14-15 mm-es vastagsággal rendelkezhet, amelyiknek a három rétege ragasztóval van rögzítve egymáshoz, ezért ez így már nem teljesen környezetbarát anyag.



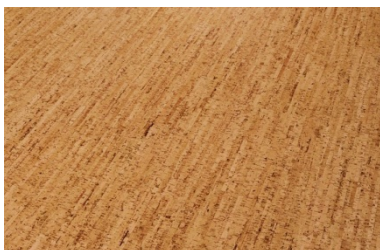
130. ábra
Intarzia parketta

A következő ritkábban használt típus az intarzia parketta, mely 8-10 mm-es vagy 20-23 mm-es vastagsággal bír és több fajtája is van (130. ábra). Elemei, ahogy a többi parkettatípus, gyárakban készülnek, melyeket több faelemből készítenek el, különböző mintázatokkal és lamellákat gyártanak belőlük. Csaphornyos elemei, úsztatott aljzatra, ragasztva kerülnek elhelyezésre. Előnye hogy különösen egyedi és esztétikus megjelenése van, viszont ritkán alkalmazzák, és rögzítéséhez ragasztóra van szükség.



131. ábra
Ipari parketta

„Az ipari parketta a gyártás során élére állított parkettaléccek összeragasztásával táblásított parketta típus”⁽²⁸⁾, mely 24-23 mm-es vastagsággal rendelkezik, ragasztják az aljzathoz és ipari terekben, illetve manapság már lakóterekben is használják (131. ábra). Előnyére válják, hogy jó teherbírású és esztétikus megjelenésű.



132. ábra
Parafa parketta

Rendelkezésünkre áll a parafa padlóburkolat is, melynek van ragasztott és szárazon fektetett változata is, melyek kaphatóak téglány vagy négyzetes formájú táblákban, több méretben is (132. ábra). A ragasztott 3-4 mm vastagsággal rendelkezik, és úsztatott padlóra rakható

⁽²⁸⁾ Bársony István, Schiszler Attila, Walter Péter, Magasépítéstan II., Szega Books Kft., Pécs, 2008, 247.o.

le. A ragasztás nélküli típus fektetve, szárazon, csaphornyos, összepattintható vagy egymásba akasztható módon kapcsolható össze egymással. Ennek a parkettának az eleme három rétegből áll, vagyis egy felső koptatórétegből, mely parafából van, egy tömör faforgács rétegből, mely a hordozóréteg funkcióját tölti be és egy szintén parafából készülő réteget, mely képes csökkenteni a lépés-hangot. Így kialakul egy 10-12 mm-es rétegvastagság, viszont környezetbarát szerepe annyiban csökken, hogy a hordozóréteg létrehozásához, illetve a három réteg összekapcsolásához ragasztó rétegre van szükség. Ennek a típusnak az az előnye, hogy bármilyen aljzatra fektethető, azaz úsztatottra, szárazra és meglévőre egyaránt. A parafának több előnye is van, melyek közül érdemes kiemelni párat. Vízálló és víztaszító tulajdonsága van, és ezek mellett időtálló is. Könnyen formálható, rugalmas és jó hanggátló és -elnyelő is. Amellett hogy nehezen éghető, még a rezgéseket is kiválóan csillapítja.



133. ábra
Laminált parketta

Végül rendelkezésünkre áll még, a szintén fából készülő laminált parketta, melyet manapság nagyon gyakran használnak (133. ábra). A parketta eleme 6-12 mm vastag lehet, és több rétegből tevődik össze. Többféle méretben és kialakításban is létrehozható, és ahogy a parafa parkettánál, így ennél a típusnál is az elemek csatlakozhatnak egymáshoz csaphornyos kapcsolattal, összepattintással és egymásba akasztással. A laminált parketta általában úsztatott aljzatra kerül, melyre még egy elválasztó réteget, egy 4 mm vastag hablémez alátétet és tesznek hangcsillapítás miatt. Előnyére válják, hogy kialakításának sokszínűsége, mind méretileg, mind minőségileg és mind felületileg nagyon korszerű és esztétikus megjelenést nyújt. Továbbá a kapcsolatai is hézagmentesen zárnak. Ez a parkettafajta is tartós, viszont a parkettaelem létrehozása a gyárakban nem teljes mértékben környezetbarát anyagok ötvözésével kerül kialakításra. A laminált parketta alját általában ragasztott, nagy finomságú faaprítékból készítik, valamint a felülete műanyagból készül.

[5.4]A következő burkolattípus a falburkolat, melyet beltérben és kültérben egyaránt alkalmaznak. Több fajtája is van, lehet elemes illetve táblás is.

Az elemes falburkolatok közül az első a lambéria, mely 8-12 mm-es vastagsággal rendelkezik, és két fajtája van, a keményfából készült, csiszolt és a faforgács lemezből készült, melyre műanyag fóliát tesznek. Utóbbit a műanyag fólia alkalmazása miatt, nem is tárgyalnám tovább, ezért az első típus részesül előnyben, környezetbarát szempontból. A lambéria egy, az elemek hosszirányára merőleges lécvázra kerül rögzítésre, és a lambéria elemek egymáshoz pedig csaphornyosan kapcsolódnak, mely a hosszoldalukon van létrehozva (134. ábra).



134. ábra
Lambéria burkolat

elemek kapcsolódhatnak

A fából készült, lambéria előnye, hogy környezetbarát, esztétikus, tartós, és nem csak falnál hanem mennyezet burkolatként, és kültéri mennyezetburkolatként is használják. A lambéria kialakítható a falon vízszintes és hosszirányban is.

Szintén környezetbarát megoldás a deszkaburkolat, mely legyalult felülettel, egyből rögzíthető a favázhoz. Az elemek egymáshoz csaphoronnyal, vagy nélküle is. Szellőzés szempontjából, előnyösebb, ha lécvázra erősítik (135. ábra).



135. ábra
Deszka falburkolat

Ahogy a lambéria, úgy ez is használható kültéri fal, mennyezet burkolására is és szintén esztétikus megjelenést nyújt. Következő falburkolat típus a táblás

kompozit falapok, melyeket szintén lécvázra rögzítenek. Ezek az elemek is kapcsolódhatnak egymáshoz csaphoronnyal vagy nélküle (136. ábra).



136. ábra
Táblás falburkolat

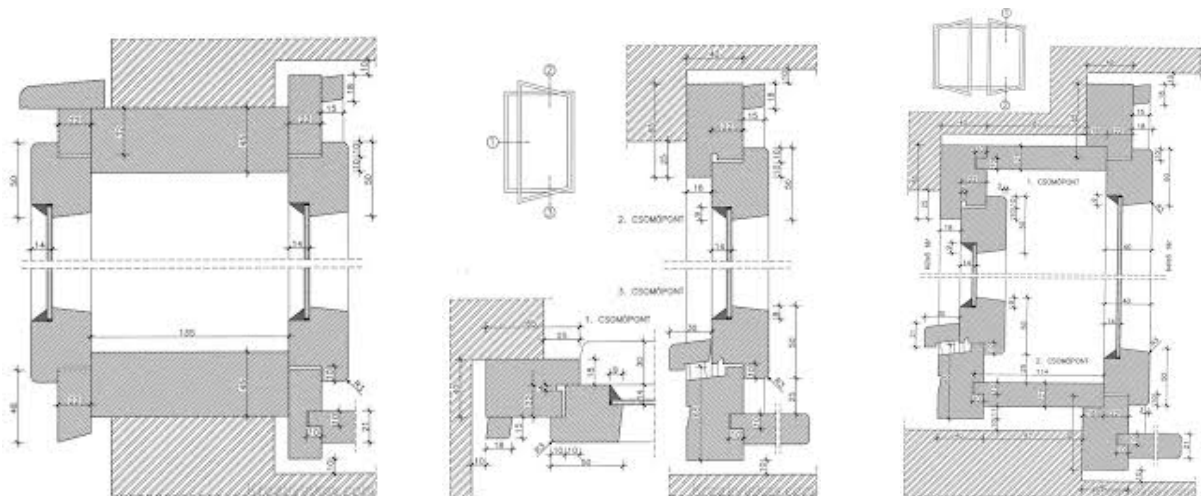
Előnye, hogy mivel táblás elemekről van szó, gyorsabban kivitelezhető, mint a lambéria esetében. Van beltéri, kültéri fal és mennyezet burkolására is típusa.

Viszont költségesebb és olyan anyagokat tartalmaz mely nem környezetbarát.

Régebben alkalmazták a fát nyílásáthidalásra is, melynek során palló vagy négyszög keresztmetszetű gerendákat helyeztek el a nyílás felett bizonyos mértékű

felfekvéssel, ami a nyílás méretétől, és a felette lévő terhektől függött. Pallókat vályogfalaknál és favázás szalmafalaknál használtak leginkább a népi építészetben. A másik kialakítási módnál, a gerendák száma attól függött, hogy a fal milyen széles volt. A gerendákat habarcsba helyezték bele és közöttük kisebb szellőző légréseket hagytak ki, hogy ne korhadjanak be. Ezt tovább fokozták azzal, hogy oldalról és alulról sem vakolták be, maximum lefestették. Egyrészt előnyös megoldás, mert megfelelő felületkezeléssel esztétikus tud lenni, jó teherbíró képessége is van, mert keményfából készülnek, viszont a hátránya, hogy a falban az áthidaló síkjában vonal menti hőhíd képződik. Ezt a problémát különböző szerkezeti megoldásokkal csökkenteni lehet.

[5.5.]Nyílászárókat régebben fából készítették, majd később terjedtek csak el a műanyag és a fém anyagúak. A régebben használt fa ajtók és ablakok, ma már ritkán használtak, mivel ma már más előírások vonatkoznak rájuk. Ezért rendelkezésünkre állnak a régi és a korszerű ablakok és ajtók. Először a fa ablakokról írnék pár szót, melyeknek elterjedt a pallótokos, egyrétegű gerébtokos, kapcsolt gerébtokos és egyesített szárnyváltozata is (137. ábra). A pallótokos ablak két ablakból állt, mégpedig a fal külső és belső oldalán, melyet egy palló kötött össze.



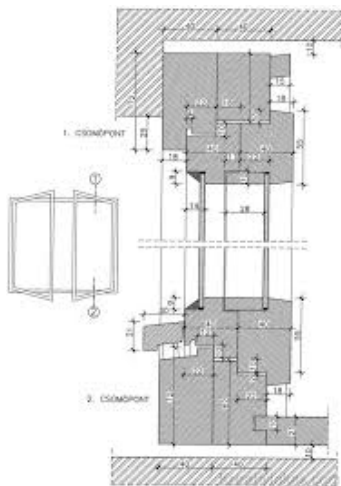
137. ábra: Pallótokos, egyrétegű gerébtokos, és kapcsolt gerébtokos ablak.

Az ablakszárny a dupla ütközéssel kapcsolódott a pallótokhoz. A külső ablak felső tokszerkezete felett egy lécezt helyeztek el, mely a víz elvezetésének funkcióját szolgálta. Az üvegtáblát üvegező szeggel és tapasztással erősítették a helyére.

Az egyrétegű gerébtokos ablak, egyszelvényű tokszerkezettel rendelkezett, amihez a szárnyak szintén kettős ütközéssel csukódtak. Az üveget ugyanúgy rögzítették, mint az előző típusnál.

A kapcsolt gerébtokos ablak esetében szintén két ablak volt létrehozva, melyeket egy bélésdeszka kötött össze. Az ablak itt is kettős ütközéssel csatlakozik a tokhoz, és ezt az ablaktípust falkávéban alakították ki. Mindkét ablak befelé nyílt, éppen ezért a külső ablak kisebb volt, mint a belső. Az üvegtáblák rögzítése ugyanúgy történt, mint az előző két típusnál.

Az egyesített szárnyú ablak esetén, a tokokat összeragasztják, a szárnyakat pedig csavarral kapcsolják össze, ezáltal háromszoros ütközéssel kapcsolódik a szárny a tokhoz (138. ábra).



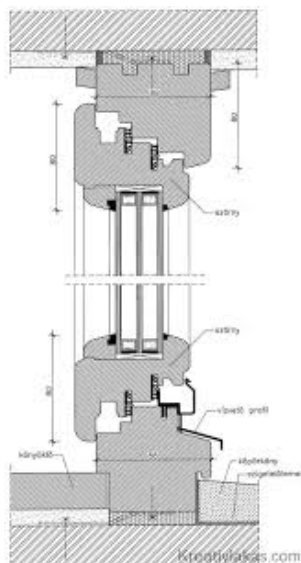
138. ábra
Egyesített gerébtokos ajtó

Az üvegtáblák rögzítése itt kétféle módon történik, a külsőt üvegező szeggel és tapasztással, a belsőt pedig üvegszorító léccel erősítik a helyére. Ahogy az fentebb is írtam, ezeket az ablaktípusokat manapság már nem használják.

A mai korszerű fa ablakok annyiban térnek el a régebbiektől, hogy az üvegtáblát üvegszorító léccel erősítik a helyére, hőszigetelő üvegeket használnak, és ma már

csak a háromrétegű üvegezésű ablak megengedett. Ezért a tokvastagság általában 88-92 mm-es szokott lenni. A szárny a tokhoz háromszorosan ütközik és a tokszerkezet

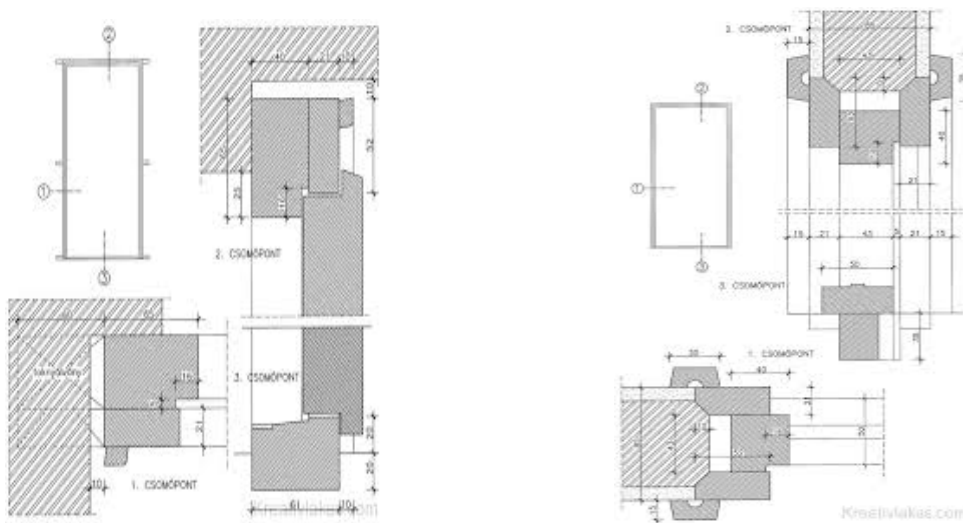
alsó vízszintes részére fém profilokat erősítenek a vízvezetés céljából (139. ábra).



139. ábra: Korszerű, 3 rétegű, hőszigetelt üvegezésű fa ablak

Nagy előnye a fa nyílászárónak, hogy megfelelő felületkezelésekkel esztétikus és környezetbe illő megjelenést nyújt, valamint a fa környezetbarát anyag, a fém és az üveg pedig újra felhasználható anyagok.

[5.6.]A régebbi fa ajtóknak három típusa terjedt el, mégpedig, a gerébtokos, hevedertokos és a pallótokos ajtó. A gerébtokos esetében, a tok tokmaggból és horonylécből tevődik össze, a tokszárakat pedig mindegyik régebbi ajtó esetében a padló felső síkja alatt elmenő vakküszöb kapcsolja össze. A tokot a falkávéban toknyúlvánnyal vagy padvassal erősítik a helyére (140. ábra).

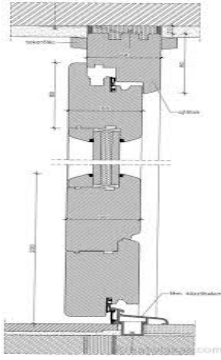


140. ábra: Gerébtokos és hevedertokos ajtó

A hevedertokos ajtót általában válaszfalakban alakítják ki. A tokmagghoz horonyléc és borítóléc kapcsolódik, a falhoz való kapcsolódást pedig takarólécek takarják el. A horonyléc az ajtónyílás felőli oldalon, a peremléc pedig a másik oldalon van. Az ajtó pedig kettősen ütközik a tokhoz. A kihagyott nyílásba toknyúlvánnyal vagy huzalkötéssel csatlakoztatják.

A pallótokos ajtó rögzítési elve nagyon hasonlít az előző típuséhoz. A különbség hogy a tokszerkezet magja nagyobb, mint a hevedertokosé, mégpedig olyan széles, mint a vakolt fal. Ezért a horonyléc és a peremléc a tok és a vakolat találkozását takarják el. Ahogy a hevedertokos ajtó, ennek a típusnak a szárnya is kétszeres ütközéssel csatlakozik a tokhoz. Mivel ezek régebbi ajtótípusok, ezért manapság ezeket sem használják már újonnan épülő épületekben, de régebbi épületekben jellemzően ezek fordulnak elő (141. ábra).

A korszerű ajtók közül, megkülönböztetünk beltérit és kültérit.



141. ábra
Korszerű bejárati
fa ajtó

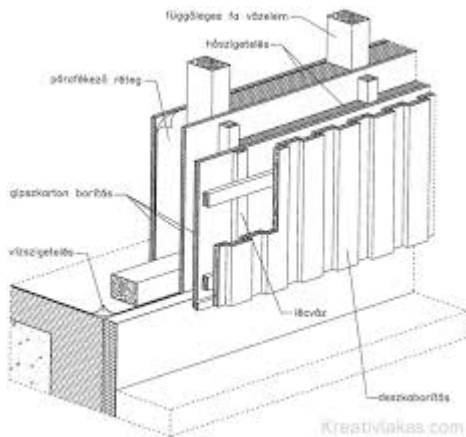
A beltéri faajtóknál megkülönböztetünk blokktokos és átfogó tokos ajtókat. Az átfogó tokos ajtó tokbélése ugyanolyan széles, mint a fal, és ehhez csatlakoznak hozzá két oldalról csaphoronnyal a takarólécek. Az ajtószárny ebben az esetben is kétszeresen ütközik a tokhoz, és beltéri ajtónál küszöb helyett burkolatváltó sínt alkalmaznak.

A kültéri ajtó esetén, a szárnybetét készülhet több rétegből hőszigetelve, vagy egy tömör rétegből. A szárnykeret szelvényének méretei nagyobbak és a tokszárat a régebbi kialakításokhoz hasonlóan egy vakküszöb kapcsolja össze és a felette lévő küszöb pedig fémből készül. A fa ajtók szintén esztétikus megjelenést nyújtanak és környezetbarátok is, és előfordul, hogy olyan tartósak, hogy több épületnél is felhasználhatóak.

A fát mindig gyakran alkalmazták falak készítésére, mely lehetett csak vázas szerkezet, vagy teljes egészében farönkből, fa gerendából készülő fal.

Először a vázas szerkezetekről írnák pár szót. Ezeket a szerkezeteket már nagyon régóta használják, mert ad egy merev vázát az épületnek. Ilyen falfajta például a sövény, patics és szalmafal, melyeket már korábban ismertettem. Különösebb ismertető jelük, hogy a faváz között egy vázkitöltő fal kerül beépítésre, mely kívülről és belülről kap egy tapasztást, burkolatot, vagy vakolatot. Fából készült vázas szerkezeteket használnak főfalnak és válaszfalnak egyaránt, utóbbi esetében viszont nem hord terhet. Ezek a falak szendvicsszerkezetnek felelnek meg, mert több rétegből épülnek fel.

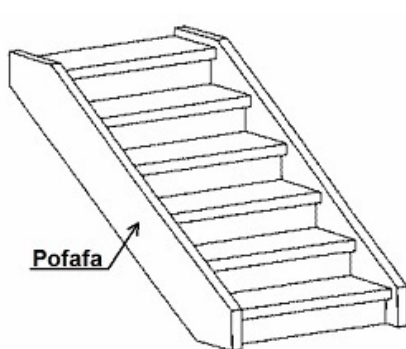
^[4.14]Elterjedt, hogy az egész épület váza könnyűszerkezetes, vagyis fából készül, mely vízszintes és függőleges fa gerendákból, pallókból áll. Ez a váz azonban, önmagában nem elég, szükség van vázkitöltő építőanyagra, mely hang és hőszigetel egyaránt. Továbbá egy ilyen falban, megfelelő kialakítással a vezetékek is jól elvihetők. A kitöltött favázra válaszfal esetében kerülhet két oldalról gipszkarton, deszkaborítás, táblás falemezek, illetve egy lécvázra rögzített lambéria burkolat is.



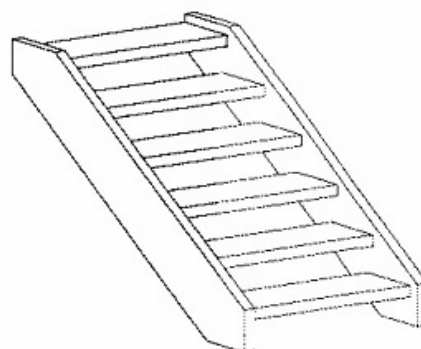
142. ábra
Könnyűszerkezetes fal

Főfalak esetében, külső oldalról, kerülhet még további hőszigetelés a favázra, és ezután homlokzati vékonyvakolat rendszerrel látják el. Valamint többféle burkolat is ráhelyezhető külső és belső oldalról is (142. ábra). A faváz rögzítése a padlóhoz, szomszédos falhoz, mennyezethez, menetes csavarral történik. Ilyen szerkezeteket gyakran készítenek előregyártva is, gyárakban, üzemekben és a helyszínen már csak a helyére kell rögzíteni, ezáltal rengeteg időt lehet spórolni.

A könnyűszerkezetes épületnek több előnye is van, mégpedig, hogy főfal esetén, hordja a felette lévő szerkezetek, következő szint, földem és tető terheit, és egy kellően merev szerkezet hozható létre. A borona és rönkházzal szemben anyagtakarékosabb, így kisebb ökológiai lábnyomot hagy. Rendkívül sok anyag felhasználható a faváz kitöltésére és burkolására a szendvicsszerkezet elkészítéséhez. Gyorsan kivitelezhető és a súlya sem nagy, így lábakra állított házhoz is kiválóan alkalmazható. Felületképzése is sokrétű, így ez esztétikus megjelenést nyújthat sok esetben. Időtálló és könnyen alakíthatóak. Viszont hátránya, hogy tűzveszélyes, és a gombák, rovarok megtámadhatják, ezért ezek megelőzése, csökkentése érdekében gondoskodni kell a megfelelő felületkezelésükről.



Véssett pofafás lépcső homloklappal



Véssett pofafás lépcső homloklap nélkül

143. ábra
Falépcső kialakítási módok

[4.15]A fa lépcső kialakítására is alkalmas, ezért készítenek belőle, kültérit, beltérit egyaránt, illetve egykarút, kétkarút és húzott fokút is (143. ábra). Kialakításának

jellegzetessége, hogy a lépcső teherátadása a kar két szélén lévő pofapallókon keresztül történik, a kar érkezésénél és indulásánál. A fokokat ezekbe fogják be, csaphornyos, vagy előre kivésett megoldással, és a homloklapok körülbelül 2 centiméterrel visszahúzottak a járólapokhoz képest. A homlok és járólap egymáshoz is rögzítve van csavarral vagy lehet készíteni homloklap nélküli lépcsőt is, valamint alulról bedesztkázott változatot is. A pofapallós lépcsőkialakítás mellett, egy másik jellemző szerkezetváltozat a nyergelt kialakítású lépcső. A pofapalló alkalmas arra, is hogy a korlát elemeit hozzákapcsolják.

A falépcső előnye, hogy esztétikus megjelenést nyújt, könnyen alakítható, és akár gyorsan is meg lehet építeni. Időtálló, viszont kültéri alkalmazás esetén gondoskodni kell a nedvesség, rovarok, gomba és tűz elleni védelemről. Az utóbbira bent lépcső esetén is figyelmet kell fordítani.

A fát már ősidők óta használják építési célokra, és ahogy a vályogból és a szalmából, így a fából is lehet házat építeni. Erdős területeken elterjedtek a borona vagy más néven gerendaházak, mivel ott ebből az anyagból volt a legkézenfekvőbb megoldás építeni. A gerendaházból több típus is ismert, az egyik a rönkház, a másik pedig a faragott gerendaház. Leginkább Finnországban ismertek ezek a házak. Ez a két építési mód nagyon sok tulajdonságban egyezik (144. ábra).



144. ábra: Rönkház és Gerendaház

Az építéshez szükséges rönköket általában télen vágják ki, az alacsony nedvességtartalom miatt. A rönkház esetén csak a kérgét távolítják el, majd méretre vágják. Gerendaháznál, tompított élű, négyszög keresztmetszetűre faragják ki őket. Ezen épületeket úgy alakítják ki, hogy a gerendákat egymásra helyezik és a falsarkoknál fakötésekkel egymásba kapcsolják őket. Ezeket általában lapolással hozzák létre, és a gerenda alsó oldalán, hosszirányban egy vájatot alakítanak ki, ami az alatta lévő gerendához való illeszkedést és jobb légzárást segíti elő. Faragott



145. ábra
Nyílászáró kialakítása rönkházban

gerendaház esetén, létrehozható olyan kapcsolati megoldás is, amikor gyári körülmények között, szabályos nűtokat faragnak ki a fa elemeken a pontosabb csatlakozás érdekében. A gerendákat készíthetik fűrészelt vagy laminált kialakítással is. Ebben az esetben, azonban ragasztót is alkalmaznak, mely teljesen természetes anyagból készül. Ezek az elemek nagy szilárdságúak és repedésmentesek.

A nyílások helyeit előre kihagyják, és az ablakot vagy ajtót nem a gerenda végéhez erősítik, hanem pallót csatlakoztatnak a gerendák végeihez, ezáltal a pallókhöz lesz kapcsolva a nyílászáró (145. ábra).

Rönkház esetén szintén hosszanti vágatokat faragnak a rönkbe, az illeszkedés miatt, illetve gyapjú szigetelést is tesznek bele és az elem így kerül a helyére. A nyílászáró a rönkháznál ugyanúgy kerül kialakításra, mint a borona vagy gerendaháznál. Mindkét típus fogadószerkezete lehet pontalap vagy sávalap is egyaránt, illetve minden falkapcsolat lapolással történik.

A gerendaházaknak és a rönkházaknak számos előnye van, mégpedig az hogy mivel gerendák vannak egymásra helyezve, ezért nagyon jó teherbírással és nagy merevséggel rendelkeznek. Mivel faházról van szó, ezért környezetbarát és ezek mellett kellemes esztétikus élményt nyújt. Könnyen faragható és nem igényel burkolatot sem. Olyan tartós egy ilyen épület, hogy akár több száz évet is kibír. A levegőben lévő párával jól gazdálkodik. Kialakítható belőle egyboronás és fokozott hőszigetelési követelményeknek megfelelő dupla boronás kialakítású ház is. Megújuló építőanyag és tartóssága miatt újra felhasználható. Az építőanyag előállításához pedig nincs szükség nagy energiaszükségletre. A rönkház építése annyiban előnyösebb a gerendaházénál, hogy kevesebb hulladék keletkezik.

Hátrányként megemlíthető, hogy a beépített fa, az idő elteltével szárad, ezért zsugorodik, úgyhogy a rönkház és a faragott gerendaház esetében a csomóponti kialakításokat ennek figyelembevételével, dilatációs hézagok betervezésével kell megoldani. A faanyag tűzveszélyes és a rovarok, gombák megtámadhatják ezért, a felhasznált fát ezek ellen védeni kell. Az igaz hogy a felhasznált anyagok miatt, környezetbarát házról beszélünk, de egy gerendaház megépítéséhez jóval több fát kell kivágnunk, mint egy vázas épület építéséhez.

3.7. Természetes festékek^[2.10]

Manapság rendelkezésünkre állnak már környezetbarát festékek is, melyeket többféle felületre hordhatunk fel. Ezek pedig az egyszerű meszelés, kazeines meszelés, boraxos kazeinfesték, színtelen kazeinfesték, egyéb stabilizált mészfestékek, enyvfestékek, levegőn száradó természetes olajok és kréaporfestékek.

^[29]A mészfestés a régi idők óta nagyon gyakran használt felületképzési mód. A mészhez többféle adalékanyagot is hozzákeverhetünk, a különböző hatások elérése érdekében, de általánosságban mézspépet vagy mézshidrátot és vizet alkalmazunk ahhoz, hogy meszelésre alkalmas festéket kapjunk. A falra három réteg felhordása javasolt, mégpedig, egy alapozó, hígabb réteg, mely ahhoz kell, hogy a fal vakolata beigya, egy köztes réteg és egy végleges fedő réteg. Konyhasó hozzáadása, elősegíti a kötés hatékonyságát, illetve több időre van szüksége, hogy kiszáradjon. Miután megszárad, elnyeri a végleges formáját és fehér színű lesz. Szín hozzáadása is lehetséges, természetes anyagú adalékporok segítségével, melyek lehetnek oxidporok, lösz és agyagpor egyaránt. Szoktak lenolajat is hozzá adni, mely a víztaszító képességét növeli. Előnye, hogy belső és külső térben egyaránt alkalmazható, illetve a párával jól gazdálkodik. Kedvező tapadó képességgel rendelkezik, gazdaságos megoldás és fertőtlenítésre is alkalmas. Hátránya, hogy nehéz eltávolítani a felületről, ha színt kevernek hozzá, akkor az évek alatt megfakul. Időnként karban kell tartani, és a felületet újra le kell meszelni. Olyan anyagok, melyek nem lúgállóak, nem adhatók hozzá színezőanyagként.

A következő festékfajta, a kazeines mészfestés, melynél a mész ellenálló képességét lehet javítani sovány túróval, tejsavóval és kazeines porral. Lenolajkence is adagolható hozzá, mellyel a felület a nedvességnek jobban ellenálló lesz, de elkeverése kissé nehézkes, melyet a festék felhordása közben is ismételni kell, mert eltérő konzisztenciájú, mint a mész és nehezen keveredik vele. Viszont a lenolajkence hozzáadásával a festék páraáteresztő képessége csökken. Fontos, hogy száraz felületre legyen felhordva, mert penészesedést válthat ki.

A kazeines festékhez ugyanúgy adható hozzá színezék, valamint lenolaj nélkül jó páraáteresztő képességű lesz.

A festék tapadását pedig a benne lévő tejfehérjék fokozzák.

^[29] <https://kreativlakas.com/magasepiteszet/meszfestes-elonyei-es-hatranyai/> (2019.12.08.)

A bóraxos kazein festék annyiban különbözik az előző típustól, hogy nem meszet tesznek bele, hanem bóraxot, mely a vízállósági tulajdonságát javítja a festéknek.

A festék fehérsége és felületi finomsága javítható festékporról, illetve agyagpor hozzáadásával, könnyebben eldolgozhatóbb keveréket kapunk.

Előnye, hogy a szín hozzáadása, idővel nem okoz fakulást.

A szintelen kazein festék, akkor előnyös, ha meg akarjuk mutatni a vakolat természetes színét, mint például a vályogvakolat esetében.

A mész időállóságát és kopásállóságát lehet fokozni adalékanyagokkal, mely lehet trágyalé, lenolaj, lenolajkence, kapokfa olaj, fügekaktusz lé, főzött banánlevél lé és agáve lé is.

^[30]Ismeret még az enyvfesték is, mely enyvből, töltőanyagból és pigment festékből áll. A festékhez csontenyv vagy bőrenyv kerül alkalmazásra, amit először beáztatnak, majd pedig megfőznek. A töltőanyag bécsi fehér és budai földből tevődik össze, melyből egy homogén masszát készítenek. Ezek után hozzáadják az előkészített enyv kötőanyaghoz és töltőanyaghoz a színező pigmenteket.

Elkészítése során, először felhordanak egy hígabb mézréteget a falra, majd egy glettréteget, amit kiszáradás után lecsiszolnak. Ezután beszappanozzák, timsózzák, majd pedig felhordják az enyvfesték fedőréteget. Alkalmazása csak belső térben ajánlott, vékony rétegben, mert ha túl vastagon kerül felhordásra, akkor elkezdhet leválni a falról. Előnye, hogy környezetbarát anyagokból készül és esztétikus, sima felületet nyújt. Hátránya, hogy a felületekről nehezen eltávolítható és a nedvességre érzékeny, ezért vizes helyiségben nem ajánlott használni, mert bepenészedhet. Átlagosan 4 évente karban kell tartani, és újra le kell festeni a felületet. Helyszíni elkészítést igényel és munkaigényes is egyben. Továbbá napjainkban ritkán használják.

Következő típus a krétafesték, melyet szintén belső terekben, de annál inkább bútorok festésére használnak. Ahogyan az enyvfesték, így ez is nehezen eltávolítható a felületekről. Krétaporból és vízbázisú kötőanyagból készül, amit szintén vízbázisú védőoldattal lehet ellenállóbbá tenni. Előnye, hogy nincs szükség felület előkészítése. A hátránya pedig, hogy a felületekről nehezen eltávolítható.

A fa kezeléséhez használt szerek egyik csoportja a levegőn száradó olajok. Ilyen például a lenolaj és a narancshéjolaj is. A lenolaj a lenmag préseléséből és

^[30]<https://kreativlakas.com/magasepiteszet/enyves-festes-tulajdonsagai-elokeszites-es-felhordas/>
(2019.12.07.)

savtalanításából jön létre, melyet rovar és rágcsálók elleni védelemre, továbbá vízlepergető hatás fokozására használnak.

3.8. Természetes hőszigetelések^[3.6.]

Hőszigetelés készíthető természetes, azaz növényi, állati és ásványi eredetű anyagokból egyaránt. Ezek közül elsőként az állati eredetű gyapjú hőszigetelést említeném meg. A birka lenyírt gyapját a textiliparban használják fel, és abból származó felesleges, hulladék gyapjút alkalmazzák alapanyagként. Ezt az anyagot megtisztítják és egy kis beavatkozással kiváló szigetelés nyerhető belőle. Alkalmazható rések kitöltésére padlásterek, padlók, mennyezetek és falak szigetelése esetén. Előnye, hogy az egészségre nem káros és a párával jól gazdálkodik. Nehezen éghető kategóriába sorolható, továbbá könnyen nyújtható, környezetbarát és újrahasznosított anyag.



146. ábra
Gyapjú hőszigetelés

A következő növényi eredetű szigetelés a gyapot, melynek körülbelül a 90%-át a cellulóz képezi, tehát növényi rostokból tevődik össze (146. ábra). Borát hozzáadásával a kártevők távol tarthatók tőle. Alkalmazható padlásterek, padlók, mennyezetek és falak szigetelésére.



147. ábra
Lenrost hőszigetelés

A lenrost hőszigetelés szintén növényi eredetű alapanyagból készül és a textiliparban felhasznált hulladékanyagokból tevődik össze (147. ábra). Készítésekor boraxot adagolnak hozzá, hogy a kártevők távol maradjanak tőle és kevésbé legyen éghető. A növények szárából állítják elő, melyet természetes ragasztóval rögzítenek egymáshoz. Felhasználható tetőfedésre, válaszfalakhoz, födémekhez és padlókhoz. Előnye, hogy jó hő és hangszigetelő tulajdonsággal rendelkezik. A párával ez az anyag is jól gazdálkodik és előállításához kevés energiára van szükség. Megújuló anyagnak tekinthető.



148. ábra
Kender hőszigetelés

Következő növényi alapanyagú szigetelés a kender (148. ábra). Táblás formában állítják elő, és használható tetőtér, válaszfal és homlokzatok hőszigetelésére is egyaránt.



149. ábra
Cellulóz hőszigetelés

A cellulóz hőszigetelés alapanyaga, több növényben is nagyobb mennyiségben fellelhető, de készíthető újrahasznosított újságpapírból is (149. ábra). Az utóbbi esetben először megtisztítják az újságot a nem kívánatos szennyeződésektől, kapcsoktól, festéktől, felőrlik és ezáltal pelyhessé változtatják a feldolgozáskor és boraxot, illetve magnézium szulfátot adnak hozzá, a tűzállóság fokozása, illetve a rágcsálók távoltartása miatt. Cellulóz nem csak a fában található meg nagyobb mennyiségben, hanem a szalmában, gyapotban, kenderben is egyaránt és még sok más növényben. Alkalmazható födémbe, homlokzatra, szerelt falba és aljzathoz is. Előnye, hogy a lúgos és savas oldatok nem oldják. Ömlesztve építik be a helyére, emiatt bedolgozhatóságának köszönhetően az üregeket pontosan kitölti. Ez azt eredményezi, hogy kisebb eséllyel alakul ki hőhíd a szerkezetben. Előállításához kevés energiára van szükség és egyszerűen, gyorsan beépíthető, ezek mellett még hulladékot sem hagy maga után. Ömlesztve, befúvó géppel készítik el a szigetelést, de kézzel is kivitelezhető. Újrahasznosított újságpapírból készül, ami környezetbarát megoldás és táblás hőszigetelést is készítenek belőle. Viszont kivitelezéséhez szakemberre van szükség.



150. ábra
Kukoricaszár
hőszigetelés

^[31]A következő típus egy olyan növényi eredetű hőszigetelést, melyet még tesztelnek és még nem engedélyeztettek, mely a kukoricaszár blokk hőszigetelés (150. ábra).

Alapanyaga a már nem használt kukoricaszár, melyet felaprítanak, felszecsikálnak megfelelő méretűre. Ezután faragasztót adnak hozzá, és következik a préselés majd a szárítás és tárolás. Alkalmazható födémekbe és vázkitöltő

^[31] <https://kreativlakas.com/hoszigetelo-anyagok/kukoricaszar-blokk-hoszigetelesre/> (2019.12.08.)

falakba. Előnye, hogy megfelelő szerek hozzáadásával, tűzállóvá tehető és a párával nagyon jól gazdálkodik, ezért nedves helyiségekben is használható. Viszont külső térben csak bizonyos határok között alkalmazható, illetve szakirodalom sincs kellő mennyiségben hozzá még, annyira új megoldásnak számít.



151. ábra
Parafa hőszigetelés

Fából többféle hőszigetelés is készíthető, melyek közül az egyik a parafa (151. ábra). Az alapanyag a paratölgyből származik és ragasztásához ásványi alapú ragasztót

használnak. Táblás kivitelben készítik és használják födémek és padlók szigetelésére. Előnye, hogy megújuló anyagból készül, mechanikai hatásoknak jól ellenáll. Jó páragazdálkodó

és kedvező nyomószilárdsági tulajdonsága van. Amellett, hogy jó hőszigetelő anyag, még jó hangszigetelő tulajdonsággal is rendelkezik. Nem vagy csak nagyon kismértékben nyomódik össze a rá kerülő terhek hatására, illetve költséghatékony megoldásnak minősül.



152. ábra
Farost hőszigetelés

A másik fából készülő hőszigetelés fajta, a farost hőszigetelés, melyet a fa megmunkálása során keletkező hulladékból készítenek (152. ábra). Leginkább különböző

fenyőféléket használnak erre a célra. Alkalmazható homlokzatok és válaszfalak szigetelésére. Jó hang- és hőszigetelő tulajdonságú porózus anyag. A párával is jól

gazdálkodik, a hőt jól tárolja és újrahasznosítható, illetve táblás kivitelben is készítik. Ismert természetes hőszigetelés még a nádálló, szalmabála és a könnyűvályog, de az ezekkel kapcsolatos információkat már fentebb említettem.

3.9. Acél talajcsavar^[32]

3.9.1. Definíció

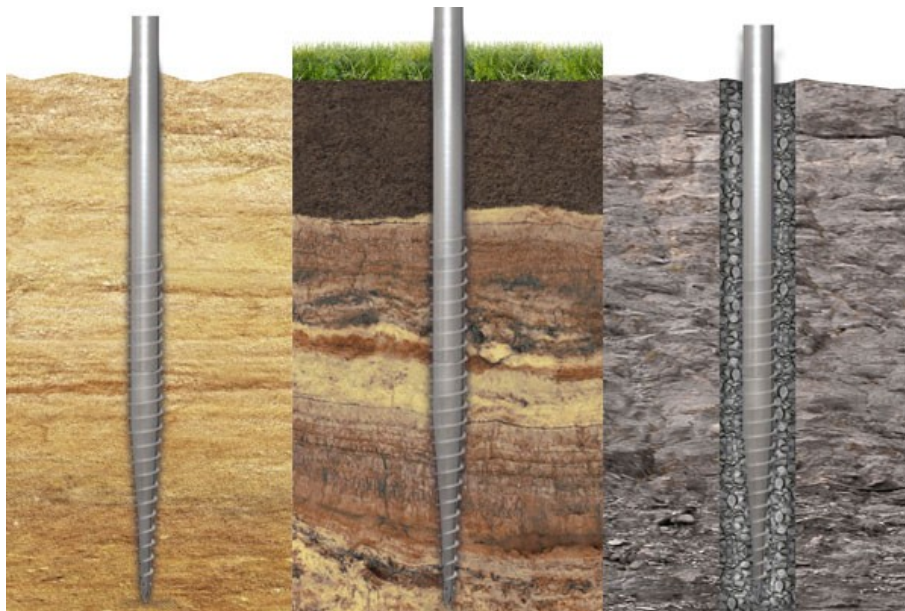
Az acél talajcsavar egy tűzihorganyzott acélból, többféle kialakítási móddal készülő elem, mely az alapozás funkcióját látja el. Úgy tervezték és méretezték, hogy a rá

^[32]<https://talajcsavar.hu/> (2019.12.08.)

kerülő terheket át tudja adni a teherbíró altalajra és számos előnye vagy a betonalapozással szemben. Felhasználható lakóház, azon belül fa és könnyűszerkezetes épületek alapozására, kerítések, oszlopok, kisebb hidak, kisebb kültéri építmények, teraszok és tárolók alapozására.

3.9.2. Az acél talajcsavar előnyei és hátrányai

Előnye, hogy nincs szükség betonozásra, mely rendeltetése lejárta után hulladékot hagy maga után. A talajcsavarral költséget, időt és munkát takarítanak meg egyben. Ezek mellett földmunkára sincs szükség, ami szintén egy nagy előnynek számít. Stabil szerkezet alakítható ki belőle és elhelyezésük után egyből igénybe vehetők. Az időjárásnak nagyon jól ellenáll és fagyálló. A beton alapozással szemben, bármilyen szűk helyen, vízben és közművek közelében is lehet alkalmazni. Használata a környezetet nem terheli, nagyon időt álló. Kedvező teherbíró képességgel rendelkezik, illetve kézzel is rögzíthető a földbe és még furatokat sem kell ásni hozzá, kivéve sziklás talaj esetén. Szinte bármilyen szerkezetű és összetételű talajban lehet alkalmazni (153. ábra).



153. ábra
A talajcsavar alkalmazása eltérő szerkezetű talajokban

Ha az építési területen szintkülönbség tapasztalható, a talajcsavarral ez is megoldható. Bármikor kivehetők és áttehetők másik helyre, illetve többször is felhasználhatóak.

Hátránya, hogy acélból van, melynek előállításához nagy energia felhasználásra van szükség, mely károsan hat a környezetre, ha nem megújuló energiából nyerik, de ez a hátrány a sok előnye mellett elhanyagolható.

3.9.3. Az acél talajcsavar alkalmazása az építőiparban

Ahogy a feljebb lévő alfejezetben is említettem, az acél talajcsavar használható, lakóépületek, vagyis fa és könnyűszerkezetes házak, teraszok, oszlopok, pillérek,



154. ábra
U befogással rendelkező
talajcsavar

kisebb hidak és kisebb kültéri építmények alapozására is egyaránt.

Ennek az acélból készülő elemnek többféle kialakítási változata, illetve több mérete is van. Az egyik az U befogással rendelkező, melyet gerendák vízszintes vagy függőleges befogására használnak (154. ábra). A talajcsavar szára menetes és kézzel behajtható a talajba, ahol az U elem két oldalán lévő lyukakba, betonacél segítségével erőkar hozható létre, melynek elforgatásával hajtható be a talajba a csavar.

Az U befogásba elhelyezett gerendákat, pilléreket, az U elem két oldalán található lyukakon keresztül rögzítenek menetes csavarral vagy acél szeggel.

A másik talajcsavar kialakítási mód, kör alakú befogással rendelkezik, oszlopok részére, melynek a végén szűkítő betét van kialakítva (155. ábra).



155. ábra
Kör befogású talajcsavar

A talajcsavar legfőképp tömött szerkezetű talajoknál ajánlott. Teherbírását befolyásolja a csavar mérete és a talajviszonyok. Rendelkezésre állnak kézzel és géppel rögzíthető talajcsavarok, ez alapján az utóbbi akár több tonnát is elbír.

3.10. Fémlemez

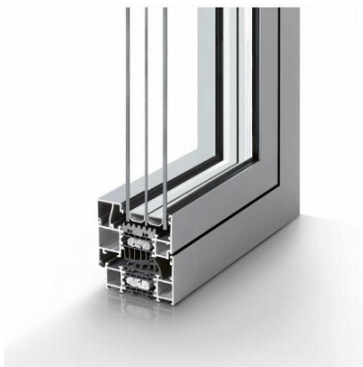
[33]A fémlemez egy olyan anyag, amelyet ércekből készítenek, és bányászni kell őket, majd oxidációs folyamaton megy keresztül, hogy elnyerje végső formáját. Ezek nem környezetbarát tevékenységek, illetve a fém hőtágulására is figyelmet kell fordítani, viszont felhasználása után 100%-ban újrahasznosítható. Újrahasznosítása miatt írnék róla pár gondolatot, hogy az építőiparban mire lehet felhasználni.

Az alumínium lemezhez, bauxit ércre van szükség, melyet a bányából kinyerés után, timföldet gyártanak belőle, majd oxidációs folyamattal ebből hozzák létre a alumíniumot.

Ebből az anyagból készíthető, vízszigetelés, nyílászáró, tetőfedés és homlokzatburkolat is egyaránt, melyek közül először a vízszigetelésről írnék pár szót.

[4.16.]Ritkábban ipari épületekben használják, melynek oka, hogy funkciótól függően olyan mechanikai vagy vegyi hatás érheti a más anyagokból készült szigetelést, hogy csak ez az anyag képes ellenállni. Készítésekor, figyelni kell a tökéletes vízzárásra, melyet átfedésekkel oldanak meg és a lemezeket forrasztják egymáshoz.

Használják még a fémlemezt utólagos falszigetelésekhez is. Ennek a fajta vízszigetelésnek a jellemző anyaga a horganyzott acéllemez, illetve a koracél.



156. ábra
Fém ablak

[5.7.]Fémből készítenek ablakot és ajtót is, melyek közül először az ablakról írnék pár szót (156. ábra). Rúdsajtólással hozzák létre a tok és a szárny szerkezetét is egyaránt, majd a gyárban ezt feldarabolják, és ezeket a rudakat építik össze tok és szárny szerkezetté.

Léteznek hőhidas és hőhídmentes típusú nyílászárók is.

A hőhídmentes nyílászárók belsejében hőhíd megszakító profilokat alakítanak ki. Manapság 3 rétegű hőszigetelő üvegezést helyeznek el benne. Előnye, hogy a nedvességnek jól ellenáll, és hőhídmentes. Kedvező légzárással rendelkezik és a tok vagy a szárny vetemedésétől sem kell tartani. Hátránya, hogy a hőhíd megszakítás megvalósítása bonyolult és szállításkor figyelni kell arra, hogy ne sérüljön a nyílászáró.

[33]<http://www.baratisuli.hu/wp-content/uploads/2014/01/26Alum%C3%ADnium-gy%C3%A1rt%C3%A1s.pdf> (2019.12.08.)

[5.8]A fém ajtót középületekben alkalmazzák leggyakrabban, melynek tok és szárnyszerkezetét szintén rúdsajtólással nyerik (157. ábra). Az ajtószárny, a tokhoz többszörös ütközéssel csatlakozik, melyhez tömítést alkalmaznak. Beépítéséhez szárnylemezeket használnak. Ugyanazok az előnyök igazak rá, mint az ablak



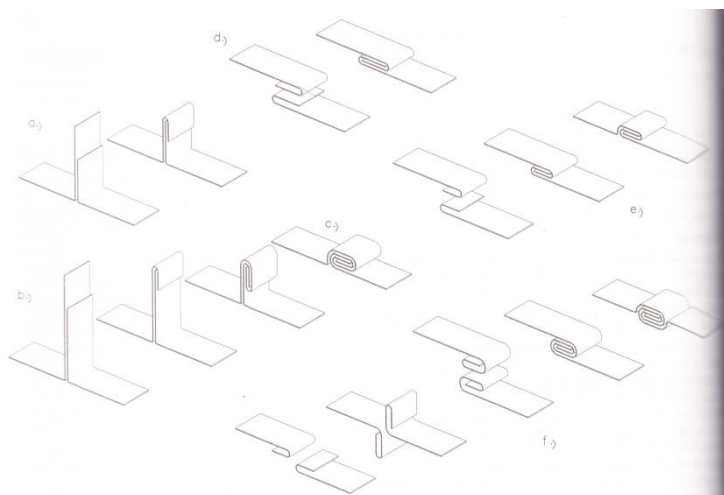
157. ábra
Fém ajtó

esetében, viszont szállításnál a fém ajtónál is figyelmet kell fordítani arra, hogy ne sérüljön.

[5.9]A fémlemez tetőfedéshez is felhasználják, mely készülhet horganylemezről, alumíniumból, horganyzott acélból, rézből és ólomlemezről is. A fémlemezfedést minden esetben deszka aljzatra kell tenni és szigorú előírás, hogy teljes mértékben vízzáró felületet kell képezniük. Elkészítése 3

lépésből áll, melyek a méretre vágás, hajlítás és beszegés, ezután jön a lemezek összekapcsolása, majd pedig a rögzítésük.

Az összekapcsolás történhet egyszeres és kétszeres álló korccal, leforrasztott kettős állókorccal, beakasztó korccal és egyszeres, illetve kéttős fekvő korccal, továbbá szegecseléssel és forrasztással is. Előbbinél alkalmaznak egysoros és kétsoros kötést is (158. ábra).



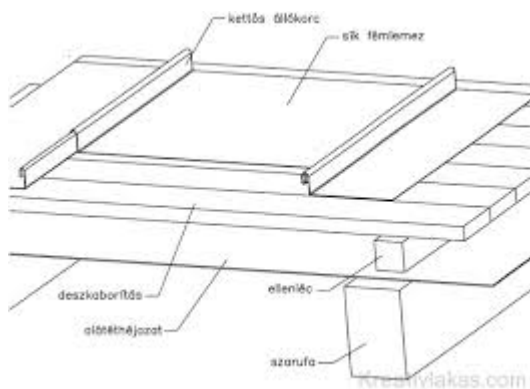
158. ábra
Fémlemez összekapcsolási módok

Ahhoz, hogy ez a kötés teljesen vízzáró lehessen, még tömítést is alkalmaznak. A forrasztás pedig lehet folyós, gyöngysoros, pontos, v alakú és merevítő forrasztás.

Típusainak alkalmazása attól függ, hogy a lemezek korccal vagy átfedéssel csatlakoznak egymáshoz.

Rögzítésük pedig kialakítható, rögzítő lemezek beiktatásával, pántokkal, fércekkel és forrasztással.

Ezt az összekapcsolás módja határozza meg és ez azért fontos, mert mindegyik rögzítési módot úgy kell kialakítani, hogy figyelembe kell venni a fém hőtágulását, hogy egy minimális mozgás megengedett legyen a lemezek számára. Az állókorcos



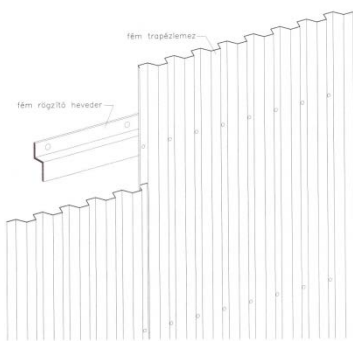
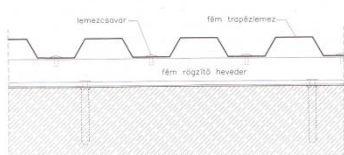
159. ábra
Állókorcos fémlemezfedés

fedéseknél, például ezt csúszó férccel oldják meg (159. ábra).

Ennek a tetőfedésnek az az előnye, hogy többféle kialakítás is lehetséges és könnyű fedésnek minősül. Anyaga teljes mértékben újrahasznosítható, viszont kialakítása munkaigényes.

Készülhetnek fémből különböző burkolatok is, melyeket főleg ipari létesítményeknél, csarnokoknál használnak, homlokzat és tetőfedésre.

[5.10.]A homlokzatburkolataiból 3 típust különböztetünk meg, melyek a hagyományos fémlemez, a hullám és trapézlemez és a sávós homlokzatburkolatok. Az első típus aljzata deszka, és a lemezek kapcsolódása lehet állókorcos vagy lécbetétes kialakítású, illetve elválasztó réteg kell a deszka és a fémlemez közé.



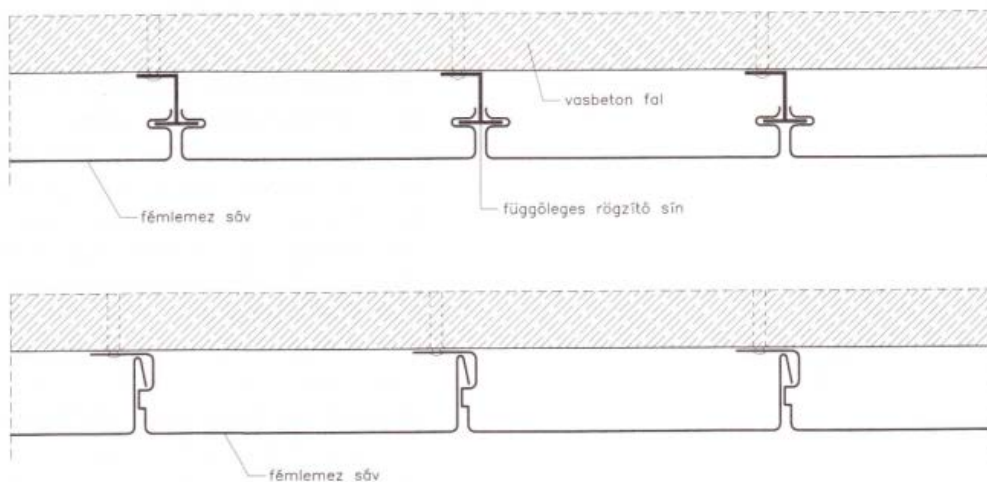
160. ábra
Fém trapézlemez

A hullám és trapézlemez többféle méretben is, táblákban rendelkezésre állnak (160. ábra).

Beépítésükkor, egy vízszintes, tűzihorganyzott acél vagy fa hevederhez rögzítik őket átfedéssel, menetes acél csavarokkal. Előnye, hogy ipari funkciójú épületek számára kiváló burkolati megoldás, az időtállósága és ellenálló képessége miatt.

Végül a könnyűfém sávós homlokzatburkolat, olyan hajlított lemezekből áll össze, melyek egymásba való kapcsolódása több módon is létrejöhet, kialakítható akasztással és pattintással is. Ezek az elemek

függőlegesen és vízszintesen is beépíthetőek. Kialakításukkor meg kell oldani a szellőzést, mivel egy egységes párazáró felületet képez a homlokzatburkolat. A vízzáró felület képzése a homlokzatburkolatoknál is követelmény, illetve a hőátadásuknak megfelelően kell kialakítani a rögzítésüket (161. ábra). Mivel a trapéz és hullám, illetve a sávos burkolatok esetén nem egyszerű lemezeket készítenek, hanem bonyolult profilokat, ezért gyárakban hozzák létre őket, melynek így a költsége is megnő.



161. ábra
Fém kazetta falburkolat

4. KISEBB KÖRNYEZETBARÁT ÉPÜLET TERVEZÉSE

4.1. Tervezés, koncepció

Feladatom egy olyan környezetbarát családi ház tervezése, mely megújuló anyagokból vagy újrahasznosítható anyagokból készül. Célom az épülettel, hogy a környezetet a lehető legkisebb módon terheljem, ezért olyan építőanyagokat alkalmazok, melyekkel nagyon kevés hulladék képződik a ház rendeltetésének lejárta után, illetve a megújuló anyagok lebomlanak, a többi pedig újra felhasználható később másik építési célra is. További célom, hogy egy lábakra állított épületet tervezek, mellyel a környezeti beavatkozást is minimálisra csökkentem. A ház elbontása után pedig, ez a terület felhasználható bármilyen más célra. Az épület egy szabadon álló családi ház, melyet 3 egyenlő nagyságú zónára osztottam fel. Egy nyugalmi zónára, mely a két hálószobából áll, ezek a megújulás terei, egy kiszolgáló zónára, ahol a fürdőszoba, kamra, gépészeti helyiség, wc-mosdó, tároló és közlekedő kapna helyet, illetve egy konyha-étkező-nappali zónára. A tornácra megérkezve, tudjuk megközelíteni a főbejáratot, tovább haladva pedig balkéz felől a teraszt.

4.2. Felhasznált építőanyagok és épületszerkezeti megoldások

Az épület egy lábakra állított könnyűszerkezetes családi ház, melynek falazata fa létravázból, födéme pedig fa rácsostartóból épül fel, és szalmabálával van kitöltve, agyagtapasztással ellátva. A fesztávolság miatt torokgerendás fedélszéket alkalmaztam, kettős állókorcos fémlemez fedéssel. A válaszfalak szintén könnyűszerkezetesek, mivel vízszintes és függőleges favázat alkalmaztam, farost hőszigeteléssel és lambéria falburkolattal. Mészfestést alkalmaztam kívülről és belülről is, illetve fa nyílászárókat, és fa kültéri lépcsőt, a padlóburkolat pedig szintén fából készül. Az családi ház kialakításánál, feladatom az épületszerkezetek megtervezéséig terjed.

Az épület tervezése az alapozással indul, melynek kialakítására több lehetőség is felmerült. Igyekeztem olyan alapozásban gondolkodni, mely a lehető legkevesebb földmunkával jár, így szóba jött a beton pontalapozás, mellyel csak pontszerű földkitermelésre lenne szükség, viszont a beton alap nem bomlik le, és hulladékot hagy maga után, ezek mellett nem újrahasznosítható. Felmerült a cölöpalap is, de az kevésbé tartós és kevésbé ellenálló. A másik lehetőség pedig az acél talajcsavar mely számos előnnyel rendelkezik a betonnal szemben. Nem hagy semennyi hulladékot sem maga után, újrahasznosítható, illetve többször is alkalmazható. Emellett földmunkára sincs szükség, egyszerűen és gyorsan kivitelezhető és időjárásálló is. Nincs szükség vízszigetelésre, és az épület alja kellően át tud szellőzni. Ezért ezt a megoldást választottam az épületem alapozásául. A talajcsavarokba fa gerendák kerülnek elhelyezésre, melyekre hosszanti irányukra merőlegesen is kerül egy gerendaváz, ezáltal egy merev és stabil gerendaváz szerkezet jön létre, mely kiválóan tudja továbbítani az épület terheit a talajcsavarokra. A felső gerendaváz 5 centiméteres lapolással kapcsolódik az alatta lévő, rá merőlegesen elhelyezkedő gerendához, a merevebb kapcsolat miatt.

A gerendavázra egy 5 centiméter vastag fa pallóborítás kerül, csaphornyos kialakítással, a jobb együttműködés érdekében.

A falszerkezet kiválasztásánál, megvizsgáltam a vályogot, szalmát és a fát is, és a tanulságok levonása után döntöttem. A vályogfal jól gazdálkodik a párával, jól hangszigetel, az alapanyaga szinte mindenütt megtalálható a Földön és előállítása könnyű, de munkaigényes. Ezek mellett plusz hőszigetelésre is szükség van és a súlya is nagy.

A fából készülő házaknál pedig tanulmányoztam a borona, rönk és vázszerkezetes épületeket is. A rönk és a borona házak nagyon jó teherbírásúak, esztétikusak, fakapcsolatokat használnak a csatlakozások létrehozására, melyek nagyon stabilak és merevek. Viszont kialakításuk idő és munkaigényes, illetve szerkezetek építéséhez nagy mennyiségű fa kivágására van szükség, ami nem kedvez a környezetnek. A favázás építési mód ezzel szemben anyagtakarékosabb a fával és merev szerkezet is létrehozható. A vázkitöltő fal pedig többféle anyagból is készülhet, melyek lehetnek hőszigetelő anyagok is, kiváltva ezzel a plusz hőszigetelő réteg elhelyezését a falra. Ezek mellett többszintes épület is kialakítható belőle.

A szalma egy mezőgazdasági utótermék, melyet építési célra is fel lehet használni, többféle kialakítási móddal. Régebben teherhordó szalmafalás házakat készítettek,

később pedig elterjedtek a favázás szalmaházak, melyek stabilabbak és merevebbek. A ház terheit a faváz hordja, a szalma pedig a vázkitöltő fal szerepen kívül, merevít és hőszigetel is. A felsorolt előnyök miatt maradtam ennél a megoldásnál. A létraváz vízszintes és függőleges helyzetű pallókból áll, melyeknél a függőleges helyzetűeket fél méterenként, vízszintes lécekkel kötik össze. Ezek merevítik a falszerkezeteket. A fal alján fekvő pallók között pedig 5 centiméter kavicssterítést alkalmaznék, ami meggátolja, hogy a szalmafal esetleg lecsapódó párában álljon. Figyelmet kell fordítani a tűz, rovarok, gombák és rágcsálók elleni védelemre. Erre pedig a megoldás 3 rétegű, 4 cm vastag vályogtapasztás a falon belső és külső oldalról, mellyel ezek a problémák nagymértékben megoldásra kerülnek és a fal 90 percig ellen tud állni a tűznek. A faváz és a szalma kitöltő falazat elhelyezése után egy sűrű szövésű dróthálót kell rögzíteni, mert ez által a vakolat jobban tapad a falra, illetve a rágcsálók sem tudnak átmenni rajta. A vályogvakolatra pedig egy jutaszövet háló kerül, mely a repedések kiegyenlítése miatt szükséges. Erre a rétegre pedig 2 réteg mészvakolatot hordanak fel, majd pedig mészfestést. A vályog a nedvességnek nehezen áll ellen, viszont a párával jól gazdálkodik. Kültérben a vakolatot érő hatások ellen védekezni kell nagyobb tetőkieresztéssel, illetve a csapóesőtől, illetve a felfröcsögő esőtől is védeni kell, ezért ajánlott fél méterrel a talaj felett elkezdni a vályogvakolatot és a szalmát is. További védelmet az jelent, ha vékonyabb mészvakolatot hordanak fel erre a felületre, mivel a párával ez az anyag is jól gazdálkodik, illetve a nedvességnek is jobban ellen áll. Továbbá esztétikus megjelenést ad és penészesedés sem alakul ki rajta.

Az épület kialakításánál törekszem arra, hogy egy tökéletesen záró, termikus burkolt hozzak létre szalmabálából, ezért a födémszerkezetben is ezt használok. Vázszerkezete, pedig rácsos tartókból áll. Ez a rácsos szerkezet 2 gerendából és az azokat összekötő ferde fa rudakból áll, melyeket a szalmabálának megfelelő távolságban helyeznek el, ezért szabni is kevés bálát kell.

A födémszerkezetet szintén vályogtapasztással kell befedni alulról és felülről is, melynél a födém aljára egy deszkaborítás kerül, mely a szalmabálákat tartja és kétirányú stukatúrnád szövetet rögzítenek, a vakolat kedvezőbb tapadása érdekében.

Mivel könnyűszerkezetes épületről beszélünk, ezért a válaszfalak is ebből a szerkezetből készülnek. A vázrendszer vízszintes és függőleges fapallók képzik, melyet hőszigeteléssel töltenek ki. Több környezetbarát hőszigetelés is

rendelkezésre áll válaszfalak kitöltésére, én pedig a farost hőszigetelés mellett döntöttem, a jó páraháztartása miatt. Illetve a farost hőszigetelés, a fűrészelésnél keletkező hulladékból készül. A falra pedig vízszintes lécváz kerül két oldalról, melyre csiszolt keményfa lambéria kerül, csaphornyos kapcsolódással. A lambériából több típus is van, a keményfából készülő és csiszolt változat környezetbarátabb, mint a laminált kialakítású.

A vizes helyiségeknél, mint a fürdőben és a mosdóban parafa falburkolatot alkalmazok 5 mm vastagságban. Ezt egy deszkaalátétre ragasztanám rá, természetes gyantaragasztóval, melyre több lenolajréteget hordanék fel a vízlepergető hatás fokozása miatt.

A padlószerkezet a ház szerkezetet tartó, 5 cm vastag pallórol indulna, 5 cm vályogréteggel, amire szalmabála hőszigetelés kerülne, szintén 5 cm vályogtapasztással. A tapasztásra a tűzvédelem és rovarok rágcsálók elleni védelem miatt van szükség. A Ezután 10* 5 cm keresztmetszetű papucsfa kerülnek beépítésre 50 cm távolságonként, közötté vályogtapasztás kitöltéssel, mely hangszigetelő funkciót is ellát. Padlóburkolatként pedig újrahasznosított, hagyományos, szegezett csaphornyos parkettaburkolatot alkalmaznék halszállás kialakítással és alatta 2 cm vastag vakpadlóval beépítve. A fürdőszobában és wc-ben pedig parafa parketta burkolatot használnék a jó nedvességtűrő tulajdonsága miatt.

Nyílászáróknak pedig vörösfenyőből készülő, 3 rétegű hőszigetelt üvegezéssel ellátott ablakból és szintén vörösfenyőből készült ajtókat használnék kültéri és beltéri ajtóként is, mégpedig a környezetbarát tulajdonságuk miatt. A nyílászárók külső oldalán kiegészítő farost hőszigetelést alkalmazok a hőhidak csökkentése érdekében. A falsarkokat pedig legömbölyítve alakítanám ki a vakolatból, hogy ne repedezzenek meg és törjenek le.

A fedélszék típusa torokgerendás lenne, mivel a falak fesztávolságára ez a típus ajánlott, és a teherátadás is megoldható a az egyik főfalra, illetve a tornác mentén kialakított pillér-gerendavázra.

Az épület héjszerkezetének kialakítása dupla állókorcos fémlemezfedéssel történne, kis önsúlya és anyagának újrahasznosíthatósága miatt, melynél a szarufára csaphoronnyal kapcsolódó deszkaborítás kerül, melyre merőlegesen, 5*5 cm keresztmetszetű lécváz kerül beépítésre. Ez alá egy páraáteresztő alátéthéjazatot helyeznek el. A be és kiszellőzés a lécek között van kialakítva, melyre szintén egy rá merőleges deszkaborítás kerül, amely a fémlemezfedésnek az aljzatául szolgál.

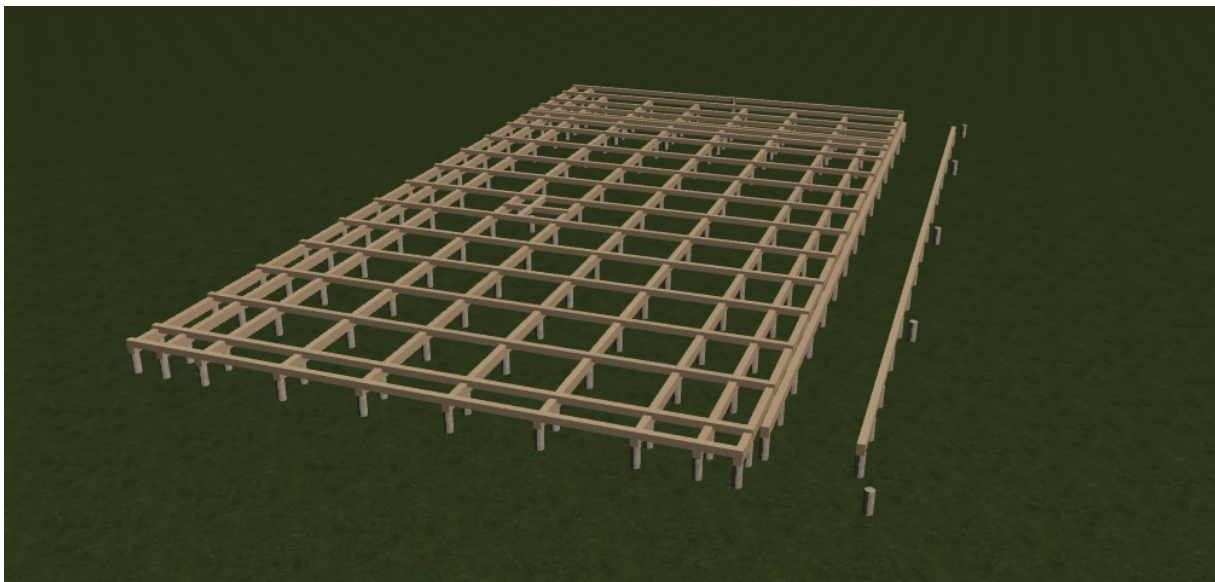
A ház fűtése levegő- víz hőcserélővel lenne megoldva, mely nem szennyezi a környezetet, lapradiátoros rendszerrel, melynek a csövei a fal előtt futnak. A hőcserélő, a fűtés mellett a ház meleg víz ellátását megoldja. Tehát a beltéri egység a gépészeti helyiségben kerülne elhelyezésre, mely alatt a puffer tartály is helyet kap. Ez esetben a tartály súlya miatt, ezen a területen több talajcsavart építenék be és a szalmabálák közé egy erősítő favázat. Emellett zárt égésterű fém kandallót helyeznék el a nappaliban, teraszon pedig grillsütőt, melyeket egy fém kéménnyel kötnék össze. A kémény 20 cm belső átmérőjű, ásványgyapottal hőszigetelt fém kémény. A tornácon lévő korlát szintén fából lenne, ahogy a falépcső is, mely pofapallós megoldással lenne kialakítva és a fok elemek csaphornyosan csatlakoznának.

4.3. Az ház építésének menete

Az épület építése az alapozással indul, mely során a talajcsavarokat behajtják a földbe. Ezután a fa gerendarácsot helyezik el rájuk, melyre a fa pallóborítás kerül. A falak létraváza és a tornác mentén lévő pillér gerendaváz is elkészül. Majd a földem faváza, és a tetőszerkezet fedélszékének megépítése következik. Aztán a héjszerkezet kialakítása jön. Ezután a falakat kitöltik a szalmabálákkal, majd a földemet is. Elhelyezik a nyílászárókat, a kiegészítő hőszigetelésekkel együtt. Ezután a falra rögzítik sűrű szövésű dróthálót, majd 3 rétegben felhordják a vályogvakolatot. Következik a jutaszövet elhelyezése, majd a 2 réteg mészvakolat, majd mészfesték felhordása. Ezt követi a belső válaszfalak megépítése, falburkolat elhelyezése. Megépítik a padló szerkezetet, majd pedig a földem aljára rögzítik a stukatúr nádat és bevakolják, majd bemeszelik. Az építés folyamatát a következőkben egy- pár folyamatábrával szemléltetném (162. ábra, 163. ábra, 164. ábra, 165. ábra, 166. ábra, 167. ábra, 168. ábra, 169. ábra, 170. ábra, 171. ábra).



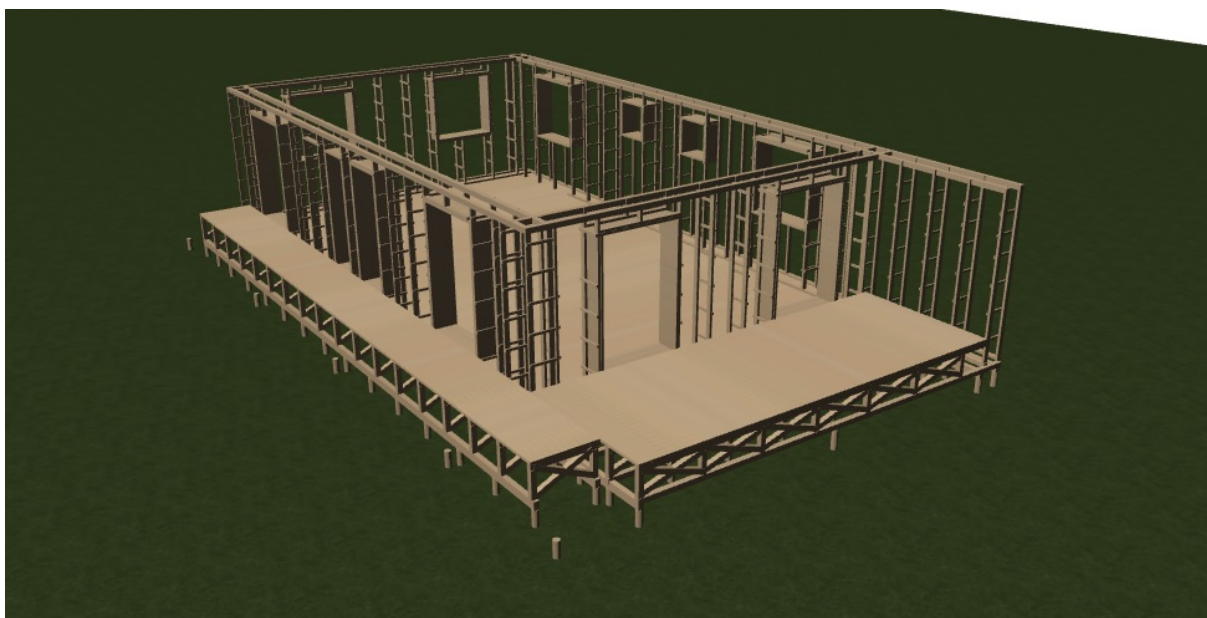
162. ábra
Tervezett családi ház: talajcsavaros alapozás



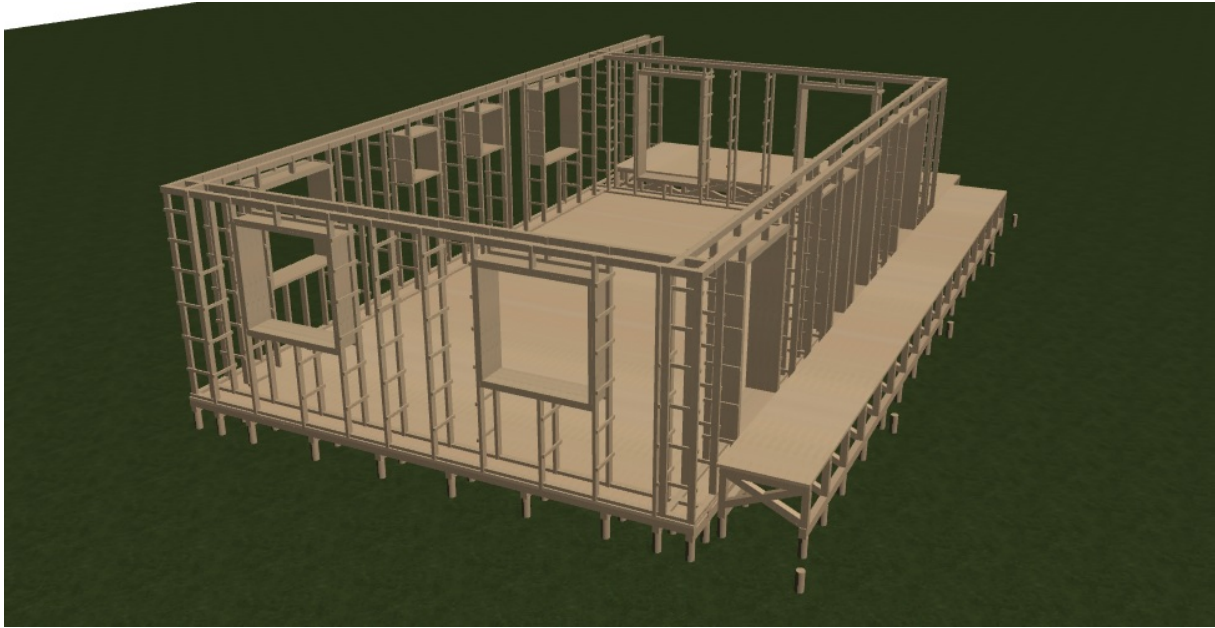
163. ábra
Tervezett családi ház: alapozást összekötő gerendarács



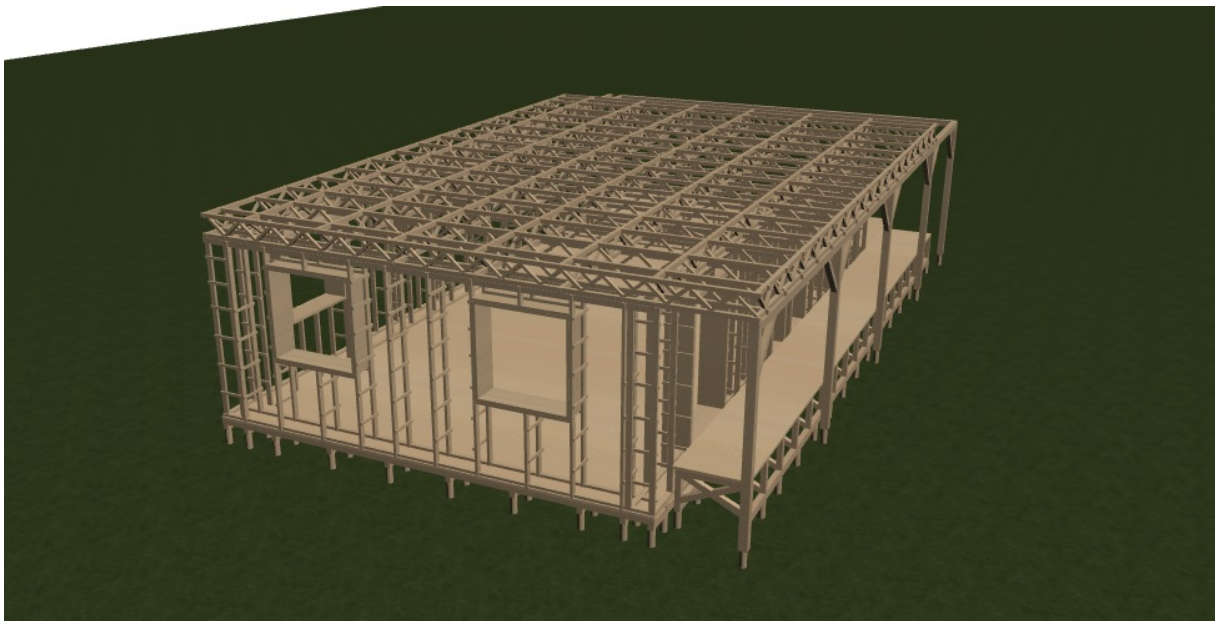
164. ábra
Tervezett családi ház: gerendarács pallóborítása



165. ábra
Tervezett családi ház: létravázas falszerkezet, tornác és terasz faváza és pallóborítása, délkeleti nézet



166. ábra
Tervezett családi ház: létravázas falszerkezet, tornác és terasz faváza és pallóborítása, délnyugati nézet



167. ábra
Tervezett családi ház: rácsos tartós födémváz



168. ábra
Tervezett családi ház: torokgerendás fedélszerkezet



169. ábra
Tervezett családi ház: tető héjszerkezet kialakítás közben



170. ábra
Tervezett családi ház: délnyugati látványterv



171. ábra
Tervezett családi ház: délkeleti látványterv

5. ÖSSZEGZÉS

Szakedolgozatom koncepciója az, hogy egy olyan házat hozzak létre, mely amellet, hogy nagyon kismértékben hagy maga után ökológiai lábnyomot, olyan anyagokból készüljön, melyek egy idő után lebomlanak és visszaforgathatók a természetbe, vagy újrahasznosíthatóak. Ezért a kutató munkám során felvázoltam azokat az anyagokat, melyekre e tulajdonságok közül valamelyik igaz. A vizsgált anyagok mindegyikénél levontam a következtetéseket olyan módon, hogy megvizsgáltam az előnyeit és a hátrányait. Továbbá, hogy az adott anyag vagy szerkezet építőipari felhasználása, miért lehet előnyös számunkra. Ezek alapján ki tudtam választani azokat az anyagokat, melyeket fel szeretnék használni az épületemben. A célom az, hogy a tervezett háznak, a rendeltetésének lejárta után, az anyagok nagy része a természetbe visszaforgatható, vagy újrahasznosítható legyen. Az alapozásnál használt talajcsavarok eltávolításával és egy másik épületnél való felhasználásával, vagy pedig anyaguk beolvasztásával és újrahasznosításával, az alapozás ökológiai lábnyoma nagyon kicsinek tekinthető, a többi alapozási móddal szemben. Az építési terület felhasználható újabb építési célokra, illetve arra is, hogy növényeket telepítsenek ide, segítve ezzel a környezetvédelmet.

Mindezek után, ez a téma úgy gondolom számos kérdést felvet bennünk. Melyek közül az első, hogy az emberiség eljut-e valaha arra a szintre, hogy nagyobb számban ráébred, valamit tennünk kell azért, hogy a bolygónkat megmentjük a globális felmelegedéstől és a semmire sem használható szeméthegeyektől, hogy az utódaink ne kínszenvedések között nőjenek fel. Az élet minden területén hozhatunk változásokat azért, hogy tegyünk a klímaváltozás ellen. Azzal pedig, hogy környezetbarát épületeket, családi házakat építünk, csak kismértékben, de hozzájárulunk ehhez a változáshoz. Vajon eljön-e az a pillanat, mikor már annyi ember lesz a földön, hogy a nyersanyagainkat és az azokból készített építőanyagokat oly mértékben kiaknázzuk, hogy más megoldásokhoz kell folyamodnunk, hogy házakat építsünk. Pedig olykor a megoldás egyszerűbb, mint gondolnánk. Mindenesetre e kérdésekre a válasz csak rajtunk múlik, ahogyan a bolygónk jövője is.

JEGYZÉKEK

Ábrajegyzék

1. ábra Az ökológiai lábnyom.....5
Forrás: <http://www.fna.hu/mittehetsz/okolabnyom>
Letöltés dátuma: 2019.12.11.
2. ábra A globális felmelegedés hatása.....8
Forrás:<https://ipon.hu/magazin/cikk/egyelore-nem-sokat-tettunk-a-globalis-felmelegedes-lassitasaert>
Letöltés dátuma: 2019.12.11.
3. ábra Szelektív hulladék gyűjtés.....8
Forrás: <http://sihu.hu.com/2019/09/elindul-a-szelektiv-hulladekgyujtes/>
Letöltés dátuma: 2019.12.11.
4. ábra Megújuló energiaforrások.....9
Forrás:<https://e-cars.hu/2017/06/26/energi hivatal-ket-es-felszeresere-nohet-a-megujulo-energiaforrasbol-szarmazo-villamosenergia-termeles-magyarorszagon/>
Letöltés dátuma: 2019.12.11.
5. ábra Gízai piramisok.....10
Forrás: <https://24.hu/tudomany/2017/09/25/mar-sejtheto-hogy-mikent-epultek-a-gizai-piramisok/>
Letöltés dátuma: 2019.12.11.
6. ábra Középkori kővár.....11
Forrás: <https://youtu.be/H-FdIPQLPfl>
Letöltés dátuma:2019.12.11.

7. ábra Fachwerkhaus.....	12
<u>Forrás:</u> https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Alfter_Fachwerkhaus_Hertersplatz_13_(01).png	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
8. ábra Farnsworth ház.....	13
<u>Forrás:</u> http://blog.otherside.hu/viz-alatt-a-farnsworth-haz/	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
9. ábra: Környezetbarát építőanyagok.....	13
<u>Forrás:</u> https://kreativlakas.com/hoszigetelo-anyagok/szalmabala-tortenete-tulajdonsagai-es-alkalmazasa/	
http://www.toepites.hu/vizinovenyek/nad	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11	
10. ábra Kétszintes szalma lakóház Írországban.....	17
<u>Forrás:</u> Gernot Minke-Benjamin Krick: Szalmabála építés, Cser kiadó, Budapest, 2012, 7. oldal	
11. ábra Favázás szalmapanel.....	18
<u>Forrás:</u> http://www.joterv.hu/2014/10/18/fenntarthato-epiteszet-szalma-hoszigetelo-falazat/	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
12. ábra Szalmatömörítési módok.....	21
<u>Forrás:</u> Gernot Minke-Benjamin Krick: Szalmabála építés, Cser kiadó, Budapest, 2012, 55. oldal	
13. ábra Szalmafal fa koszorúja.....	21
<u>Forrás:</u> Gernot Minke-Benjamin Krick: Szalmabála építés, Cser kiadó, Budapest, 2012, 74. oldal	

14. ábra Teherhordó szalmafal száraz építéstechnológiája.....	22
<u>Forrás:</u> Gernot Minke-Benjamin Krick: Szalmabála építés, Cser kiadó, Budapest, 2012, 54. oldal	
15. ábra Fal és földémváz csatlakozása.....	22
<u>Forrás:</u> Medgyasszay Péter-Novák Ágnes: Föld és szalmaépítészet,TERC kiadó, Budapest, 2006, 81. oldal	
16. ábra Létravázás szalmafal.....	23
<u>Forrás:</u> Gernot Minke-Benjamin Krick: Szalmabála építés, Cser kiadó, Budapest, 2012, 73. oldal	
17. ábra Szalmafal merevítési megoldások.....	24
<u>Forrás:</u> Gernot Minke-Benjamin Krick: Szalmabála építés, Cser kiadó, Budapest, 2012, 73. oldal	
18. ábra További szalmafal merevítési megoldások.....	24
<u>Forrás:</u> Gernot Minke-Benjamin Krick: Szalmabála építés, Cser kiadó, Budapest, 2012, 72. oldal	
19. ábra Tartóváz elhelyezési pozíciók a szalmafalban.....	25
<u>Forrás:</u> Gernot Minke-Benjamin Krick: Szalmabála építés, Cser kiadó, Budapest, 2012, 56. oldal	
20. ábra Szalmabála elhelyezési pozíciók.....	26
<u>Forrás:</u> Gernot Minke-Benjamin Krick: Szalmabála építés, Cser kiadó, Budapest, 2012, 72. oldal	
21. ábra Szalma falpanel vályogtapasztása.....	27
<u>Forrás:</u> <u>Forrás:</u> Gernot Minke-Benjamin Krick: Szalmabála építés, Cser kiadó, Budapest, 2012, 165. oldal	

22. ábra Szalma falpanel kialakítása.....27
Forrás: Forrás: Gernot Minke-Benjamin Krick: Szalmabála építés, Cser kiadó, Budapest, 2012, 120. oldal
23. ábra Favázás szalmabála homlokzati hőszigetelés.....29
Forrás:<https://www.igylakunk.hu/pincetol-a-padlasig/epuletszerkezetek/hoszigetelesek>
Letöltés dátuma: 2019.12.11.
24. ábra Lábakra állított szalmabála ház.....30
Forrás: Medgyasszay Péter-Novák Ágnes: Föld és szalmaépítészet,TERC kiadó, Budapest, 2006, 103. oldal
25. ábra Gumiabroncsba töltött betonlábazat.....31
Forrás: Forrás: Gernot Minke-Benjamin Krick: Szalmabála építés, Cser kiadó, Budapest, 2012, 69. oldal
26. ábra Könnyűvályog elemekkel hőszigetelt fafödém.....32
Forrás: Medgyasszay Péter-Novák Ágnes: Föld és szalmaépítészet,TERC kiadó, Budapest, 2006, 83. oldal
27. ábra Favázás, szalma födémpanel.....33
Forrás: Forrás: Gernot Minke-Benjamin Krick: Szalmabála építés, Cser kiadó, Budapest, 2012, 157. oldal
28. ábra Szalmabála tetőszigetelés.....33
Forrás: Forrás: Gernot Minke-Benjamin Krick: Szalmabála építés, Cser kiadó, Budapest, 2012, 61. oldal
29. ábra Szalma vázkitöltéses kupola.....35
Forrás: Forrás: Gernot Minke-Benjamin Krick: Szalmabála építés, Cser kiadó, Budapest, 2012, 58. oldal

30. ábra Nádszövet erősítés.....	36
<u>Forrás:</u> <u>Forrás:</u> Gernot Minke-Benjamin Krick: Szalmabála építés, Cser kiadó, Budapest, 2012, 81. oldal	
31. ábra Óslakosok nádházai.....	38
<u>Forrás:</u> http://www.erdekesvilag.hu/nadszigetek-a-titicaca-tavon/	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
32. ábra Nádból készült sátorház.....	38
<u>Forrás:</u> https://mek.oszk.hu/02100/02115/html/4-383.html	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
33. ábra sövényfalú-nádtetős ház.....	39
<u>Forrás:</u> https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/magyar-neprajzi-lexikon/ch20.html	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
34. ábra Nádtetős ház.....	39
<u>Forrás:</u> https://sokszinuvidek.24.hu/kertunk-portank/2017/05/02/aludtal-mar-nadtetos-haz-alatt-10-meggyozo-erv-amiert-erdemes/	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
35. ábra A nádtető elhasználódása.....	41
<u>Forrás:</u> saját fotó	
36. ábra A nád előfordulási helyszíne.....	42
<u>Forrás:</u> saját fotó	
37. ábra A nád bugás virága.....	42
<u>Forrás:</u> saját fotó	
38. ábra Nádtető.....	42
<u>Forrás:</u> https://kreativlakas.com/nadfedes/a-nadfedes-elonyei-hatranyai-es-koltsegei/	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	

39. ábra A nádfedés felülete.....	43
<u>Forrás:</u> https://kreativlakas.com/hoszigetelo-anyagok/nadlemez-tortenete-alkalmazasa-es-tulajdonsagai/	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
40. ábra A nádfedés felsőréttegének elhasználódása.....	44
<u>Forrás:</u> saját fotó	
41. ábra A nádtető karbantartása.....	44
<u>Forrás:</u> https://kreativlakas.com/nadfedes/nadtetok-karbantartasa/	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
42. ábra Sövényfal.....	45
<u>Forrás:</u> http://www.sze.hu/~koti/2015%F5sz/N%E9pi%E9p/B2_Falak-K2.pdf	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
43. ábra Nádpalló.....	46
<u>Forrás:</u> http://www.tuzifapalota.hu/nad.html	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
44. ábra Nádpalló homlokzati hőszigetelés.....	46
<u>Forrás:</u> https://www.igylakunk.hu/pincetol-a-padlasig/epuletszerkezetek/hoszigetelesek	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
45. ábra Nád kültéri burkolat.....	47
<u>Forrás:</u> http://vaskarika.hu/hirek/reszletek/14355/artkazaral_hagyomanyorzo_kortars_magyar_haz_a_vilag_elvonalaban/	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
46. ábra Nádszövet.....	47
<u>Forrás:</u> https://www.kosarfutar.hu/Arnyekolo-nadszovet-100x600?gclid=CjwKCAiAxMLvBRBNEiwAKhr-nE8hhVfI0oPxJo2ILXuu0N93xiidMGr-eM_enp07H23paYnTx1vDAXoC99oQAvD_BwE	

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

47. ábra Stukatúrnád erősítés a földemen.....48

Forrás: <https://kreativlakas.com/hazak-es-lakasok-felujitasa/mennyezetek-burkolatai-javitasa-es-ujravakolasa/>

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

48. ábra Nádszövet borítás pavilonnál.....48

Forrás: saját fotó

49. ábra Nádszövet kerítés.....49

Forrás: <https://hangakerteszet.109.hu/?aid=622252&kid=2881>

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

50. ábra Catal Hüyüki vályog lakóházak.....50

Forrás: <https://moly.hu/enciklopedia/catal-huyuk>

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

51. ábra Honfoglalás kori veremház.....51

Forrás: <https://szikmblog.wordpress.com/2014/10/12/se-ajto-se-ablak-kiserlet-egy-arpad-kori-hazreszlet-rekonstrukciojara/>

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

52. ábra Rakott fal készítése.....57

Forrás: http://www.sze.hu/~koti/2015%F5sz/N%E9pi%E9p/B2_Falak-K2.pdf

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

53. ábra Kalodás zsaluzási mód.....59

Forrás: http://www.sze.hu/~koti/2015%F5sz/N%E9pi%E9p/B2_Falak-K2.pdf

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

54. ábra Kalodás zsaluzat.....60

Forrás: <http://www.hazunktaja.hu/2013/05/az-udvar-2.html>

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

55. ábra Oszlopos zsaluzatú vert fal.....	61
<u>Forrás:</u> http://www.mgepitesz.hu/tortenet	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
56. ábra Vályogtéglá fal.....	62
<u>Forrás:</u> http://www.mgepitesz.hu/tortenet	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
57. ábra Kézi gyártású vályogtéglá.....	63
<u>Forrás:</u> https://www.lagomhome.studio/single-post/2018/08/29/Milyen-h%C3%A1zat-%C3%A9p%C3%ADtsek---A-t%C3%A9gla	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
58. ábra Vályogvető formák.....	64
<u>Forrás:</u> http://www.mgepitesz.hu/tortenet	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
59. ábra Szupervályog ház kupola.....	65
<u>Forrás:</u> https://sokszinuidek.24.hu/kertunk-portank/2016/03/03/megepulhetnek-az-első-bubos-okohazak-magyarorszagon/	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
60. ábra Szupervályog ház nyílásképzése.....	66
<u>Forrás:</u> http://www.szupervalyog.com/regi-oldalak/szivarvany-haz-projekt	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
61. ábra Szupervályogház illeszkedése.....	67
<u>Forrás:</u> https://patony.wordpress.com/2011/03/25/szupervalyog-hu-valyogbol-hazat-epiteni-az-egy-erdekes-dolog-persze-ha-meg-vallalkozok-is-segitenek-akkor-konnyebben-lehet-realitas/	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	

62. ábra Talpas- vázas sövényfal.....	68
<u>Forrás:</u> http://valyog.uw.hu/c9.htm	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
63. ábra Karóvázas sövényfal.....	68
<u>Forrás:</u> https://docplayer.hu/15473623-Magyar-nepi-epiteszet-falszerkezetek.html	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
64. ábra Lécek közé rakott fal.....	69
<u>Forrás:</u> https://docplayer.hu/104751162-Magyar-nepi-epiteszet-falszerkezetek.html	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
65. ábra Gömölye fal.....	70
<u>Forrás:</u> https://docplayer.hu/15473623-Magyar-nepi-epiteszet-falszerkezetek.html	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
66. ábra Tekercsfal.....	70
<u>Forrás:</u> https://docplayer.hu/15473623-Magyar-nepi-epiteszet-falszerkezetek.html	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
67. ábra Gyári vályogtégla.....	70
<u>Forrás:</u> https://naturicagroup.hu/portfolio-item/valyogteglak/	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
68. ábra Vályogvakolat.....	73
<u>Forrás:</u> http://www.csaladihaztervezes.hu/Nyito/valyogvakolat,-a-termeszetes-epitoanyag	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
69. ábra Stonehenge.....	75
<u>Forrás:</u> https://en.wikipedia.org/wiki/Stonehenge	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	

70. ábra Szfinx.....	76
<u>Forrás:</u> https://24.hu/tudomany/2019/03/30/hova-tunt-a-nagy-szfinx-orra/	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
71. ábra Középkori kővár.....	76
<u>Forrás:</u> https://mindenamieger.blogspot.com/2017/11/a-kozepkori-eger-varosreszei-eloadas.html	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
72. ábra Kőalapozás.....	78
<u>Forrás:</u> Bársony István: Magasépítéstan I., Szega Books KFT., Pécs, 2013, 28. oldal	
73. ábra: Megmunkálás nélküli és kevésbé megmunkált nem réteges kőfal (ciklopfal)	78
<u>Forrás:</u> Bársony István: Magasépítéstan I., Szega Books KFT., Pécs, 2013, 87. oldal	
74. ábra: 3. ,2. és 1. osztályú réteges falak.....	79
<u>Forrás:</u> Bársony István: Magasépítéstan I., Szega Books KFT., Pécs, 2013, 88. oldal	
75. ábra: Építőkövek egymáshoz való csatlakozása.....	80
<u>Forrás:</u> Bársony István: Magasépítéstan I., Szega Books KFT., Pécs, 2013, 91. oldal	
76. ábra Vegyes falazatok.....	80
<u>Forrás:</u> Bársony István: Magasépítéstan I., Szega Books KFT., Pécs, 2013, 116. oldal	
77. ábra: Szegmens és félköríves és csúcsíves boltozatok.....	81
<u>Forrás:</u> Bársony István: Magasépítéstan I., Szega Books KFT., Pécs, 2013, 212-213. oldal	
78. ábra Tömlépcső.....	81
<u>Forrás:</u> Bársony István: Magasépítéstan I., Szega Books KFT., Pécs, 2013, 303. oldal	
79. ábra Ék alakú lépcsőfokok.....	82
<u>Forrás:</u> Bársony István: Magasépítéstan I., Szega Books KFT., Pécs, 2013, 303. oldal	

80. ábra Fallal gyámolított műkö lépcső.....	82
<u>Forrás:</u> Bársony István: Magasépítéstan I., Szega Books KFT., Pécs, 2013, 303. oldal	
81. ábra Acélgerendával gyámolított lépcső.....	83
<u>Forrás:</u> Bársony István: Magasépítéstan I., Szega Books KFT., Pécs, 2013, 304. oldal	
82. ábra Kő falburkolat.....	83
<u>Forrás:</u> https://www.facentrum.hu/termek/koburkolatok/	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
83. ábra Az égetett agyagtéglák változatai.....	85
<u>Forrás:</u> Bársony István: Magasépítéstan I., Szega Books KFT., Pécs, 2013, 103. oldal	
84. ábra Téglalapozás.....	87
<u>Forrás:</u> Bársony István: Magasépítéstan I., Szega Books KFT., Pécs, 2013, 28. oldal	
85. ábra Szigetelést tartó fal.....	87
<u>Forrás:</u> https://kreativlakas.com/magasepiteszet/szerkezeti-reszletek-csomopontok-talajviznyomas-elleni-szigetelesnel/	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
86. ábra Szigetelést védő fal.....	87
<u>Forrás:</u> https://kreativlakas.com/magasepiteszet/falszerkezetek-osztalyozasa/	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
87. ábra Futó és kötő helyzetű téglák.....	88
<u>Forrás:</u> https://kreativlakas.com/magasepiteszet/tomor-es-ureges-egedett-teglabol-keszulo-falak-teglakotesek-retegei-szabalyai/	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
88. ábra 1 téglalap, 1,5 téglalap és 2 téglalap vastag fal.....	89

Forrás: Bársony István: Magasépítéstan I., Szega Books KFT., Pécs, 2013, 94. oldal

89. ábra: Kisméretű téglaszlop és pillér.....90

Forrás: Bársony István: Magasépítéstan I., Szega Books KFT., Pécs, 2013, 136. oldal

90. ábra Poroszsüveg födém.....90

Forrás:<https://kreativlakas.com/hazfelujitasi-tanacsok/tetoter-beepites/padlasfodemek-padloburkolatok-falfodemek/>

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

91. ábra: Egyenes, íves és szegmensívű boltövek.....91

Forrás:<https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/epiteszet/az-epitestan-alapjai/boltovek/boltovek-anyagai>
<http://kohazak.uw.hu/g3.htm>

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

92. ábra Kisméretű téglaboltozat.....91

Forrás:<https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/epiteszet/az-epitestan-alapjai/boltozatok-csoportositasa-rendeltetese-anyagai-es-szerkezeti-megoldasai/boltozatok-csoportjai>

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

93. ábra Kisméretű téglakémény.....92

Forrás:https://forum.index.hu/Article/showArticle?na_order=&na_start=1280&na_step=30&t=9114615

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

94. ábra Téglahomlokzatburkolat.....92

Forrás: <http://www.tegladekor.com/>

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

95. ábra: Hódfarkú és hornyolt cserépfedés.....93

Forrás:<https://www.creaton.hu/hu-hu/termekek/keramia-tetocserep/klassik-kerekvagasu-tetocserep>

<http://www.epitoanyagkereskedes.hu/tondach/hornyolt.html>

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

96. ábra Fachwerkhaus.....94

Forrás:<https://www.hausbau-portal.net/hausbau-katalog-service/fertighaus-massivhaus-holzhaus/fachwerkhaus.html>

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

97. ábra Léc.....96

Forrás: <https://www.obi.hu/fureszaru/lec-duglaszfenyo-nyers-fureszaru-32-mm-x-48-mm-x-4000-mm/p/3717048>

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

98. ábra Deszka.....97

Forrás: <https://bbteto.hu/termek/deszka-25x250-6m-ig/>

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

99. ábra Palló.....97

Forrás: <http://www.alfatelep.hu/termek/520-4m/>

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

100. ábra Gerenda.....98

Forrás: <http://www.alfatelep.hu/termek/1212-5m/>

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

101. ábra Rétegelt szálforgács tartó és a Kompozit I tartó.....98

Forrás: <https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/faepites-faepites/ch12s06.html>
http://gt3.bme.hu/wp-content/uploads/2016/06/ATFT_eloadas16.pdf

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

102. ábra Furnérlemez és OSB lap.....99

Forrás: <https://nemet-magyar.webnode.hu/fa-alapanyagok-furnerlemez-farost-lemez-osb-lap-/>

<https://borzsatuszep.109.hu/?aid=618875&kid=11325>

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

103. ábra Rétegelt- ragasztott fa szelvények.....99

Forrás:https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_529_03_Mernoki_faszerkezetek_I/ch08.html

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

104. ábra Rétegelt ragasztott falemez.....99

Forrás: <https://faipar.hu/hirek/alapanyag/7897/cltxlt>

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

105. ábra Fabeton falazóelem..... 100

Forrás: http://www.fabetker.hu/webpage/Falazo_elemek

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

106. ábra Állószék nélküli fedélszék..... 100

Forrás:<https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/epiteszet/az-epitestanalapjai/fedelszerkezetek/fedelszektipusok>

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

107. ábra Torokgerendás fedélszék..... 101

Forrás:http://bmeeokepito-cd.bmeeok.hu/CD/Szakir%C3%A1nyos/Vasbeton_II/002_Fedelszek/002_Fedelszek_172.pdf

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

108. ábra Egy állószékes fedélszék..... 102

Forrás: <http://galgoczi.net/anyagok/Acs-allvanyozo%20feladat%200459.pdf>

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

109. ábra Két állószékes fedélszék..... 102

Forrás:<https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/epiteszet/az-epitestanalapjai/fedelszerkezetek/fedelszektipusok>

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

110. ábra Három állószékes fedélszék.....103

Forrás: Bársony István-Schiszler Attila-Walter Péter: Magasépítéstan II., Szega Books KFT., Pécs, 2008, 42. oldal

111. ábra Dúlszékes fedélszék.....104

Forrás: <http://dacsac.ro-gk.ru/torokgerenda/>

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

112. ábra Bakdúcos fedélszék.....104

Forrás:<https://kreativlakas.com/hazfelujitasi-tanacsok/tetoter-beepites/fedelszerkezetek-fedelszekek/>

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

113. ábra Manzárd tető.....105

Forrás: Bársony István-Schiszler Attila-Walter Péter: Magasépítéstan II., Szega Books KFT., Pécs, 2008, 45. oldal

114. ábra Függesztő-feszítőműves fedélszék.....106

Forrás: Bársony István-Schiszler Attila-Walter Péter: Magasépítéstan II., Szega Books KFT., Pécs, 2008, 64. oldal

115. ábra Rácsos fedélszerkezet.....107

Forrás: Bársony István-Schiszler Attila-Walter Péter: Magasépítéstan II., Szega Books KFT., Pécs, 2008, 65. oldal

116. ábra Csapos gerenda födém.....108

Forrás: <https://kreativlakas.com/epitesi-ismeretek/a-fodemek-fajtai/>

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

117. ábra Pórfödém.....108

Forrás:<https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/epiteszet/az-epitestan-alapjai/fafodemek/fafodem-rendszerei>

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

118. ábra Szalmapólyás födém..... 109

Forrás:<https://kreativlakas.com/magasepiteszet/fafodemek-es-szerkezeti-kialakitasuk/>

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

119. ábra Borított gerendás födém..... 109

Forrás:<https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/epiteszet/az-epitestan-alapjai/fafodemek/fafodem-rendszerei>

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

120. ábra Deszkabéléses födém..... 110

Forrás:<https://kreativlakas.com/magasepiteszet/fafodemek-es-szerkezeti-kialakitasuk/>

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

121. ábra Borított gerendás födémek „I” és négyszög szelvényekből..... 110

Forrás:<https://kreativlakas.com/magasepiteszet/fafodemek-es-szerkezeti-kialakitasuk/>

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

122. ábra Pallóvázás födém..... 111

Forrás:https://docplayer.hu/26108983-Epitomernok-magasepitesztan-i-kidolgozott-vizsgakerdessor-m-huszar.html_

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

123. ábra Mestergerendás födém..... 111

Forrás: <https://hu.pinterest.com/pin/680043612455346147/?lp=true>

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

124. ábra Rácsos födém szerkezet..... 111

Forrás: <https://faipar.hu/cikkek/faszerkezet/7929/kemenyfacsapos-acsszerkezetek>

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

125. ábra Hajópadló.....	112
<u>Forrás:</u> http://www.fa-kerkft.hu/borovi-hajopadlo-a-kituno-valasztas/	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
126. ábra Svédpadló.....	112
<u>Forrás:</u> https://parkettabirodalom.hu/termek/provence-antique-tolgy-svedpadlo/	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
127. ábra hagyományos,csaphornyos, szegezett parketta.....	113
<u>Forrás:</u> https://parkettabirodalom.hu/termek/tolgy-markant-lamella-parketta/	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
128. ábra Mozaik parketta.....	113
<u>Forrás:</u> http://egyediparketta.hu/parketta_felujitas.html	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
129. ábra Szalagparketta.....	113
<u>Forrás:</u> https://www.parkettaexpress.hu/termeklista/szalagparkettak/szalagparketta-tolgy-trend-cocoa-3-soros.html	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
130. ábra Intarzia parketta.....	114
<u>Forrás:</u> http://www.parkettabolt.hu/intarzias_parketta/parketta_intarzia_2_	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
131. ábra Ipari parketta.....	114
<u>Forrás:</u> https://www.matraparkett.hu/parkettak/elkotegelt	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
132. ábra Parafa parketta.....	114
<u>Forrás:</u> https://www.parkettaexpress.hu/webaruhaz/parafa-burkolatok/parafa-padlo.html	

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

133. ábra Laminált parketta..... 115

Forrás: <https://csepelparkett.hu/termek/kronotex-aqua-robusto-p1204-vizallo-laminalt-padlo/>

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

134. ábra Lambéria burkolat..... 116

Forrás: <https://www.obi.hu/epitesi-faaruk/lamberia/c/1824>

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

135. ábra Deszka falburkolat..... 116

Forrás: <http://www.robiniagroup.hu/kulteri-homlokzatok-akacfabol.html>

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

136. ábra Táblás fa falburkolat..... 116

Forrás: <http://www.csaladhaztervezes.hu/Nyito/tablas-homlokzati-burkolat>

Letöltés dátuma: 2019.12.11.

137. ábra: Pallótokos, egyrétegű gerébtokos, és kapcsolt gerébtokos ablak..... 117

Forrás: Forrás: Bársony István-Schiszler Attila-Walter Péter: Magasépítéstan II., Szega Books KFT., Pécs, 2008, 211-212. oldal

138. ábra Egyesített gerébtokos ablak..... 118

Forrás: Forrás: Bársony István-Schiszler Attila-Walter Péter: Magasépítéstan II., Szega Books KFT., Pécs, 2008, 212. oldal

139. ábra: Korszerű, 3 rétegű, hőszigetelt üvegezésű fa ablak..... 118

Forrás: Forrás: Bársony István-Schiszler Attila-Walter Péter: Magasépítéstan II., Szega Books KFT., Pécs, 2008, 213. oldal

<https://fanyilaszaro-miskolc.109.hu/?p=6166&onev=nyilaszaro-profil--lapella-iv90-44>

Letöltés dátuma:2019.12.11.

140. ábra: Gerébtokos és hevedertokos ajtó.....	119
<u>Forrás:</u> Forrás: Bársony István-Schiszler Attila-Walter Péter: Magasépítéstan II., Szega Books KFT., Pécs, 2008, 219. oldal	
141. ábra Korszerű bejárati fa ajtó.....	119
<u>Forrás:</u> Forrás: Bársony István-Schiszler Attila-Walter Péter: Magasépítéstan II., Szega Books KFT., Pécs, 2008, 220. oldal	
142. ábra Könnyűszerkezetes fal.....	120
<u>Forrás:</u> https://kreativlakas.com/magasepiteszet/konnyuszerkezetes-epitesi-mod/	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
143. ábra Falépcső kialakítási módok.....	121
<u>Forrás:</u> https://famunka.hu/hu/falepcso/onhordo-lepcso	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
144. ábra: Rönkház és Gerendaház.....	122
<u>Forrás:</u> https://kuckoguru.eu/ronkhaz-tippek/	
https://www.platanplan.hu/referenciak/gerendahazak/egyszeru-gerendahaz-alpesi-lucfenyobol	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
145. ábra Nyílászáró kialakítása rönkházban.....	122
<u>Forrás:</u> http://www.ronkhaz.com/index.php?lang=hun&menu=epitkezes	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
146. ábra Gyapjú hőszigetelés.....	126
<u>Forrás:</u> https://egeszsegesotthon.blog.hu/2011/11/20/termeszetes_hoszigetelek	
<u>Letöltés dátuma:</u> 2019.12.11.	
147. ábra Lenrost hőszigetelés.....	126

Forrás:<https://kreativlakas.com/hoszigetelo-anyagok/lenrost-hoszigetelesre-tulajdonsagai/>

Letöltés dátuma:2019.12.11.

148. ábra Kender hőszigetelés.....126

Forrás: <https://www.naturillo.hu/termek/th-premium-kender-szigetelotekercs>

Letöltés dátuma:2019.12.11.

149. ábra Cellulóz hőszigetelés.....126

Forrás: https://holnaphaz.blog.hu/2012/04/26/melyiket_valasszam_2

Letöltés dátuma:2019.12.11.

150. ábra Kukoricaszár hőszigetelés.....127

Forrás:<https://kreativlakas.com/hoszigetelo-anyagok/kukoricaszar-blokk-hoszigetelesre/>

Letöltés dátuma:2019.12.11.

151. ábra Parafa hőszigetelés.....127

Forrás: <http://parafatermek.hu/szigeteloanyagok/index.php>

Letöltés dátuma:2019.12.11.

152. ábra Farost hőszigetelés.....128

Forrás: <https://isoker.109.hu/?aid=511102&kid=12724>

Letöltés dátuma:2019.12.11.

153. ábra A talajcsavar alkalmazása eltérő szerkezetű talajokban.....129

Forrás: <https://talajcsavar.hu/talajcsavar>

Letöltés dátuma:2019.12.11.

154. ábra U befogással rendelkező talajcsavar.....129

Forrás: <https://www.terkovebaruhaz.hu/TALAJCSAVAR-KSF-U-66X730-91>

Letöltés dátuma:2019.12.11.

155. ábra Kör befogású talajcsavar.....130

Forrás: <https://www.arvai-kerites.hu/talajcsavar-foldcsavar-gyorsan-es-egyszeruen/>
Letöltés dátuma:2019.12.11.

156. ábra Fém ablak..... 131

Forrás: <https://confecto.hu/nyilaszaro/akcios-aluminium-nyilaszarok/>
Letöltés dátuma:2019.12.11.

157. ábra Fém ajtó..... 131

Forrás: <http://www.excell2000.hu/index.php?level=020704>
Letöltés dátuma:2019.12.11.

158. ábra Fémlemez összekapcsolási módok..... 132

Forrás: Bársony István-Schiszler Attila-Walter Péter: Magasépítéstan II., Szega Books KFT., Pécs, 2008, 114. oldal

159. ábra Állókorcos fémlemezfedés..... 132

Forrás: <https://kreativlakas.com/magasepiteszet/femlemez-fedesek-2/>
Letöltés dátuma:2019.12.11.

160. ábra Fém trapézlemez..... 133

Forrás: Bársony István-Schiszler Attila-Walter Péter: Magasépítéstan II., Szega Books KFT., Pécs, 2008, 277. oldal

161. ábra Fém kazetta falburkolat..... 133

Forrás: Bársony István-Schiszler Attila-Walter Péter: Magasépítéstan II., Szega Books KFT., Pécs, 2008, 278. oldal

162. ábra Tervezett családi ház: talajcsavaros alapozás..... 142

Forrás: saját munka

163. ábra Tervezett családi ház: alapozást összekötő gerendarács..... 142

Forrás: saját munka

164. ábra Tervezett családi ház: gerendarács pallóborítása.....143

Forrás: saját munka

165. ábra Tervezett családi ház: létravázas falszerkezet, tornác és terasz faváza, pallóborítása, délkeleti nézet.....143

Forrás: saját munka

166. ábra Tervezett családi ház: létravázas falszerkezet, tornác és terasz faváza, pallóborítása, délnyugati nézet.....144

Forrás: saját munka

167. ábra Tervezett családi ház: rácsos tartós födémváz.....144

Forrás: saját munka

168. ábra Tervezett családi ház: torokgerendás fedélszerkezet.....145

Forrás: saját munka

169. ábra Tervezett családi ház: tető héjszerkezet kialakítás közben.....145

Forrás: saját munka

170. ábra Tervezett családi ház: délnyugati látványterv.....146

Forrás: saját munka

171. ábra Tervezett családi ház: délkeleti látványterv.....146

Forrás: saját munka

FELHASZNÁLT FORRÁSOK

Internetes források

Szó szerinti hivatkozás:

(5) Itthon a Tisza-tónál, Nád, sás, gyékény

https://itthonatiszatonal.blog.hu/2013/07/29/nad_sas_gyekeny

Letöltés dátuma: 2019.11.15

Tartalmi hivatkozás:

[1] Mandiner, Miből áll egy egy vár. Vártörténeti és várismereti kisokos

https://tortenelem.mandiner.hu/cikk/20160224_mibol_all_egy_var_vartorteneti_es_varismereti_kisokos

Letöltés dátuma: 2019.12.07.

[3] Home info, szalmabála ház

[https://www.homeinfo.hu/epitkezes-felujitas/szerkezet/1292-szalmabalahaz?](https://www.homeinfo.hu/epitkezes-felujitas/szerkezet/1292-szalmabalahaz?fbclid=IwAR05MsN7T2k21WPnqBoBji5-e_LmWfhpbcQj1OE0Nhcxelaop9v5KyZkhPg)

[fbclid=IwAR05MsN7T2k21WPnqBoBji5-e_LmWfhpbcQj1OE0Nhcxelaop9v5KyZkhPg](https://www.homeinfo.hu/epitkezes-felujitas/szerkezet/1292-szalmabalahaz?fbclid=IwAR05MsN7T2k21WPnqBoBji5-e_LmWfhpbcQj1OE0Nhcxelaop9v5KyZkhPg)

Letöltés dátuma: 2019.09.04.

[4] BiomarMT A szalmából készült ház: Az építés elve, előnyei és hátrányai

<http://hu.biomarmicrobialtechnologies.com/houses-of-straw-principle-of-construction-advantages-and-disadvantages-3461>

Letöltés dátuma: 2019.09.16.

[6] Építészfórum, A magyar falu építészeti hagyománya-Istvánfi Gyula, műegyetemi professzor rópirata

<http://epiteszforum.hu/a-magyar-falu-epiteszeti-hagyomanya-istvanfi-gyula-muegyetemi-professzor-ropirata>

Letöltés dátuma: 2019.11.05.

[7] Balassa Iván: Életmód, Akadémiai kiadó, Budapest, 1997

A magyar nép építészet történetének korszakai

<http://mek.niif.hu/02100/02152/html/04/173.html>

Letöltés dátuma: 2019.11.05.

[8]Kreatívlakás 1, Nádlemez története, alkalmazása és tulajdonságai

<https://kreativlakas.com/hoszigetelo-anyagok/nadlemez-tortenete-alkalmazasa-es-tulajdonsagai/>

Letöltés dátuma: 2019.11.06.

[9]Kreatívlakás 2, A nádfedés előnyei, hátrányai és költségei

<https://kreativlakas.com/nadfedes/a-nadfedes-elonyei-hatranyai-es-koltsegei/>

Letöltés dátuma: 2019.11.03.

[10]Naturtető.hu, Néhány fontos dolog, amit a nádról, és a nádtetőről tudni kell

<http://naturteto.hu/nadtetorol-tudni-kell/>

Letöltés dátuma: 2019.11.05.

[11] Kreatívlakás 3, Nádlemez története, alkalmazása és tulajdonsága

<https://kreativlakas.com/hoszigetelo-anyagok/nadlemez-tortenete-alkalmazasa-es-tulajdonsagai/>

Letöltés dátuma: 2019.11.06.

[14] A mi otthonunk, A vályog előnyei, hátrányai

<https://amiotthonunk.hu/epites-felujitas/epitesi-tanacsok/6551-a-valyog-elonyei,-hatranyai>

Letöltés dátuma: 2019.09.15.

[15] Furdancs, Vályog, mint építőanyag

https://furdancs.blog.hu/2017/07/14/valyog_mint_epitoanyag

Letöltés dátuma: 2019.09.15.

[16] Molnár Viktor: A vályog és a favázás vályogépítészet, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Faipari Mérnöki Kar, Sopron, 2004

http://doktori.nyme.hu/36/1/de_1686.pdf

Letöltés dátuma: 2019.09.08.

[17] Szupervályog ház építése

<https://www.youtube.com/watch?v=IYmIrFmdr88>

Letöltés dátuma: 2019.10.02.

[18] SzuperMa, Szupervályog és Permakultúra műhely, Szivárvány ház projekt, 2019

<http://www.szupervalyog.com/regi-oldalak/szivarvany-haz-projekt>

Letöltés dátuma: 2019.10.02.

[20] Ézsé Energiahatékony családi házak, Budapest, 2016, Vályogvakolat, a természetes építőanyag

<http://www.csaladhaztervezes.hu/Nyito/valyogvakolat,-a-termeszetes-epitoanyag>

Letöltés dátuma: 2019.10.02.

[22] Medgyánszky M., Kőfalak

<http://kohazak.uw.hu/g2.htm>

Letöltés dátuma: 2019.12.07.

[23] Mandiner, Miből áll egy egy vár. Vártörténeti és várismereti kisokos

https://tortenelem.mandiner.hu/cikk/20160224_mibol_all_egy_var_vartorteneti_es_varismereti_kisokos

Letöltés dátuma: 2019.12.07.

[24] Sulinet, Kőfalazatok, a kőfalazatok kötése, Kőfalazatok előnyei és hátrányai

[https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/epiteszet/az-epitestan-](https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/epiteszet/az-epitestan-alapjai/kofalazatok-a-kofalazatok-kotesei/kofalazatok-elonyei-es-hatranyai)

[alapjai/kofalazatok-a-kofalazatok-kotesei/kofalazatok-elonyei-es-hatranyai](https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/epiteszet/az-epitestan-alapjai/kofalazatok-a-kofalazatok-kotesei/kofalazatok-elonyei-es-hatranyai)

Letöltés dátuma: 2019.12.07.

[25] Kreatívlakás 4, Tömör és üreges égetett téglából készülő falak, téglakötések rétegei, szabályai

<https://kreativlakas.com/magasepiteszet/tomor-es-ureges-egetett-teglabol-keszulo-falak-teglakotesek-retegei-szabalyai/>

Letöltés dátuma: 2019.12.08.

[26] Dr. Vértés Katalin- Dr. Koris Kálmán, Építőmérnöki alapismeretek, BME Hidak és Szerkezetek Tanszék

https://wiki.estiem.bme.hu/_media/targyak/epito/epitomernoki_alapismeretek_1.pdf

Letöltés dátuma: 2019.12.08.

[27] Kreatívlakás 5, Fafödémek és szerkezeti kialakításuk

<https://kreativlakas.com/magasepiteszet/fafodemek-es-szerkezeti-kialakitasuk/>

Letöltés dátuma: 2019.11.27.

[29] Kreatívlakás 6, Mészfestés előnyei és hátrányai, felhordása

<https://kreativlakas.com/magasepiteszet/meszfestes-elonyei-es-hatranyai/>

Letöltés dátuma: 2019.12.08.

[30] Kreatívlakás 7, Enyves festés tulajdonságai, előkészítés és felhordás

<https://kreativlakas.com/magasepiteszet/enyves-festes-tulajdonsagai-elokeszites-es-felhordas/>

Letöltés dátuma: 2019.12.08.

[31] Kreatívlakás 8, Kukoricaszár blokk hőszigetelésre

<https://kreativlakas.com/hoszigetelo-anyagok/kukoricaszar-blokk-hoszigetelesre/>

Letöltés dátuma: 2019.12.08.

[32] Drevotta Krinner Expert, Alapozás beton nélkül

<https://talajcsavar.hu/>

Letöltés dátuma: 2019.12.08.

[33] Fémek előállítása, Alumínium gyártás

<http://www.baratisuli.hu/wp-content/uploads/2014/01/26Alum%C3%ADnium-gy%C3%A1rt%C3%A1s.pdf>

Letöltés dátuma: 2019.12.08.

Irodalom források

Szó szerinti hivatkozás:

(2) Gernot Minke-Benjamin Krick: Szalmabála-építés, Cser kiadó, Budapest, 2012, 19. oldal

(12) Dr. Szűcs Miklós: Föld és vályogfalú házak építése és felújítása, Építésügyi Tájékoztatói Központ Kft., Budapest, 2008, 38.o

(13) Dr. Szűcs Miklós: Föld és vályogfalú házak építése és felújítása, Építésügyi Tájékoztatói Központ Kft., Budapest, 2008, 41.o.

(19) Dr. Szűcs Miklós: Föld és vályogfalú házak építése és felújítása, Építésügyi Tájékoztatói Központ Kft., Budapest, 2008, 108.o

(21) Dr. Tóth Zoltán, Építőanyagok, Nemzeti Tankönyvkiadó, 1996, 335.o.

(28) Bársony István, Schiszler Attila, Walter Péter, Magasépítéstan II., Szega Books Kft., Pécs, 2008, 247.o.

Tartalmi hivatkozás:

[1.1] Medgyasszay Péter-Novák Ágnes: Föld és szalmaépítészet, TERC kiadó, Budapest, 2006, 17-21. oldal

[1.2] Medgyasszay Péter-Novák Ágnes: Föld és szalmaépítészet, TERC kiadó, Budapest, 2006, 76-79. oldal

[1.3] Medgyasszay Péter-Novák Ágnes: Föld és szalmaépítészet, TERC kiadó, Budapest, 2006, 79-82. oldal

[1.4] Medgyasszay Péter-Novák Ágnes: Föld és szalmaépítészet, TERC kiadó, Budapest, 2006, 101,109-110. oldal

[1.5] Medgyasszay Péter-Novák Ágnes: Föld és szalmaépítészet, TERC kiadó, Budapest, 2006, 102-103. oldal

[1.6] Medgyasszay Péter-Novák Ágnes: Föld és szalmaépítészet, TERC kiadó, Budapest, 2006, 82-83. oldal

[1.7] Medgyasszay Péter-Novák Ágnes: Föld és szalmaépítészet, TERC kiadó, Budapest, 2006, 105-106. oldal

[1.8] Medgyasszay Péter-Novák Ágnes: Föld és szalmaépítészet, TERC kiadó, Budapest, 2006, 85-86. oldal

[1.9] Medgyasszay Péter-Novák Ágnes: Föld és szalmaépítészet, TERC kiadó, Budapest, 2006, 87-93. oldal

[1.10] Medgyasszay Péter-Novák Ágnes: Föld és szalmaépítészet, TERC kiadó, Budapest, 2006, 82-83. oldal

[2.1] Gernot Minke-Benjamin Krick: Szalmabála-építés, Cser kiadó, Budapest, 2012, 11-18. oldal

[2.2] Gernot Minke-Benjamin Krick: Szalmabála-építés, Cser kiadó, Budapest, 2012, 20-22. oldal

[2.3] Gernot Minke-Benjamin Krick: Szalmabála-építés, Cser kiadó, Budapest, 2012, 53-55. oldal

[2.4] Gernot Minke-Benjamin Krick: Szalmabála-építés, Cser kiadó, Budapest, 2012, 74-75. oldal

[2.5] Gernot Minke-Benjamin Krick: Szalmabála-építés, Cser kiadó, Budapest, 2012, 66-73. oldal

[2.6] Gernot Minke-Benjamin Krick: Szalmabála-építés, Cser kiadó, Budapest, 2012, 63,69. oldal

[2.7] Gernot Minke-Benjamin Krick: Szalmabála-építés, Cser kiadó, Budapest, 2012, 61-62. oldal

[2.8] Gernot Minke-Benjamin Krick: Szalmabála-építés, Cser kiadó, Budapest, 2012, 58-59. oldal

[2.9] Gernot Minke-Benjamin Krick: Szalmabála-építés, Cser kiadó, Budapest, 2012, 80-87. oldal

[2.10] Gernot Minke-Benjamin Krick: Szalmabála-építés, Cser kiadó, Budapest, 2012, 88-90. oldal

[3.1] Dr. Szűcs Miklós: Föld és vályogfalú házak építése és felújítása, Építésügyi Tájékoztatói Központ, Budapest, 2002, 9-14. oldal

[3.2] Dr. Szűcs Miklós: Föld és vályogfalú házak építése és felújítása, Építésügyi Tájékoztatói Központ, Budapest, 2002, 36-43. oldal

[3.3] Dr. Szűcs Miklós: Föld és vályogfalú házak építése és felújítása, Építésügyi Tájékoztatói Központ, Budapest, 2002, 15-16. oldal

[3.4] Dr. Szűcs Miklós: Föld és vályogfalú házak építése és felújítása, Építésügyi Tájékoztatói Központ, Budapest, 2002, 65-103. oldal

[3.5] Dr. Szűcs Miklós: Föld és vályogfalú házak építése és felújítása, Építésügyi Tájékoztatói Központ, Budapest, 2002, 124-129. oldal

[3.6] Dr. Szűcs Miklós: Föld és vályogfalú házak építése és felújítása, Építésügyi Tájékoztatói Központ, Budapest, 2002, 135-136. oldal

[4.1] Bársony István: Magasépítéstan I., Szega Books Kft., Pécs, 2013, 28. oldal

[4.2] Bársony István: Magasépítéstan I., Szega Books Kft., Pécs, 2013, 87-91. oldal

[4.3] Bársony István: Magasépítéstan I., Szega Books Kft., Pécs, 2013, 116. oldal

[4.4] Bársony István: Magasépítéstan I., Szega Books Kft., Pécs, 2013, 212-213. oldal

[4.5] Bársony István: Magasépítéstan I., Szega Books Kft., Pécs, 2013, 303-304. oldal

[4.6] Bársony István: Magasépítéstan I., Szega Books Kft., Pécs, 2013, 57-60. oldal

[4.7] Bársony István: Magasépítéstan I., Szega Books Kft., Pécs, 2013, 92-100. oldal

[4.8] Bársony István: Magasépítéstan I., Szega Books Kft., Pécs, 2013, 135-136. oldal

[4.9] Bársony István: Magasépítéstan I., Szega Books Kft., Pécs, 2013, 229-230. oldal

[4.10] Bársony István: Magasépítéstan I., Szega Books Kft., Pécs, 2013, 213-215. oldal

[4.11] Bársony István: Magasépítéstan I., Szega Books Kft., Pécs, 2013, 265. oldal

[4.12] Bársony István: Magasépítéstan I., Szega Books Kft., Pécs, 2013, 173-175. oldal

[4.13] Bársony István: Magasépítéstan I., Szega Books Kft., Pécs, 2013, 223-228. oldal

[4.14] Bársony István: Magasépítéstan I., Szega Books Kft., Pécs, 2013, 167-169. oldal

[4.15] Bársony István: Magasépítéstan I., Szega Books Kft., Pécs, 2013, 308. oldal

[4.16] Bársony István: Magasépítéstan I., Szega Books Kft., Pécs, 2013, 49. oldal

[5.1] Bársony István-Schiszler Attila-Walter Péter: Magasépítéstan II., Szega Books Kft., Pécs, 2008, 255,271. oldal

[5.2] Bársony István-Schiszler Attila-Walter Péter: Magasépítéstan II., Szega Books Kft., Pécs, 2008, 33-46,62-70. oldal

[5.3] Bársony István-Schiszler Attila-Walter Péter: Magasépítéstan II., Szega Books Kft., Pécs, 2008, 241-250. oldal

[5.4] Bársony István-Schiszler Attila-Walter Péter: Magasépítéstan II., Szega Books Kft., Pécs, 2008, 258-260. oldal

[5.5] Bársony István-Schiszler Attila-Walter Péter: Magasépítéstan II., Szega Books Kft., Pécs, 2008, 211-212. oldal

[5.6] Bársony István-Schiszler Attila-Walter Péter: Magasépítéstan II., Szega Books Kft., Pécs, 2008, 219-220. oldal

[5.7] Bársony István-Schiszler Attila-Walter Péter: Magasépítéstan II., Szega Books Kft., Pécs, 2008, 214-215. oldal

[5.8] Bársony István-Schiszler Attila-Walter Péter: Magasépítéstan II., Szega Books Kft., Pécs, 2008, 221. oldal

[5.9] Bársony István-Schiszler Attila-Walter Péter: Magasépítéstan II., Szega Books Kft., Pécs, 2008, 113-115. oldal

[5.10] Bársony István-Schiszler Attila-Walter Péter: Magasépítéstan II., Szega Books Kft., Pécs, 2008, 277-278. oldal

MELLÉKLETEK

Alaprajz

Metszetek

Homlokzatok

Csomópontok