

☀ TARTALOM ☀

☀ FÖLDFALAK ☀

- Hagyományos falszerkezetek 4
A földfalak alapanyagai 5
Építést előkészítő anyagvizsgálatok 6
Hagyományos falszerkezetek 7
Új módszerek alkalmazása a földfalépítésben 10
Vályog építőlemezek 18
Vályogvakolatok, felületképzések 19
Új föld- és vályogfalú épületek szerkezeti kialakítása 19

☀ FA ANYAGÚ TEHERHORDÓ SZERKEZETEK ☀

- Hagyományos fa anyagú falszerkezetek 21
Új módszerek alkalmazása a favázás építésben 23
Új faszerkezetű épületek szerkezeti kialakítása 26

☀ IRODALOM ☀



Szûcs Miklós

okleveles építész mérnök,
tudományos munkatárs

1956 - Szeged

1981 - Budapesti Műszaki
Egyetem Építész mérnöki Kar

1981-90 - RG Gyógyszergyár,
MÁV építésvezető,
PÁÉV munkahelyi mérnök

1990-től GATE Építészeti és
Környezettervezési Tanszék

1994 egyetemi doktor

A föld és a fa



a környezetbarát építésben

„A legkorábbi időktől napjainkig a lakó és gazdasági épületek világszerte legelterjedtebben alkalmazott építési anyaga a fa és a föld. A gazdaságilag fejlett országokban, így hazánkban is, alkalmazásuk az utóbbi néhány évtizedben háttérbe szorult más energiaigényes iparosított építési módszerekkel szemben. Az energiatudatos, környezetbarát építés új lehetőséget teremt a helyi anyagok és építési tradíciók újbóli, a mai kor követelményeinek megfelelő színvonalú alkalmazására.”



☼ Hagyományos falszerkezetek ☼

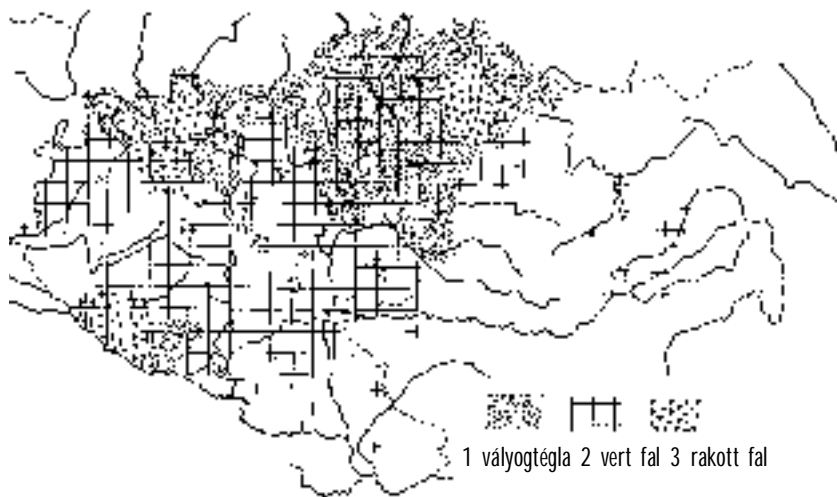
A föld, mint építőanyag alkalmazásának a magyar népi építészetben mindenkor megtalálhatók a nyomai, de legnagyobb arányú elterjedését a XIX. sz. végére érte el (1.ábra). Hagyományos népi építészetünk egyik nemzetközileg is legismertebb, és az UNESCO által a Világörökség részévé nyilvánított alkotásának, Hollókő-ófalú falu-együttesének mai arculata is a századforduló körül alakult ki, ahol a lakóépületek földszinti külső fala vályog falazat.

Napjainkban a föld- és vályogépítéssel kapcsolatos problémák jelentős részét a meglévő igen nagyszámú - a teljes lakásállomány egynegyedét meghaladó - föld- és vályogfalazatú épület fenntartása, illetve korszerűsítése jelenti elsősorban, mely mind a tulajdonosok, mind az önkormányzatok számára napi problémát jelenten, de erre vonatkozóan kevés információval rendelkeznek.

A földfalak felhasználásának előnyei

- Az építési föld és vályog természetes, környezetbarát (természetbe visszaforgatható) helyi építőanyag, mely Magyarországon - kevés kivétellel - csaknem mindenhol nagy mennyiségben feltárható, sok esetben akár az építési telken helyben is kitermelhető (pl. pincetömb, vagy szennyvíztárolók építésekor), megtakarítva ezzel a szállítás és deponálás költségeit és az ezzel kapcsolatos környezeti ártalmakat.

- Más természetes építőanyagokkal (pl. épületfa, kő, nád) jól kombinálható, így nemcsak a lakó, hanem a biológikus állattartási, tárolási, illetve egyéb gazdasági üzemi épületek építésére is széleskörűen alkalmazható.
- Helyi anyagként felhasználva és házilag helyi építőközösségekben (kalákában) kivitelezve általában jóval olcsóbb a hagyományos egyéb falszerkezeteknél.
- Az elemgyártás, illetve különféle falépítési módszerek hagyományos módon akár kézi erővel - energiateljesítés nélkül - is végezhető, de nagyobb termelékenységi igény esetén az anyag előkészítése és bedolgozása alacsony energiateljesítésű gépesítéssel is megoldható.
- A szakszerűen tervezett és kivitelezett föld- és vályogfalú épületek megfelelő állagvédelem, fenntartás mellett tartósak, hosszú élettartamúak.
- Külső falszerkezete (szakszerű kivitelezés esetén) kellemes komfortérzetet biztosít, növényi rostos anyagokkal illetve hőszigetelő ásványi adalékokkal keverve jó hőszigetelő, nagy tömege révén jó hőtároló, a belső páratartalmat kedvezően kiegyensúlyozni is képes, jól szellőzik.



1. ábra Föld és vályogfalak főbb típusai és elterjedésük a századforduló körül



Alföldi háztípus



Árpád-kori veremház

Kiskunsági szélmalom hosszú fordítórúddal

Hollókő - ófalú, utcaszélet



Boglya formájú gabonások, Nagyvíván



- Az emberi és állati élettevékenységekre káros kozmikus elektromágneses sugárzások jelentős részét elnyeli.
- Jó hangszigetelő
- Nem éghető anyagú (a hagyományos földfalszerkezetek alkalmazása esetén)
- A teherhordó vagy segédszerkezetként beépített faanyagot védi, konzerválja.
- Rendkívüli szabadságot biztosít az építészeti térformálás területén, így az építésbiológiai szempontból is kedvező organikus formák kialakítása, a falsarkok íves lekerekítése nemcsak esztétikai és hőtechnikai szempontból kedvező, hanem anyagszerű is.

A földfalak alkalmazásának hátrányai

- A hagyományos föld alapanyagok, ill. vályog falazóelemek viszonylag nagy tömege behatárolja a gyártott elemek méreteit és a még gazdaságos szállítási távolságot (legfeljebb a településen belül gazdaságos a szállítás).
- Az anyaglelőhelytől és a bedolgozás módjától függően jelentősen eltérő szilárdsági jellemzőkkel rendelkezik a falszerkezet, különösen a hagyományos technológiák alkalmazása esetén, így a teherhordó, illetve térelhatároló falak viszonylag vastagok, ami az alapozási költségeket növeli. (Egyes továbbfejlesztett technológiáknál a szilárdság már tervezhető és ellenőrizhető, a nagyobb falvastagság hőtechnikai szempontból kedvező).
- A nedvesség hatására jelentős szilárdságcsökkenést szenvedő földfal-szerkezeteket az árvíz és belvíz-veszélyes területeken építeni nem szabad, más területeken is csak megfelelő vízhatlan szigeteléssel és megfelelő lábazati kialakítással.
- Nedvességre érzékeny falszerkezeteik nem fagyállóak, ezért a falazat átnedvesedése elleni védelemre különös gondot kell fordítani (OTÉK 59.§ (2): - Az építmény rendeltetésszerű használatából eredő különleges hatások (fokozott nedvesség, jelentős hőmérséklet változások, különösen magas vagy alacsony hőmérséklet stb.) nem okozhatnak élettartam, teherhordó képesség, hang vagy hőszigetelő képesség csökkenést előidéző változást a teherhordó szerkezetekben).
- A földfalak száradási zsugorodása viszonylag nagy, így a falszerkezet megrepedezhet, a vakolatot nem jól tartja. (A zsugorodás mértéke jelentősen csökkenthető az agyagtartalom szabályozásával, illetve a meglévő anyag adottságainak megfelelő technológia kiválasztásával.)
- A hagyományos technológiák alkalmazása általában nagy helyszíni munkaerő- és munkaidő ráfordítást igényel ami jelentős költségnövelő tényező lehet, továbbá a szerkezetépítés több változata kedvező (csapadék- és fagymentes) időjáráshoz kötött.

A fenti kedvezőtlen tulajdonságok az anyagjellemzők jobb megismerésével, a különféle minőségjavító (nemesítési, stabilizálási) módszerek alkalmazásával, átgondolt, tudatos szerkezeti, épületfizikai - technológiai tervezéssel és gondos kivitelezéssel kivédhetők, illetve megelőzhetők.

☼ A földfalak alapanyagai ☼

Agyag

A föld-, és vályogépítés alapvető kötőanyaga. A 0,002 mm-nél kisebb szemcseméretű, földpát tartalmú kőzetekből mállással vagy hidrotermális úton képződött agyag tulajdonságait nem elsődlegesen a szemcsék mérete, hanem az alkotó agyagásványok minőségi és mennyiségi összetevői határozzák meg. Kötőanyag jellege abból adódik, hogy vízzel keverve képlékeny, alakítható, kiszáradás után megkeményedve alakját és szilárdságát a kohézió révén megtartja.

Iszap

Szemcsemérete 0,002...0,02 mm, félig kötött finom üledék, mely nedvesen higan folyós, kiszáradva összeálló, de könnyen szétmorzsolható. Ásványi részei a homokéval azonosak, de tartalmaz agyagásványokat is. Szemcséi az agyaghoz hasonlóan szabad szemmel nem különíthetők el. Folyó- és állóvizek partjain, források medencéiben halmozódik fel.

Homok

0,125...4mm szemcseméretű, fő alkotórésze a kvarc, ezenkívül földpátok és szilikátok. A folyami homok szemcséi érdesek, szilánkosak, a futóhomoké csiszoltak, gömbölyűek. Míg a folyami homok teherbíró és jól tömöríthető, a futóhomok kevésbé teherbíró és tömöríthető.

☼ A földfalak töltőanyagai ☼

Szalma

Természetes eredetű anyag, felhasználás során szálhosszúsága az alkalmazott technológiától függ. A rövidre vágott szalmaaprítékot töreknek nevezzük. Leggyakrabban árpa, búza és rozsszalmát használnak fel, melyek közül ez utóbbi a legmegfelelőbb. Csak száraz, penészesedéstől mentes szalmát szabad felhasználni.

Fenyőapríték, faforgács, fűrészpor

Penészesedésre kevésbé hajlamosak, mint a szalma, felhasználásukkal igen kedvező hőtechnikai tulajdonságok érhetők el.

Duzzasztott agyagkavics

Alacsony olvadáspontú duzzadó agyagból 1100-1200 °C-on előállított hőszigetelő adalékanyag.

✿ Építést előkészítő anyagvizsgálatok ✿

A vizsgálandó mintákat több helyről (egymástól legalább 5m-re) és több mélységből (min. 50 cm, 1m, 1,5m) lépcsős próbagödörből kell begyűjteni, mennyisége legalább 4-4 lapát legyen szintenként.

A tervezés megkezdése előtt a tervezővel és - házilagos kivitelezés esetén - a földépítészet gyakorlati alkalmazásában jártas leendő műszaki felelőssel közös helyszíni bejárást célszerű tartani, akik egyszerű kézi-, illetve alapminősítő vizsgálatokkal javaslatot tudnak adni az építendő számára az építési telek földanyagának építési célú alkalmaságával kapcsolatban.

A kézi vizsgálatok (pl. ujjbenyomódási-, rázó-, kés-hegy nyomási-, szappan-, henger-, ejtő-, sósav és szag-próba) elvégzéséhez jelentős tapasztalat szükséges. A vizsgálatok eredménye azonban kevésbé számszerűsíthető.

Az alapminősítő vizsgálatok egyszerű eszközökkel házilag is elvégezhetők, és mérhető kísérleti adatokat szolgáltatnak. Az izapolási próbával az anyagminta homoktartalmát, a zsugorodási próbával a vályogminta kiszáradása közben fellépő lineáris méretcsökkenésének %-os arányát határozhatjuk meg. Az építéshez felhasznált anyag (főként agyagból, homokból álló, úgynevezett építési vályog) zsugorodása nem lehet nagyobb vert falak esetén 1,5-2 %-nál, téglák és blokkok készítésekor 2-3 %-nál. Az előbbi adatok birtokában az egyes falépítési technológiáknak legmegfelelőbb javítóanyag adagolását a mellékelt 1. táblázat szerint el lehet végezni. Soványításra a

javasoltnál nagyobb agyagtartalom esetén, kövéritésre (igen ritkán) ellenkező esetben kerül sor. Az anyag beépítése előtt próbatesteket célszerű készíteni. (Vályog-téglához 25-30%, vert- és rakott falhoz 20-25% agyag- és iszaptartalmú föld a megfelelő.).

A vályog kötőerejének, száradási zsugorodásának, izapolhatóságának, és nyomószilárdságának kísérleti úton történő meghatározásához a DIN 18952 szabvány szerinti egyszerű laboratóriumi eszközöket is igénybe lehet venni. A vizsgálatokat a szabványban leírt módon, megfelelő en előkészített anyaggal kell végezni. Az említett DIN szabványt - alkalmazás hiányára hivatkozva - 1974-ben visszavonták, de az építési gyakorlatban a felhasználók jelenleg is hivatkoznak rá.

A szükséges számítások szilárdsági alapadataihoz részletes laboratóriumi vizsgálatokra lehet szükség, ha a fenti vizsgálatok adatai esetleg nem egyértelműek, vagy hagyományostól eltérő szerkezeti kialakítások (nagyobb feszítáv, kiváltások) alkalmazása esetén. Ezeket a vizsgálatokat (pl. nyomószilárdság, folyási határ, plasztikus index, pontos szemeloszlás, kötésállékonyosság, tömöríthetőség, az alkotó agyagásványok minőségi és mennyiségi analízise) csak minősítésre jogosult építőipari laboratóriumokban, megfelelő eszközökkel rendelkező szakemberek végezhetik el.

Jóllehet a jelenleg többnyire házilagos eljárásokkal készített földfalak kialakítását, a vályogvetés módját és eszközeit jelenleg magyar szabványok nem szabályozzák, ezen anyagokat is csak jellemző tulajdonságaik ismeretében és csak ennek megfelelően szabad felhasználni. A ke-

1. táblázat: Javítóanyagok hozzávetőleges adagolása térfogatszázalékban

Az építés módja	Felhasználás helye	Bedolgozás módja, vztartalom	Soványító anyagok									Követő anyag	
			homok	salak	szalma	szecska	pelyva	török (rizshéj)	kender pozdorja	fűrészpors	fenyőtű		
Rakott fal	falazat	földnedves			50-80								
Vert fal	falazat	földnedves	20-40	15-30		20-50	20-50	20-50	20-50				20-40
Paticsfal	falazat	kissé plasztikus				10-40	20-20	20-50	20-50				30-50
Kézivetésű földtégla	földtégla	képlékeny	10-20	10-20			20-40	20-40				20-40	
Kézivetésű vályogtégla	vályogtégla és blokk	képlékeny	20-40	20-30			20-40	20-40	20-40				10-30
Préselt tégl	kis- és nagyméretű vályogtégla, falazó blokk	földnedves	20-40	20-30				10-30	10-30	10-30	10-30		10-30
Helyi égetésű tégl	kis- és nagyméretű égetett falazó tégl	földnedves	20-40										10-30
Födémbelestest	válaszfal lap, földémbelestest	földnedves	20-40	20-30				10-30	10-30				10-30
Vályogharc	vakolat	hígfolys	10-30					40-50	40-50				10-40

reskedelmi forgalomba kerülő építőelemekre (pl. a cementtel stabilizált BIOECO földtégla, mint újszerű termékre) vonatkozóan a jelenleg érvényben lévő szabályozás szerint - bármely más falazóelemhez hasonlóan minőségtanúsítás (ÉMI Alkalmassági Bizonyítvány) megszerzése szükséges. Vályogszabványok hiányában a vályog falazóelemekre vonatkozó vizsgálatokat jelenleg az égetett agyag falazóelemekre vonatkozó szabványnak (MSZ 551/1988) megfelelően végzik.

❁ A hagyományos földfalak fajtái ❁

Rakott sárfal

Feltételezhetően a legrégebb, legegyszerűbb technológia, de alkalmazására napjainkban is több példát láthatunk. Készítéséhez nem túl sovány agyagos földre, valamint tetzőleges hosszú szálú szalmára van szükség.

A fal készítéséhez a deponált földet (mely gyakran a pincetőmb földkiemeléséből is megfelelő mennyiségben és minőségben rendelkezésre áll) kb. 20 cm rétegben kell elteríteni, majd felső rétegét szalmával kell megszórni. Átnedvesítést követően gumicsizmával jól át kell taposni (összekeverni), majd kapával átvágni, végül ismét taposással kell összekeverni, amíg az anyag egyenletes (rögmentes) szalmás sár összetételűvé nem válik. Az így előkészített képlékeny anyagot a szükséges idejű pihentetést követően, 70-80 cm vastagságban rakják fel a megfelelően előkészített (vízszintes talajnedvesség elleni falszigetelés-

sel, védő téglasorral ellátott) lábazatra kb. 1m-1,20 m magasságig. Az így felrakott fal mintegy 2-3 hetes száradás után válik földnevéssé, amikor a szabálytalan szalmás fal felület külső és belső síkja a fal tetején állva éles ásóval síkra igazítható (2.-3. ábra). A végleges falsíkok között mért legkisebb falvastagság általában 60-65 cm.

A falazat fennmaradó szakaszát két réteg - egy 80 cm-es illetve a 2,50 ill. 2,80 m-es falmagasságból fennmaradó magasságú harmadik réteg - követi a fentiekben leírt száradási idő után, a méretre alakítási műveletekkel elkészítve. A leeső hulladékok természetesen az újabb rétegek-nél felhasználhatók. A fal készítése során a képlékeny anyag tömörödik, így döngölésre (ezzel zsaluzatra) nincs szükség, esetleg célszerű vezetópallók elhelyezése a falnyílások mellett. A falszerkezet jelentős ülepedését a nyílászárók és áthidalók elhelyezésénél számításba kell venni. A falnyílások az előre elhelyezett áthidalók alatt a fal száradását követően utólag is kivághatók, de ez a módszer munkaigényessége folytán kevésbé terjedt el.

A szalmás sárból rakott fal készítésének ma már nem alkalmazott másik módja az, amikor a vasvillányi szalmás sarat először töreken meghempergették, majd cipónyi nagyságú gombócokat formálva rövid ideig szikkadni hagyták, végül az így előkészített sárgömbölyegekből általában kézzel építették a falat, kötésben rakva. Az így készült sárfal - az ún. gömbölyeges sárfal - alkalmazását ma már csak néprajzi jellegű leírásokból ismerjük, teherhordó-, illetve vázkitöltő falazatként.

2. ábra Hagyományos módszerrel rakott fal



3. ábra Falsík kialakítása ásóval



Vert fal - tömésfal

Készítéséhez földnedves sovány agyagos földet kell felhasználni, mely nem tartalmazhat 25-30 mm-nél nagyobb kavics v. ködarabokat, továbbá az előzetesen készített próbatesten repedések nem mutatkozhatnak, zsugorodása 3% alatt kell, hogy maradjon.

A megfelelően előkészített (rögmentes, a fenti szennyeződésektől mentes) anyagot ideiglenes kúszoszaluzat közé kell jól bedöngölni 10-20 cm vastagságban, rétegesen bedolgozva. (4. ábra)

Kétféle zsaluzási mód terjedt el: a Dél-Dunántúlon, valamint a Tiszántúl déli részén a jármos (kalodás) mintadeszkázat, a Duna mentén és attól keletre az alsó végein földbe ástott, felső végein páronként összekötött vezetősízos zsaluzat alkalmazása terjedt el. (5. ábra)

Házilagos kivitelezésnél ez utóbbi esetén a fal szerkezet mérettartása könnyebben biztosítható, és a vezetősíposok a tetőszerkezetben általában felhasználhatók. Az első esetben a kaloda átállítását követően a kalodák alsó összekötő léceinek (laposvasainak) kihúzása után megmaradó lyukakat utólag képlékeny sárhabarccsal kell kitölteni.

A vertfalak sarokmerevítését és falcsatlakozását vesszők felhasználásával célszerű megerősíteni. (Egyes vidékeken a rétegek közé nemcsak a sarkokban, hanem a falakban hosszirányban 1 sor nádréteget is elhelyeznek). A falnyílások kialakítása és a kiváltások felfekvéseinek megfelelő megoldása tekintetében a rakott- és vert fal esetében lényegében azonos módon kell eljárni.

A falnyílásokat mindkét esetben utólag is ki lehet vágni (a gyors falépítés és zsaluzó anyag megtakarítás érdekében), de mind szerkezetileg, mind munkaerő-kímélés szempontjából célszerű ezek helyének kirekesztése mintadeszkázat segítségével. Kiváltások, koncentrált vagy jelentős megoszló terhelések átadásának helyein (pl. kiváltó, monolit vb. koszorú v. egyéb szerkezet) két sor kisméretű téglalafalazást kell készíteni. Kisebb nyílások át-hidalására megfelelően méretezett és megfelelő szilárdságú keményfa anyagú kiváltó gerendákat is célszerű alkalmazni.

4. ábra Vertfalas módszerrel készülő épület



A vertfalak vakolattartása javítható "L" alakú kerámia elemek külső oldali elhelyezésével, illetve erősítő ha-barccsávok kialakításával (ld. Vályogvakolatok, felület-képzések c. fejezet).

Vályogfal

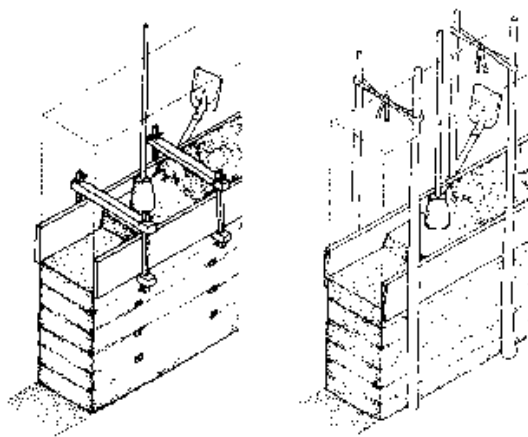
A rakott- és vertfal építésével szemben a napon szárított vályog-falazóelemekből épített falazatoknak számos előnyük van, melyek az előzőeknél szélesebb körű elterjedésüket tették lehetővé:

- a már kiszáradt elemekből épített falazatba kevesebb technológiai nedvességet kell bevinni, így az elkészült falazat gyorsabban szárad ki, kevésbé ülepedik és zsugorodik
- a vályog falazatoknak legjobb a vakolattartásuk
- a falazás általános szabályai szerint a falazat vastagsági mérete az alapelem méretétől függően határozható meg (min. 45 cm vastagsági méret figyelembevételével)
- a falazat készítésekor az agyagos sárhabarcs mint kötőanyag is felhasználható
- a vályogvetés mind hagyományos kézi módszerrel, mind újabb, ún. köztes technológiai szintű gépesítéssel hatékonyan végezhető ill. megszervezhető (a rendelkezésre álló létszám, ill. termelékenységi követelmény figyelembevételével)

A vályogvetéshez általában megfelelően képlékeny agyagos föld, valamint rövid szálú (max. 5-10 cm) szalma hozzáadása szükséges. A próbatestek nem repedezhetnek meg, zsugorodásuk max. 3 % lehet.

A hagyományos kézi vályogvetésnek igen sokféle helyi változata ismeretes, de ezek alapvetően kétféle típusra vezethetők vissza. Az általánosabban eljárás szerint a megfelelő anyaggyerő helyek feltárását követően a vályog előkészítését (apritását, nedvesítését, szalmával történő keverését) közvetlenül a vályoggödörben végzik (átkapálással, taposással), majd a munkagödör szélén folyik a vályogvetés. A másik módszer szerint az agyagos földet munkagéppel kiemelik a gödörből, majd a többi munkafolyamatot (szalmával való keverés a szükséges mennyiségű víz hozzáadásával) a vályogvetés szintjén végzik.

5. ábra Vert fal készítésének kétfajta módja



A vályogok mérete hagyományos változatban a régi nagyméretű tégl méretéhez áll közel, és inkább csak a magassági mérete változó (pl. 30 x 14,5 x 10-12-14 cm). Újabbán a kisméretű tégl magasított változatai is elterjedtek (pl. 25 x 12,5 x 10-11 cm). Természetesen gyakran az előbbiektől eltérő, egyedi téglaméretetek is előfordulnak, sőt Hajdúnánás határában újabbán 38 cm vtg (38 x 17 x 14-15 cm) falzóblokkokat is vetnek vályogból.

A vályog kézi vetését leggyakrabban egyes, ritkábban kettes, négyes, vagy többrekeszes fa vályogvető keretekkel végzik, melyeket minden egyes használat után jól benedvesítenek (4. ábra). Az elkészült vályog elemeket a mérettől függően néhány napig napon szárítják, oldalukra fordítják, majd 50-es ill. 100-as "kúp"-okba rakják a további száradást biztosító átszellőző rések alkalmazásával, illetve az esővédelmet szolgáló felső takarósorral.

Falnyílásokat természetesen a falazással egyidejűleg lehetőleg kávas megoldással vagy ennek hiányában fa rögzítő elemek előre történő elhelyezésével kell kialakítani. Kiváltók vagy jelentősebb teherátadások helyein a rakott-

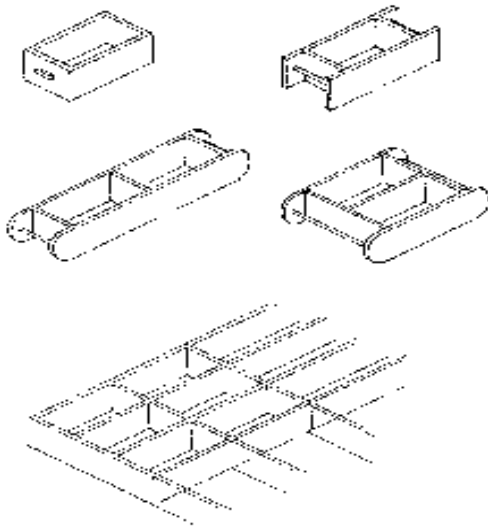
ill. vert fal esetében tett észrevételek az irányadók. A vályogfalazást - az egyéb földfalazatokhoz hasonlóan - egy vagy két védő kisméretű tömör téglasorral kell indítani.

Sövényfal (paticsfal)

A teherhordó favázak közé - vízszintesen vagy függőlegesen arasznyi távolságra elhelyezett karók közötti hajlékony vesszőkből font - sövényfonatot készítettek, majd mindkét oldalát több rétegben betapasztották. Minthogy a sövényfal csak térelhatároló, vázkitöltő jellegű volt, szerkezeti vastagsága ennek megfelelően a legkisebb, 30-35 cm. (Egyes esetekben kis alapterületű gazdasági építmények - pl. az alföldi kerekólak - esetén teherhordó faváz nélkül is alkalmazták.) A sövényfalak (egyben a faváz falak) fajtáit az 8. ábra szemlélteti. Újbóli alkalmazása elsősorban vízpartok mellett sövényben favázban gazdag területeken, illetve néprajzi jellegű helyreállítások során merül fel.

A fenti hagyományos föld- és vályogfalak javasolt legkisebb szerkezeti vastagságait a 2. táblázat tartalmazza.

6. ábra Vályogvető keretek, egyrekeszes, dupla- és sokrekeszes keret



7. ábra Kézi vályogvetés



8. ábra A sövényfalak fajtái

a, talpas-vázás sövényfal

b, cölöpvázás sövényfal függőleges fonással

c, cölöpvázás sövényfal vízszintes fonással

2. táblázat A föld- és vályogfalak javasolt legkisebb szerkezeti vastagságai

Vályogfalak fajtái	A tetőszerkezet terhét hordó fal vastagsága (cm)		A tetőszerkezet terhét nem hordó fal vastagsága (cm)	
	Nyersen	Vakolva	Nyersen	Vakolva
Sározott vesszőfonatú fal	30	33-34	30	33-34
Rakott fal	60	63-64	40	43-44
Vert fal	55	58-59	35	38-39
Vályogtégla fal	50	53-54	30	33-34

✿ Új módszerek alkalmazása a földfalépítésben ✿

Kézi és gépi vályogprések alkalmazása

Kézi vályogprések

Magyarországon már a 40-es évek óta vannak törekvések a föld- és vályogépítés - elsősorban a vályogvetés - technológiáinak egyszerű, kézi működtetésű gépekkel történő gépesítésére. Jelenleg a békési OPTIGÉP Vállalat gyárt ilyen gépet (VG-1000 típusú), mely felépítését tekintve szállító alappokeretre rögzített alaptestből, csuklós mechanizmusokból és mozgató karokból álló acélöntvényből, valamint szerkezeti acélból forgácsolt, hegesztett és összeállított szerkezet. A fő sajtoló-tömörítő szerkezet karja nagyszilárdságú keményfából készül (9. ábra).

A kézi vályogprések általában egyenletes (rögmentes) anyagminőségű földnedves föld alapanyaggal dolgoznak és az általuk előállított vályog nyomószilárdsága a kézi vetésűeknek 1,5-2-szeresét is elérheti az alkalmazott anyagösszetételtől függően.

Gépi vályogprések

A kézi vályogvetés jelentős fizikai erőt igénylő módszerei mellett ma már Magyarországon is rendelkezésre állnak olyan hidraulikus ill. pneumatikus vályogprések, melyek bárhol működésbe helyezhetők, telepíthetők, kis önsúlyuknál fogva könnyen szállíthatók (pl. Szabó-féle hidrau-

likus (10. ábra), illetve Farkas-féle pneumatikus vályogprés, melyek hazai fejlesztésűek, és szabadalmi védelem alatt állnak).

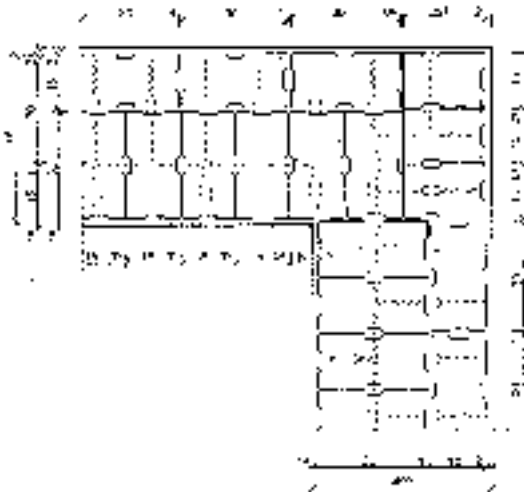
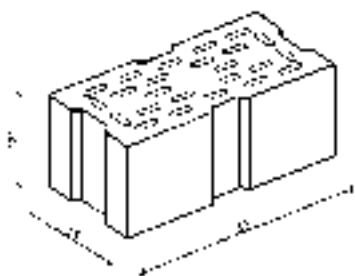
A Farkas-féle vályogpréssel nemcsak tömör, hanem üreges hőszigetelő préselt vályog falazóelem előállítására is lehetőség van. A függőleges üregek nem átmenőek, általában valamelyest csökkenthető a falazóelem súlya, miközben a falazat szilárdsága a hagyományos tömör téglával közel azonos. A törekkel, darált szalmával összekevert bányanedves agyagos földből préselt 30x15x12,5 cm-es méretű HPV-30 típusjelű vályogtégla (11. ábra) törőszilárdsága az agyagtartalomtól függően 2,807-3,526 MPa (2,807-3,526 N/mm²), hővezetési tényezője $\lambda=0,35$ W/mK (a tömör elemekre $\lambda=0,51$ W/mK értéket mértek). A külső és belső felületén vakolt 46 cm-es vályogfal hőátbocsátási tényezője $k=0,68$ W/m²K.

Kiseb téglagyárak közelében gazdaságos megoldás lehet - nagyobb vályogtégla megrendelések alkalmával - a gyártó gépsort vályogtégla gyártására esetenként átállítani (pl. az égetett termékek időszakos felhalmozódása esetén), így nemcsak a présgép jobb kihasználása lehetséges, hanem a meglévő fedett szárítókapacitás is kihasználható. A nagyteljesítményű vályogprések alkalmazása esetén a hosszú szálú rostos adalékkal kevert massa általában nem megfelelő, mert az adalék a szárnnyílásnál az agyagszalag repedezését idézi elő, és a téglák levágása sem oldható meg

9. ábra VG-1000 típusú kézi vályogprés



10. ábra Szabó-féle mobil vályogprés



11. ábra HPV-30 típusú hőszigetelő préselt vályog falazóelem mérete és egy derékszögű falsarok kialakítása

a hagyományos módon.

A német Minke professzor a téglaiipari csigás présekhez hasonló elven működő, speciálisan köztes technológiai szintű energiatakarékos extrudert fejlesztett ki, mellyel a meghatározott szemszerkezetű és földnedves konzisztenciájú anyagból változtatható 1-2 m hosszúságú, 8 x 16 cm keresztmetszetű falazóanyagot, ún. szalagvályogot készítenek. E szalagvályog-darabok habarcs és zsaluzat nélkül közvetlenül felhasználhatók falazás céljára, melyek külső felülete sajátos rusztikus felületet ad, esztétikus, így vakolást nem igényel. E vékony falszerkezetek kiválóan felhasználhatók válaszfalak, illetve vastagabb (többrétegű, pl. hőszigetelő vályog kitöltésű) falazatok külső (zsaluzó) falszerkezeteként is. Gyakorlatilag a legplasztikusabban formálható, leggyorsabban építhető falszerkezet. Egy rétegben csak teherhordó váz kitöltő falazataként építhető.

Stabilizált földtégla felhasználása

A hagyományos vályogvetési módszer továbbfejlesztésével, cementtel stabilizált földtéglaból, cementhabarcs felhasználásával, nyomásvonalra szerkesztett nagy teherbírási boltozatok is falazhatók, így nemcsak a falazatban, hanem a földmunkákban is jelentős megtakarítás érhető el.

A 125 x 250 x 100 mm méretű - a hagyományos falazó vályognál háromszor nagyobb (7-10 N/mm²) nyomószilárdságú - falazóelemre Hegedűs Zsolt által kifejlesztett BIOECO építési rendszerben egy 25 cm vtg nyomásvonalra szerkesztett boltozat veszi fel a függőleges terheket. (A falazat testsűrűsége 1850 kg/m³.) Hőszigetelését olcsón, 50-60 cm vastagságú, szintén helyi földanyaggal oldják meg, melyet a boltozatokat védő újrahasznosított műanyag fólia szigetelésre hordanak fel. A napenergia passzív felhasználásával e földdel fedett stabilizált földtégla falazatú BIOECO építési rendszer üzemeltetési költségei a minimálisra csökkenthetők. E vályogtégla gyártásához speciális, bárhol telepíthető mobil gépsort fejlesztették ki. A francia tapasztalatokon alapuló, mégis sajátosan újszerű kialakítású épületek és szerkezeti megoldások széles körű megismertetését és gyakorlati elterjesztését a BIOECO Alapítvány támogatja.

A BIOECO földtégla stabilizálásához felhasznált cement költségnövelő tényező ugyan, de az így elérhető szilárdságnövekedés, valamint esztétikus felületi megjelenés által alkalmazási területük jelentősen kiszélesíthető.

Könnnyűvályog falszerkezetek építése

Amennyiben a könnyű töltőanyagokkal készült építési vályogminta légszáras állapotú fajlagos tömege kisebb mint 1200 kg/m³, könnyűvályogról beszélünk.

Könnnyű, jó hőszigetelő szeretlen (pl. tufaörlemények, perlit, duzzasztott agyagkavics) illetve szerves (pl. szalma, törek, faörlemény) töltőanyagok alkalmazásával a föld- és vályogfalak hőtechnikai tulajdonságai jelentősen javíthatók. Készítésük technológiáját a töltőanyagok minősége és mennyisége nagymértékben meghatározza. Hőszigetelő duzzasztott agyagkavics adalékos vályogtechnológiával G. Minke irányításával Tatán épült kísérleti

épület. A favázás könnyű (szalma-vályog) építéstechnológia széles körű alkalmazására - a kezdeti kísérleti építkezéseket követően (pl. Gödöllő, Kisegítő Iskola műhely-épülete) - vállalkozás alakult Zalaegerszegen (NATURBAU).

A könnyű szalmavályog anyag előkészítésére két eljárás alakult ki:

Az ún. "permetező" eljárás során a szalmát lazán, körülbelül 10 cm vastagságban szétteregetik akkora felületen, mely körülbelül két személy részére könnyen átkarolható, majd sűrűn folyós kövér agyagos sárlével megöntözik, jól átkeverik, tapossák, végül deponálják. A következő rétegeket is hasonlóan készítik, majd a depóniát 6-24 órán keresztül ponyvával letakarva „érlelelik” a könnyebb bedolgozhatóság érdekében.

A "merítő" eljárás során a szalmát megmerítik a meszesládában, vagy a szilárd talajú gödörben lévő híg vályogkeverékbe, közben keverik, tapossák, mindaddig, amíg a szalma színe meg nem egyezik a vályogkeverék színével. Ezután az előzőek szerint érlelik.

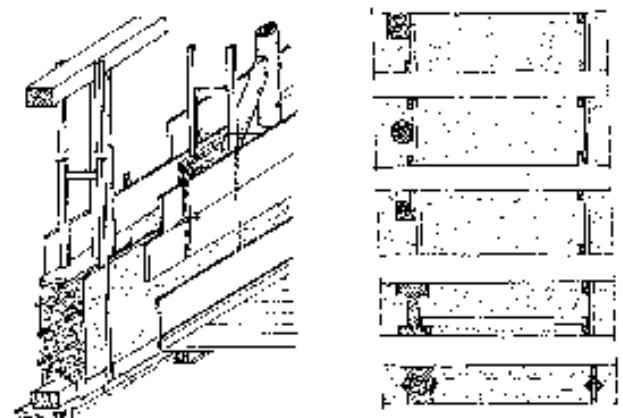
Mindkét eljárás után a kész szalma-vályogot vasvillával, vagy kis homlokrakodóval helyezik a zsalutáblák közé, majd döngölik.

Az előbbi két kézi eljárás mellett ma már többféle gépsort is kifejlesztettek a termelékenység növelésére. Francia példák pedig azt igazolják, hogy a gazdasági építészeten is jól hasznosítható ez a falépítési technika, mert a szalma-vályog anyag előkészítésére jól felhasználhatók a gazdaságokban egyébként is meglévő alapgépek és kiegészítő eszközök, mint például a traktor és az általa működtethető tololap, zagykeverő, trágyakiszóró kocsis, tartálykocsi és homlokrakodó.

A szalma-vályogok sűrűségétől függő hőtechnikai jellemzőit a 3. táblázat (18. oldal) mutatja. Könnnyű (400-800 kg/m³) keverékek földemek és tetőtérak hőszigetelésére, 800-1200 kg/m³ tömegű keverékek vázkitöltő (nem teherhordó) falazatként hasznosíthatók (12. ábra).

Hátránya e falazatoknak, hogy hőszigetelésük fokozása érdekében csak korlátozott mértékben lehet a hőszigetelő adalék mennyiséget növelni a falazat jelentős szilárdságcsökkenése nélkül. A falszerkezet vastagságának növelése (30-35 cm felett) a belső rétegek kiszáradását akadályozza, ami kedvezőtlen időjárású feltételek esetén

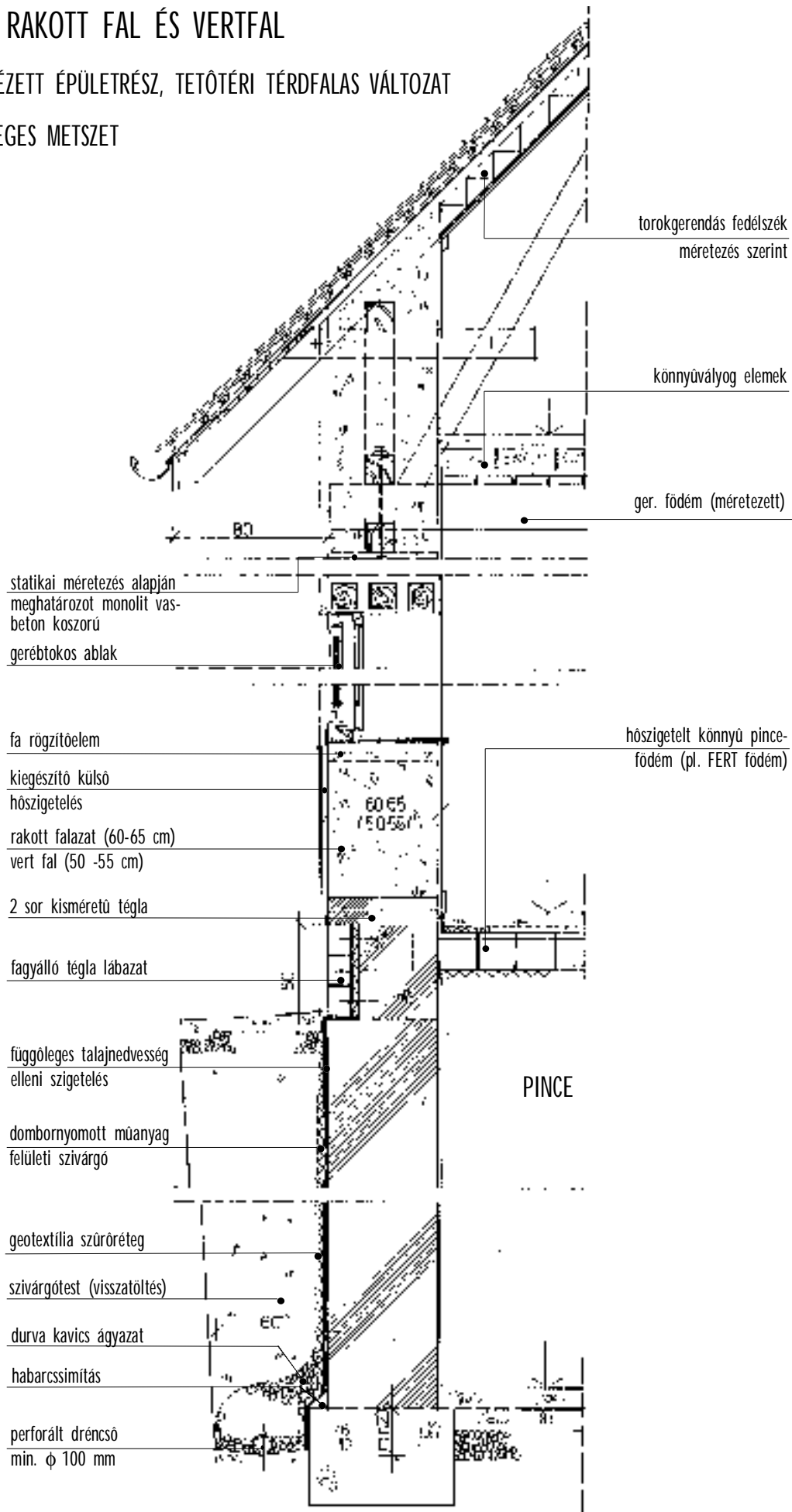
12. ábra Könnnyűvályog falszerkezet kialakításának főbb változatai



KÜLSŐ RAKOTT FAL ÉS VERTFAL

ALÁPINCÉZETT ÉPÜLETRÉSZ, TETŐTERI TÉRDFALAS VÁLTOZAT

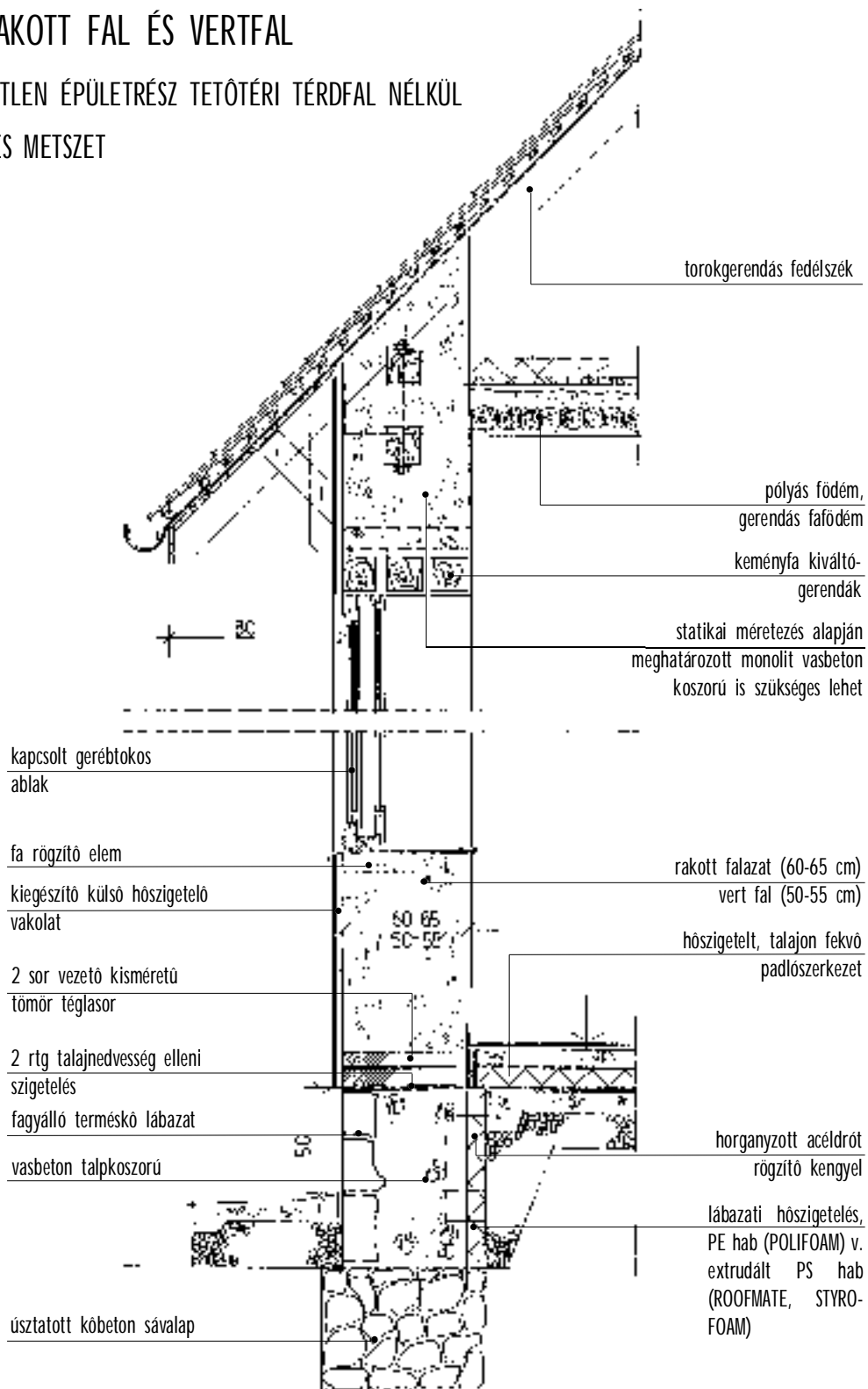
FÜGGŐLEGES METSZET



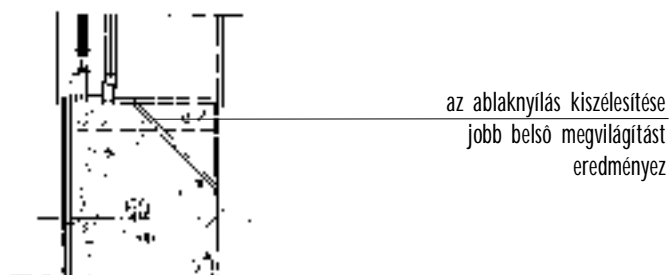
KÜLSŐ RAKOTT FAL ÉS VERTFAL

ALÁPINCÉZETLEN ÉPÜLETRÉSZ TETŐTERI TÉRDFAL NÉLKÜL

FÜGGŐLEGES METSZET



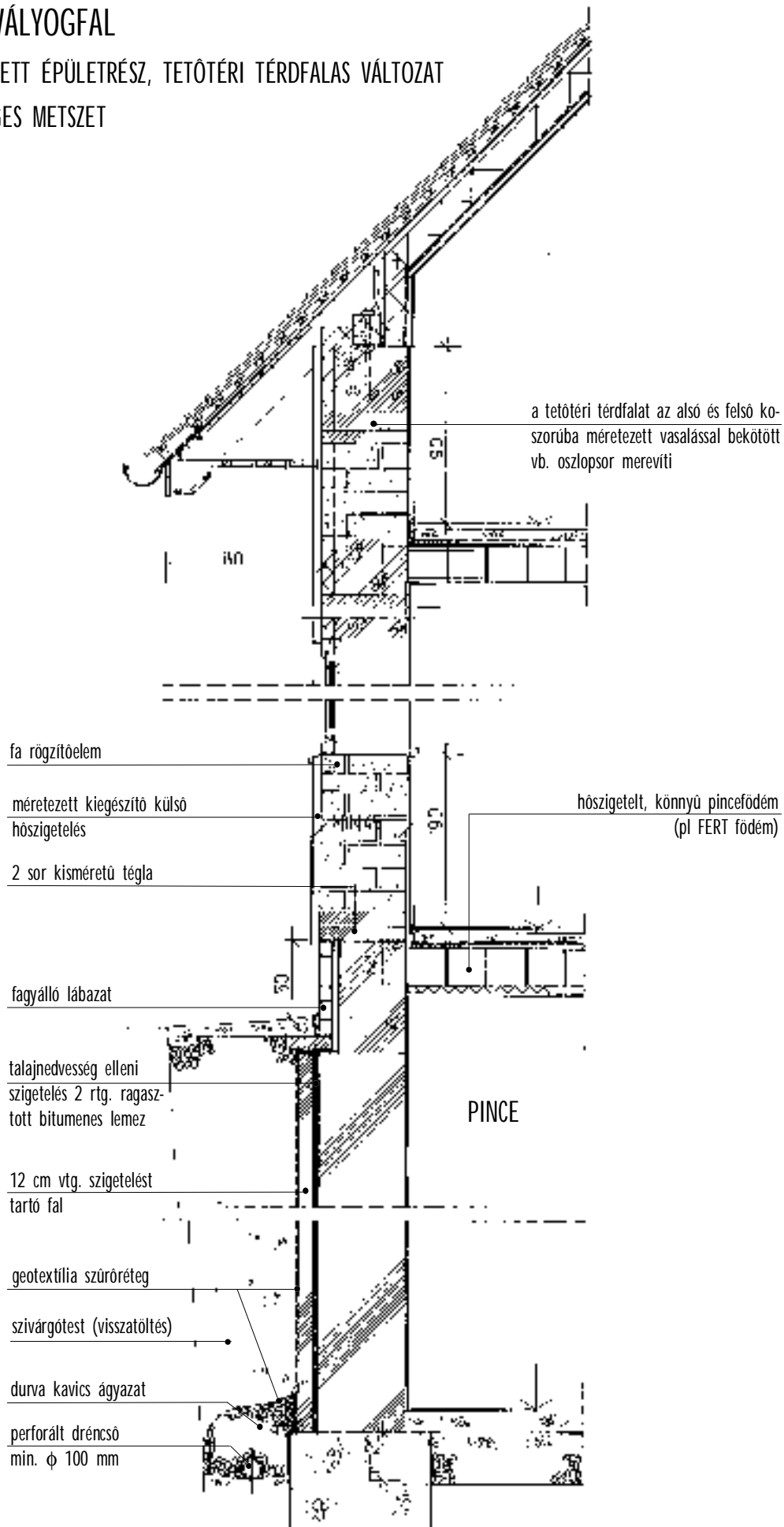
VÍZSZINTES METSZET



KÜLSŐ VÁLYOGFAL

ALÁPINCÉZETT ÉPÜLETRÉSZ, TETŐTERI TÉRDFALAS VÁLTOZAT

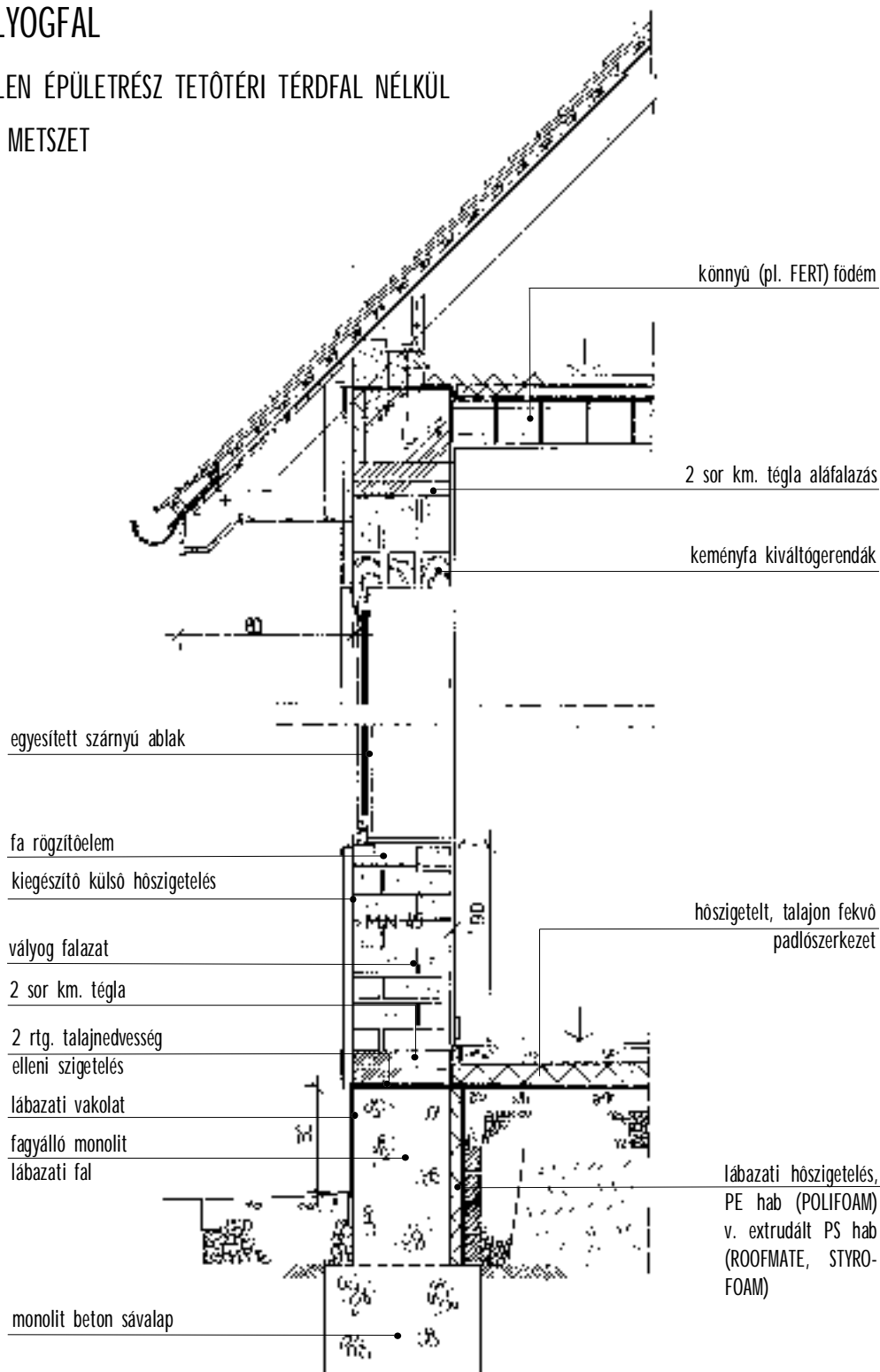
FÜGGŐLEGES METSZET



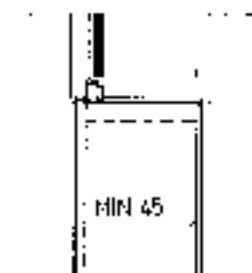
KÜLSŐ VÁLYOGFAL

ALÁPINCÉZETLEN ÉPÜLETRÉSZ TETŐTÉRI TÉRDFAL NÉLKÜL

FÜGGŐLEGES METSZET



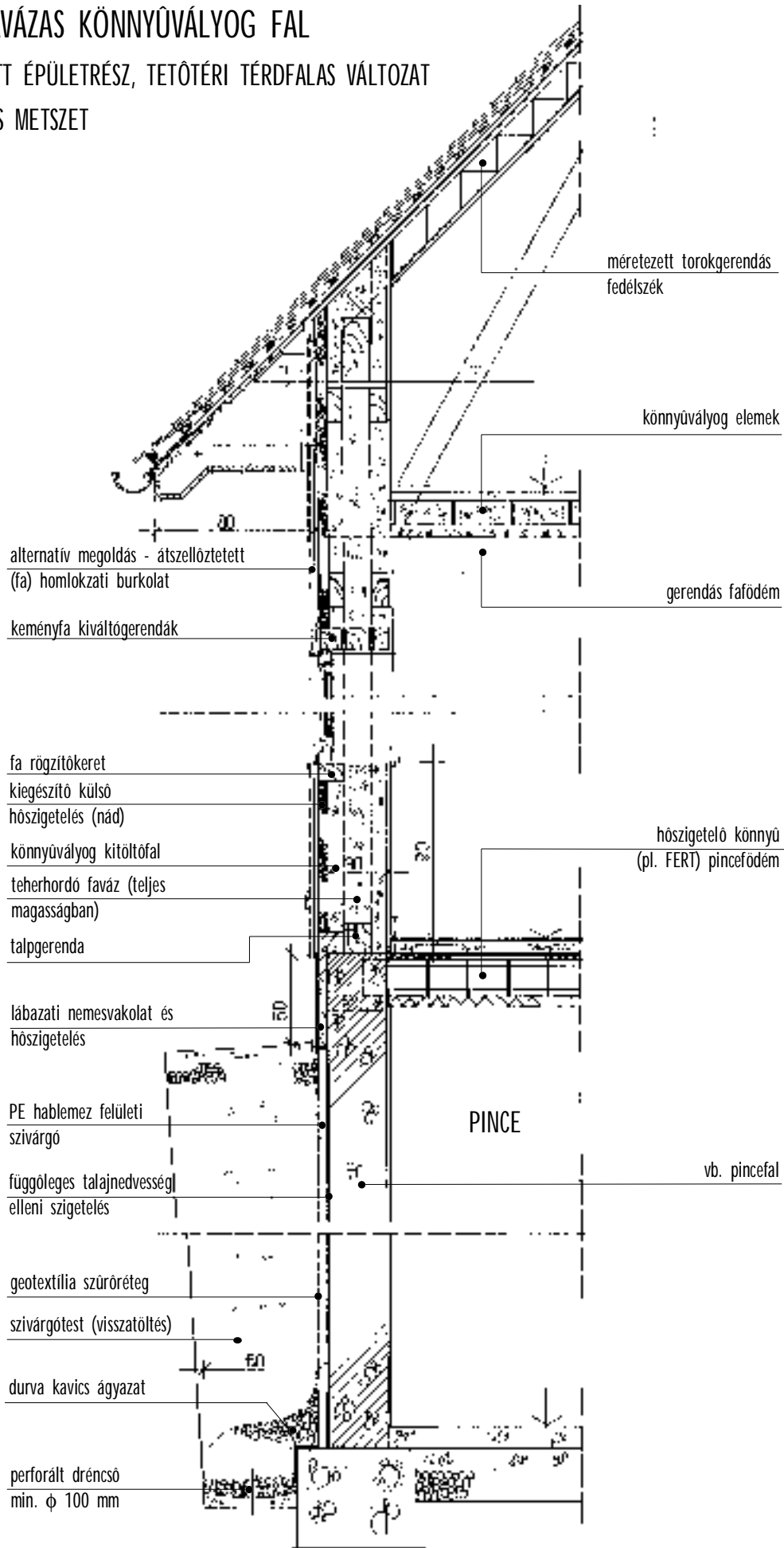
VÍZSZINTES METSZET



KÜLSŐ FAVÁZAS KÖNNYŰVÁLYOG FAL

ALÁPINCÉZETT ÉPÜLETRÉSZ, TETŐTÉRI TÉRDFALAS VÁLTOZAT

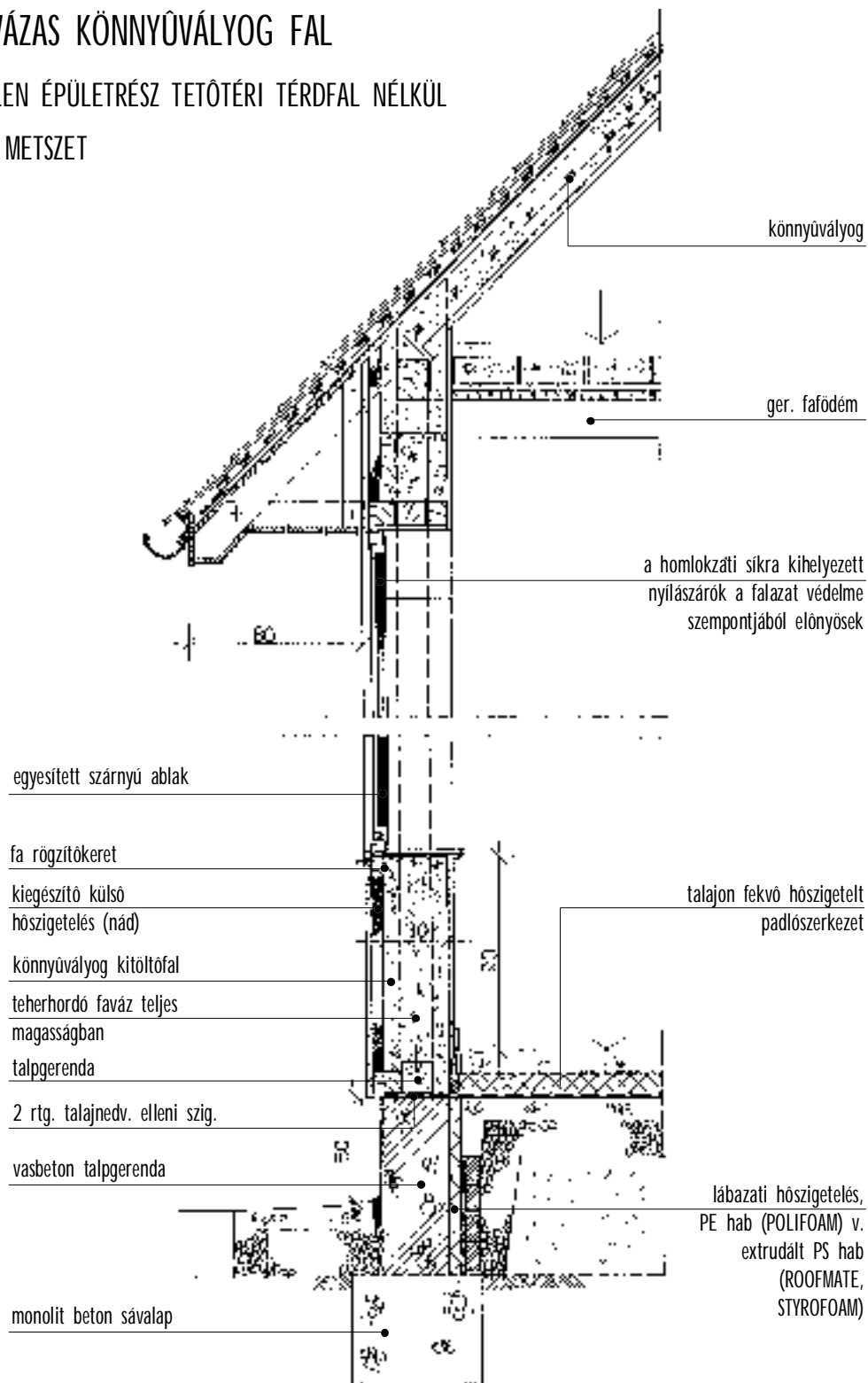
FÜGGŐLEGES METSZET



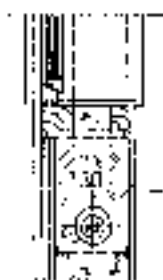
KÜLSŐ FAVÁZAS KÖNNYŰVÁLYOG FAL

ALÁPINCÉZETLEN ÉPÜLETRÉSZ TETŐTERI TÉRDFAL NÉLKÜL

FÜGGŐLEGES METSZET



VÍZSZINTES METSZET



A különféle föld és vályogfalazatok rétegrendi hőátbocsátási tényezője szükség esetén jelentősen javítható külső oldali hőszigetelés, illetve közbenső hőszigetelésű, átszelőltetett légréteges falszerkezet alkalmazásával. Ez utóbbi szerkezetekkel biztosítható legjobban a belső falfelület egyenletes és kedvező felületi hőmérséklete, ami a kedvező belső komfortérzet egyik igen fontos feltétele. További előny, hogy a belső nagytömegű falszerkezet hőtárolása e megoldásban hasznosul a leghatékonyabban.

A kiegészítő hőszigetelésű rakottfalas, vályogfalas, és favázás könnyűvályog falszerkezetek függőleges metszetei a előző oldalak ábráin láthatók.

☼ Vályog építőlemezek ☼

Belső terek építészeti kialakításában a szárazépítés terén új lehetőségeket nyújtanak a német CLAYTEC cég által kifejlesztett vályog építőlemezek és a gipszkarton lemezhez hasonló szárazvakolatok.

A vályog építőlemez vastagsága 25 mm, lapmérete 150 x 62,5 cm, súlya kb. 16,4 kg/lap (17,5 kg/m²), sűrűsége 700 kg/m³. A könnyű növényi és ásványi adalékok és növényi rostok hozzáadásával készített vályogkeverék hordozó szerkezete két réteg, egymásra merőleges szálirányú nádszövet, külső oldalán juta-szövet. Az építő

3. táblázat A vályogok sűrűségétől függő hőtechnikai jellemzők

	TESTSŐRŰSÉG ρ kg/m ³	HŐVEZETÉSI TÉNYEZŐ λ W/m*K	FAJHŐ c kJ/kg*K	HŐTÁROLÁS s ($s=c*\rho$) kJ/(m ³ *K)	TESTSŐRŰSÉG b ($b=c*\rho*\lambda$) kJ/(m ² *h ^{1/2} *K)
Könnnyűvályog	300	0.1	1.3	390	11.8
	400	0.12	1.2	480	14.4
	600	0.17	1.1	660	20.1
	800	0.25	1.1	880	28.1
	1000	0.35	1.1	1100	37.2
	1200	0.47	1.0	1200	45.0
Szalmavályog	1400	0.59	1.0	1400	54.5
	1600	0.73	1.0	1600	64.8
Tömör vályog	1800	0.91	1.0	1800	76.8
	2000	1.13	1.0	1200	90.2
Összehasonlításul:					
tömör beton	2400	2.1	1.0	2400	134.7
tömör tégl	1800	0.80	1.0	1800	72.5
üreges tégl	800	0.33	1.0	800	30.8
gázbeton	600	0.19	1.0	600	20.2
fenyőfa	600	0.13	2.1	1260	24.3
farostlemez	400	0.09	2.1	840	16.8

lemezeket maximum 50 cm-ként elhelyezett lécvázra kell rögzíteni. A lemezek külső felületeit határoló jutaszövet önmagában is kellemes belső felületi megjelenést biztosít, de belső tér felőli oldala általában vékony finomvályoghabarcs simitást kap. A lemezek illesztési hézagait juta, vagy üvegszövet erősítéssel látják el, melyeket kazéines ragasztóval, illetve vályog-finomvakolattal ragasztanak fel. Felhasználási területük: fa-, vagy fémvázás belső falszerkezetek burkolataként, mennyezetburkolatok céljára, vályog- és mész finomvakolatok hordozó rétegeként, szegélyzsaluzatként, valamint könnyűvályog falszerkezetek benntartó zsaluzataként.

A vályog építőlemezhez hasonló kialakítású, de kisebb vastagságú és méretű lemez a vályog-szárazvakolat. Vastagsága 16 mm, lapmérete 62,5x62,5 cm. Súlya 4,7 kg/lap (12 kg/m²), sűrűsége 700 kg/m³. Felhasználható tetszőleges anyagú és szerkezetű régi vagy új fal- és földémszerkezet burkolására valamint vályog finomvakolatok hordozórétegeként. Felületképzésére az előzőekben elmondtak érvényesek.

Mindkét építőlemez egyszerű kézi szerszámokkal jól vágható, alakítható. Alkalmazásukkal meglévő helyiségek belső klímája is javítható (pl. paneles épületek esetén).

A homlokzati vakolat minősége és tartóssága szempontjából fontos a vakolás időpontjának optimális meghatározása, továbbá az alapanyagok és a vakolt felület gondos előkészítése. Vakolni csak a már megfelelően kiszáradt (ezáltal megülepedett) falszerkezetet lehet. A falazat belső magjának maximális nedvességtartalma Niemeier szerint maximum 5 tömeg% lehet (nem elegendő tehát a látványos felületi szárazság). A száradással összefüggő vázrakozási idő természetesen a képlékeny és a földnedves technológiákkal készülő falazatoknál a leghosszabb (legalább 1 év) de a vályogfalazatok esetén is legalább fél évet kell várni a vakolással.

A homlokzati vakolási munkák során kerülni kell a szélsőséges időjárási viszonyokat (az optimális hőmérséklet: +5°C-tól +25 °C-ig), és a közvetlen napsütés ellen letakarással (pl. nedvesített ponyvával) kell védekezni.

A vakolandó felület előkészítése (érdesítése) más és más feladatot jelent a különféle falazattípusok esetén.

Vert és rakott falnál megoldást jelenthet a nyersfalépítést követően a még meg nem száradt falfelületek vasgömbölyével vízszintes és függőleges irányban történő átkaparása, illetve a fal felületének föntről lefelé ferde irányban kezünk ujjaival, kalapács fejével vagy egyszerű célszerszámmal való, néhány centiméter mély belyuggatása. A zsaluzás során vékony L alakú idomtégla is elhelyezhető, illetve a friss falba rétegesen apró téglatormek is nyomkodható. Vályogfalak fugáinak körülbelül 2 cm mély kikaparásával lehet a felületet "érdesíteni". A felületet vakolás előtt minden esetben portalánítani kell.

A vakolat tartásának legbiztosabb módszere a falra rögzített nádszövetek alkalmazása, mely réteg hőtechnikai szempontból is előnyös. Rögzítését tartósan korrózióálló bevonattal ellátott 1,6-2 mm vastag lágyhuzalokkal és 100-as szögekkel végezzük. (A falfelület huzalozása, rabicháló rögzítése kevésbé korrózióálló megoldás, ami foltosodáshoz vezethet, illetve a fémszálak és a vályogvakolat eltérő mértékű hőmozgása következtében a vakolat könnyen megrepedezhet.) A vakolási munkák jelentősen egyszerűsíthetők egyes, a kereskedelmi forgalomban kapható tartós korrózióvédelemmel ellátott vakolóprofilok segítségével, különösen a falsarkok, nyíláskezetek kialakításánál.

A felület előkészítésének befejezésekor, a külső vagy belső vakolat felületi tapadásának biztosítására gúzolás végeznek. Ez a vakolat - kötőanyagában valamelyest dúsított, vízzel hígított - saját anyagának, az előnedvesített falfelületre, vékony rétegben való felhordásával történik. A legalkalmasabb összetételű keveréket célszerű a vakolási munka megkezdése előtt vakolatpróbákon kipróbálni. Ennek során legalább négy darab, egyenként egy négyzetméter felületre 2 cm vakolatot kell felhordani. A mintákat egyre növekvő adalék, illetve javítóanyag felhasználás mellett hordjuk fel, megjegyezve ezek keverési arányát. A minta akkor megfelelő, ha erőteljesen portalánított, az elkövetkezők szerint gúzolásal kellősített alapra való felhordást követően a vakolat nem repedezik össze, a

benne lévő adalék nem pereg ki (nedves ronggyal való dörzsölés hatására), illetve nem hullik le. (Anyagtani szempontból a vályogvakolat kötőképességének legalább az 50 g/cm² értéket (DIN szerinti vizsgálattal) meg kell haladnia).

Belső vakolatok

Egyrétegű vakolatként, illetve többrétegű vakolatok alapvakolatoként (1,5 cm vastagságban) általában a homokos vályogvakolat alkalmazása célszerű, mely a föld- és vályogfalakhoz jól tapadó, durva szemcséjű homokkal készített, esetleg 2-3 cm hosszú, vékony szálú rostos anyaggal (állati szőrök, törek, pelyva, szalma) töltött, képlékeny vályoghabarcs. A vakolandó felületet megfelelően elő kell készíteni (plasztikus kövér vályoggal, esetleg igen vékony mészhabarcs gúzólassal). A vályoghabarcs kövérségétől függően az alapvakolatra - vályog és homok 1:1,5-1:3 arányú keverékéből készült - finomvakolat is felhasználható. Nedves helyiségek falazatának párávédelmére további vékony mészhabarcs bevonó rétegeket is fel lehet hordani (legfeljebb öt rétegben), az egyes rétegek közt legalább egy nap reakcióidőt hagyva. (További hagyományos vályogvakolat-fajták leírása a szakirodalomban megtalálható.) Belső oldali nádazásra természetesen hagyományos belső vakolat is felhordható, de ekkor lényegesen lecsökken a vályogfal bevezetőben említett páraszabályzó szerepe.

Homlokzati vakolatok

Külső oldalon az előzőekben leírt, gúzolt felületre készített homokos vályogvakolatra mint alapvakolatra általában több, időjárásvédő vékony mészhabarcs réteg készül. Szélsőséges időjárási viszonyok között, csapadéktól kevésbé védett (kis ereszkiülésű) épülethomlokzatok esetén természetesen a nádazásra készített, jelenleg kereskedelmi forgalomban kapható páraáteresztő hőszigetelő, illetve normál homlokzati vakolatok közül is tetszés szerint választhatunk.

A német CLAYTEC cég földnedves és porszáraz állapotú, előrekevert, zsákolt külső és belső vakolatokat is forgalmaz, melyek víz hozzáadásával közvetlenül felhasználhatók.

Felületképzés

13. ábra Épülő vályogház



Földfalak vakolt felületeit legcélszerűbb simára eldolgozni, hogy a homlokzaton lefolyó csapadék minél gyorsabban távozhasson. Belső felületeken legcélszerűbb a három rétegű kazeines mészfestés, külső homlokzati felületeken pedig valamely hidrofób páraáteresztő külső bevonati rendszer.

✿ Új föld- és vályogfalú épületek szerkezeti kialakításának ✿ főbb szempontjai

Alapozások

Az alapozási síkot földszintes épület esetén a teherbíró általaj szintjéig, illetve a fagyhatárig kell levinni, alapincézett épületeknél a tervezett mélységig. Az általában nagy alapszélesség a nagy falvastagságokból adódik, mely földszintes épületek esetén szilárdsági szempontból gyakran nincs kihasználva. Az alapozás jelentős anyagfelhasználása miatt a tisztán beton sávalap helyett gazdaságosabb az úsztatott köb beton, illetve hagyományos természetes kő alapozás alkalmazása, amennyiben a megfelelő szilárdságú fagyálló kőanyag rendelkezésre áll.

Pincefal

Anyaga tömör téglá, vagy betonfalazat, vastagságát és kialakítását az épület függőleges terhei és az oldalirányú földnyomás határozza meg. Talajnedvesség elleni függőleges falszigetelésként a szigetelőstartó falra felvezetett hagyományos talajnedvesség elleni kétrétegű bitumenes lemez szigetelés, vagy a pincefal külső síkján pontonként függesztett, a szivárgótesthez csatlakozó PE fólia szigetelés alkalmazható.

Lábazat, falszigetelés

A lábazatot fagyálló anyagból, megfelelő magasságig a terrepszintből kiemelve (min. 50 cm-re), hőhidmentesen, felső síkján a felszívódó talajnedvesség elleni védelemmel ellátva kell építeni. Kedvezőtlen általaj adottságok esetén a komoly falkárokat okozó süllyedéskülönbségek megelőzésére a lábazati gerendát méretezett vasbeton gerendaként célszerű kialakítani.

Falazatok

A különféle hagyományos földfalszerkezeteket a lábazatról egy- vagy két réteg tömör kisméretű vezető téglasorról kell indítani. A földfalak sajátos építésmódjának megfelelő mértékben a falszerkezet ülepedik, száradása folyamán zsugorodik, amit a csatlakozó szerkezeteknél (nyílászárók, áthidalók, födécek) figyelembe kell venni. A koncentrált teherátadások helyein (áthidalók, födémgerendák felfekvése) megfelelő teherelosztásáról kell gondoskodni (pl. nagyszilárdságú kisméretű tömör téglá aláfalazás, alábetonozás). Kerülni kell a vegyes falazatok alkalmazását egy falsíkon belül, mert ez az egész falszerkezet szilárdságcsökkenéséhez vezethet, kivéve, ha a tetőtérbeépítés céljára szükséges erősítő, tartóoszlopokról van szó. A falazat átnedvesedését minden irányból meg kell akadályozni, de a páradiffúziót lehetővé kell tenni. (13. ábra)



Födémek, áthidalók

Szerkezetileg kedvező, ha a földfalakra könnyű fafödém, vagy vázkerámia béléstestekkel könnyített vasbeton gerendás födém kerül. Tetőtérbeépítés esetén a vizes helyiségek alatt fafödém nem építhető. A födémek, áthidalók teherátadásával kapcsolatos szempontokat az előző pont tartalmazza.

Fedélszerkezetek, fedések

A fedélszerkezet terheléséből származó vízszintes erőkomponenst a födémszerkezetnek, illetve a kötőgerendáknak - amennyiben ez utóbbi készül - kell fölvenni. A fedélszerkezet alakja, a fedés anyaga feleljen meg a táji építési hagyományoknak és helyi anyaghasználatnak.

Épületgépészeti szempontok

A föld- és vályogépítés jelenlegi alkalmazása során mind a hagyományos, mind az újszerű technológiák alkalmazása esetén biztosítani kell a korszerű épületgépészeti berendezések, eszközök, szerelvények elhelyezhetőségét és az energiatakarékos fűtési rendszerek kialakításának lehetőségét.

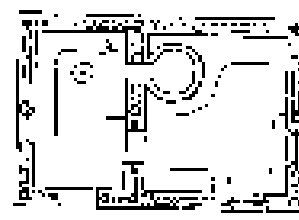
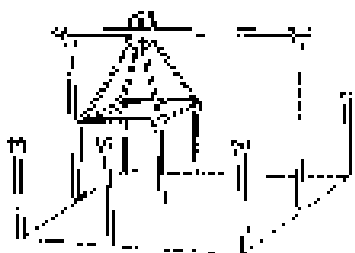
A különféle vízvezetékek számára a föld- és vályog teherhordó falszerkezeteket megvédeni nem szabad, ezek számára a falon kívüli, esetleg 12 cm vtg., hátul átszellőztetett téglafalban falhoronyban, illetve hasonlóan átszellőztetett vörösfenyő burkolat mögött történő vezetése javasolt.

A különféle gépészeti szerelvények rögzítésére alkalmazhatók azok a megoldások, melyeket a terheléstől függően a modern rögzítéstechnika kifejlesztett (pl. univerzális rögzítő elemek), illetve nagyobb terhelések esetén egyedi tervezést igényelnek (pl. alátámasztás, falon átfűzött alátétlemezes csavaros megoldások stb.)

Speciális szempontok gazdasági jellegű épületek kialakításánál

- Fokozott védelem a felszivárgó nedvesség (alom, vizelet) ellen pl. lábazat kiemelésével. Védőburkolatokkal (deszkázat) fokozott biztonság a mechanikai rongálás ellen (dörzsölés, kirágás, nyalogatás).

- Védelem a rágcsálók és rovarok ellen (beton padozatba fémszövet háló elhelyezése, ill. üvegszilánkok adalékolása).
- A gazdaságban fellelhető növényi rostos anyagok felhasználása.
- Mezőgazdasági gépek felhasználása az anyag előkészítéshez, gyártáshoz és bedolgozáshoz (traktor, különféle adapterekkel - pl. talajmaró, kanalas kotró, tolólap, homlokrakodó - trágyakiosztó kocsi (a keveréshez), tartálykocsi (pl. könnyű vályog technológia alkalmazása esetén)).
- Többrétegű, közbülső hőszigetelésű, energiatakarékos falszerkezetek, átszellőztetett légterű falburkolatok alkalmazása.



14. ábra Colőpvázás nádfalú ház rekonstrukciója

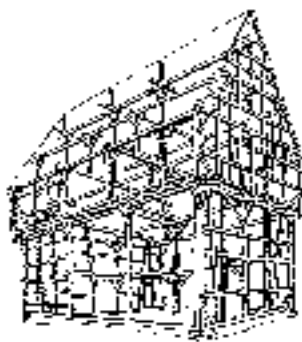
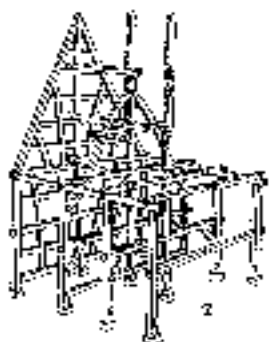
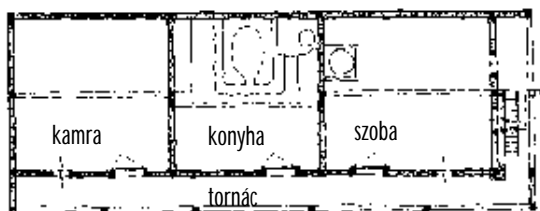
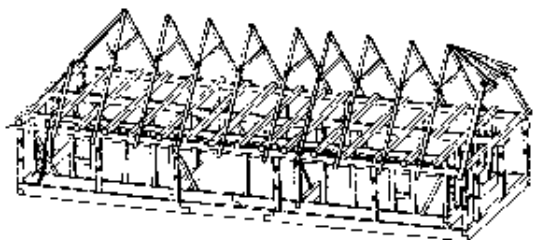
A földfalak mellett a faanyagú építésmód eredete is a legkorábbi civilizációig vezethető vissza a Kárpát-medencében, és gyakran jelenik meg együttes alkalmazásuk a favázás, földfalkitöltésű falszerkezetekben.

A kezdetben fában gazdag vidék arculata a szántóföldi földművelés, majd különösen a XIX. századi folyamtszabályozások következtében jelentősen megváltozott, építőfában jelentős hiány lépett fel.

Napjainkban a faanyagú, és a favázás, réteges falszerkezetű energiatakarékos lakóházak építésének lehetősége a faépítészetet újból az érdeklődés középpontjába vonta. Ennek oka egyrészt a hazai és a külföldi vegyes tulajdonú cégek gyártókapacitásának jelentős növekedése, másrészt a házépítő civil szervezetek (pl. a Házat-Hazát Alapítvány) tevékenységének megélénkülése a lakosság fokozódó érdeklődése mellett.

A faszervezetű épületek építésének előnyei

- A fa környezetbarát, megújuló építőanyag.
- Könnyű, egyszerű eszközökkel megmunkálható.
- Helyszíni építésre, de üzemi előregyártásra is alkalmas, gazdaságosan szállítható.
- Réteges falszerkezetei kiváló hőszigetelést biztosítanak.
- Gyors szerkezetépítést tesz lehetővé, így a faépületek építése kevésbé időjárásfüggő.
- A már elkészült épület könnyen átalakítható, bővíthető,



tő, bontható, máshol újra felállítható.

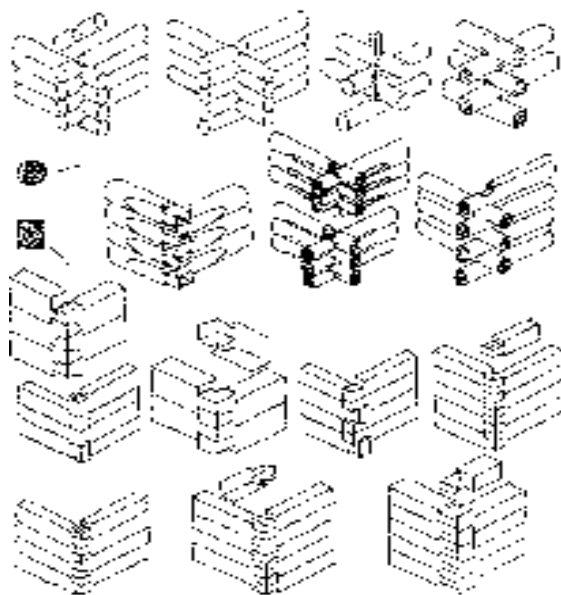
- Egyes újabb változatai, rendkívül egyszerű szerkesztésmódjuk következtében, igen kevés szakmunka felhasználással házilagosan is kivitelezhetők.
- Az épület külső építészeti megjelenése igen változatos lehet.

A faszervezetű épületek építésének hátrányai

- Igényesebb minőségű faanyagok csak import által szerezhetők be jelenleg Magyarországon, ezért ezek árszintje viszonylag magas.
- A favázás épületek nyáron túlmelegedésre hajlamosak (ez azonban megfelelő építészeti és szerkezeti megoldásokkal - mint pl. átszellőztetett réteges falszerkezet alkalmazása, valamint az épület előtti széles terasz kialakítása - jelentősen mérsékelhető).
- Tartós nedvességre, farontó gombákra, rovarokra, tűzre érzékeny, mely hatások ellen különféle bevonati rendszerekkel védekezhetünk.

✿ Hagyományos fa anyagú falszerkezetek ✿

A hagyományos faanyagú teherhordó falszerkezetek két alaptípusa a favázás (gerendavázás) falak és a gerendafalak (boronafalak) csoportja.



15. ábra Rinyakovácsi favázás szerkezetű épület rekonstrukciós rajza

16. ábra Különböző kialakítású favázás kitöltőfalas épületek (német példák)

17. ábra Boronafalak sarokkiképzései a Felvidékről



Favázás falak

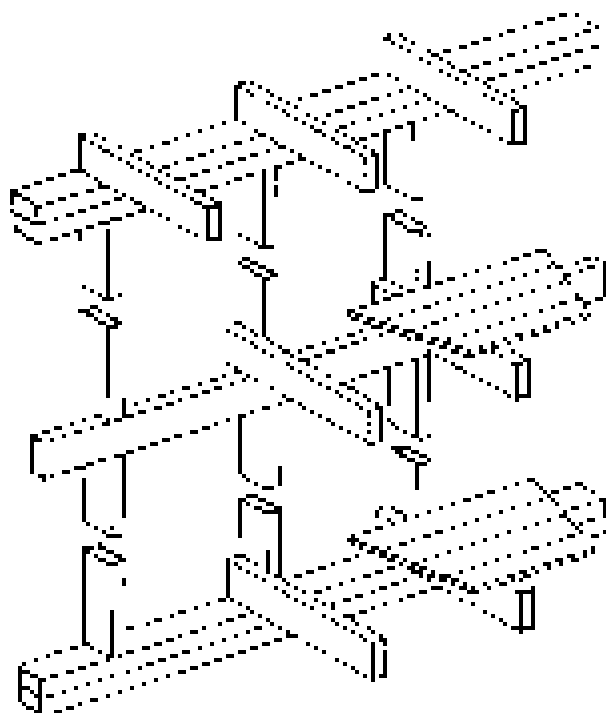
A favázás falszerkezetek két tradicionális fajtája a cölöpváz és a talpas váz (ld. 8. ábra).

Cölöpvázás falszerkezetek

A cölöpváz jellemzője, hogy a felső végükön elágazó teherhordó faoszlopok az épület sarkain, többsejtű háznál a falcsatlakozások helyein, hosszabb falszakaszokon a szükséges távolságban, földbe befogott különálló szerkezeti elemek. Az oszlopok felső elágazó végei tartották a vízszintes szelemengereendákat (szelemenes fedélszerkezet). Építéséhez nem szükséges fejlett ácstechnika, mivel a vázszerkezet állékonyosságát a földbe ástott oszlopok biztosították. A régészeti ásatások szerint a cölöpvázás szerkezet már a neolitikumban is igen elterjedt szerkezet volt a Kárpát-medencében. Különösen a vízjárta sík, alföldi területeken alkalmazták, ahol az ökológiai adottságoknak megfelelően lombos fából, elsősorban tölgyből, szilből, egerből stb. készítették a favázat. (14. ábra)

Talpas vázas falszerkezetek

A talpas váz alapját a nagykeresztmetszetű, bárdolással megmunkált keményfa (általában tölgy) talpgerenda alkotta, melyeket kövekre, vagy tuskókra fektettek. A talpgerendára a sarkokban, falcsatlakozások helyein, a nyílászáró szerkezetek két oldalán faoszlopokat állítottak, melyeket felső végükön ismét gerendával fogtak össze, majd erre általában szarufás fedélszék került. (15. ábra) A talpas vázas falszerkezetek hazai elterjedése a késői középkorra tehető, de az észak-német területeken is csak a XII.-XIII. században jelentek meg. A talpas vázszerkezetek többszintes, igényes ácsmunkával, művészi faragott díszítésekkel ellátott változatai elsősorban a középkori angol-szász területeken fejlődtek ki. Német Fachwerk lakóházak favázszerkezetének részletei láthatók a 16. ábrán.



A faváz kitöltőfala

A faváz kitöltőfala lehetett valamely földfaltípus, tisztán faszervezet, illetve a föld és a faanyag felhasználásával készített vegyes falszerkezet.

A favázak közötti földfalak főbb változatai a rakott sárfal, a gömbölyeges sárfal, a vertfal, a vályogfal, és a sövényfal.

Faszervezetű vázkitöltő falak az ún. zsilipelt falak. A faváz két szemközti oldalába hornyot véstek, és ebbe engedték bele felülről a vázkitöltő vízszintes gerendákat (boronákat), pallókat, vagy deszkákat. Faanyagként nemcsak fenyő-, hanem lombos fafajták is alkalmasak voltak.

Vegyes falszerkezetek gyakran úgy jöttek létre, hogy a faváz két oldalán valamilyen összefüggő, vagy ritkított bennmaradó zsaluzatot alkalmaztak a kitöltő földfal jellegének megfelelően (pl. sövényfonást, deszkázatot vertfal, lécezést szalmás sárfal esetén). A pólyás födémelekhez hasonló megoldás a favázak között szalmás sárhurkákkal körbetekert vízszintes, vagy függőleges helyzetű egyenes karókból álló gömlyefal, melyet kétoldaltól tapasztottak. A téglagyátrás fejlődésével egyre inkább elterjedt a favázak közének téglával történő kifalazása.

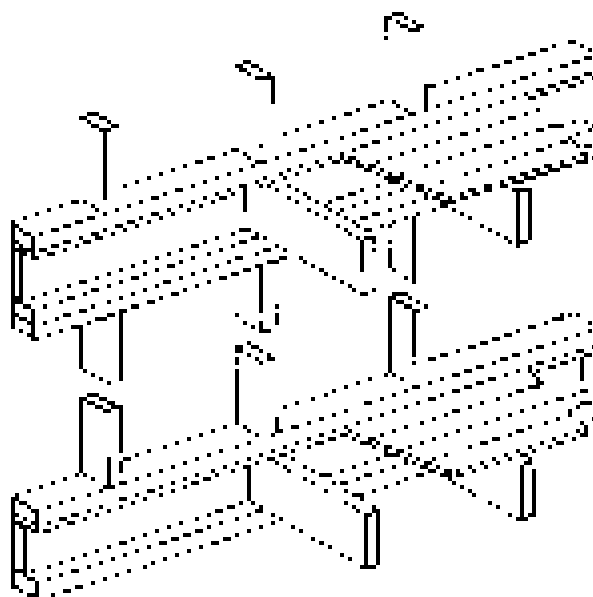
Boronafal szerkezetek

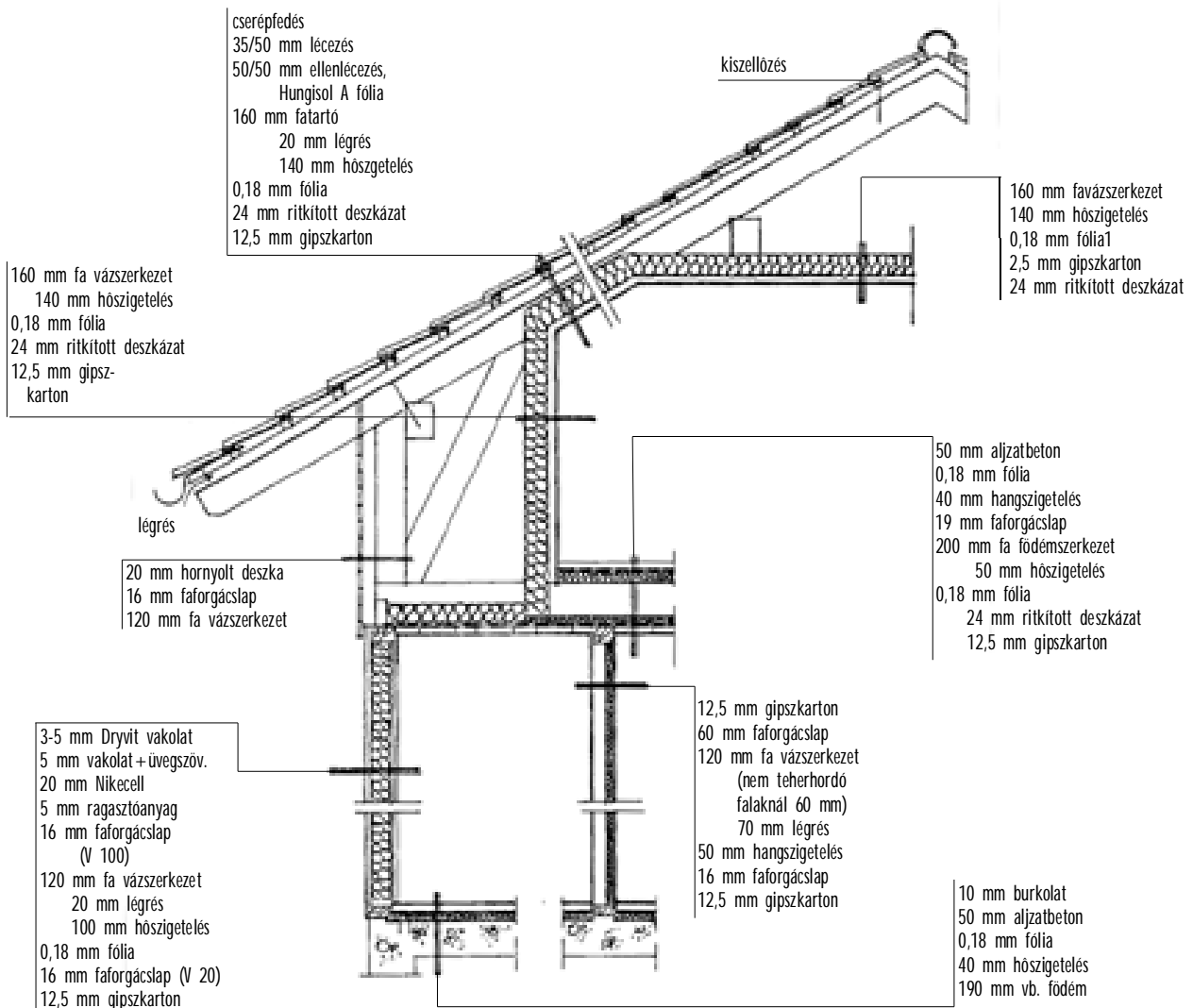
A vízszintesen elhelyezett gerendákból álló falszerkezeteket boronafalnak nevezzük. A népi építészetben a földszintes boronafal épületek alatt alapozás általában nem készült, hanem az épület sarkait nagy kövekre, vagy tuskókra fektették. Legrégőbbi emlékei a bronzkorból származnak. A boronafalak a falsarkokon különféle fakötésekkel kapcsolhatók össze.

Legelterjedtebb megoldás az ún. keresztfejes boronafal, mely kétféle eljárással készült:

18. ábra „Balloon-frame” szerkezet

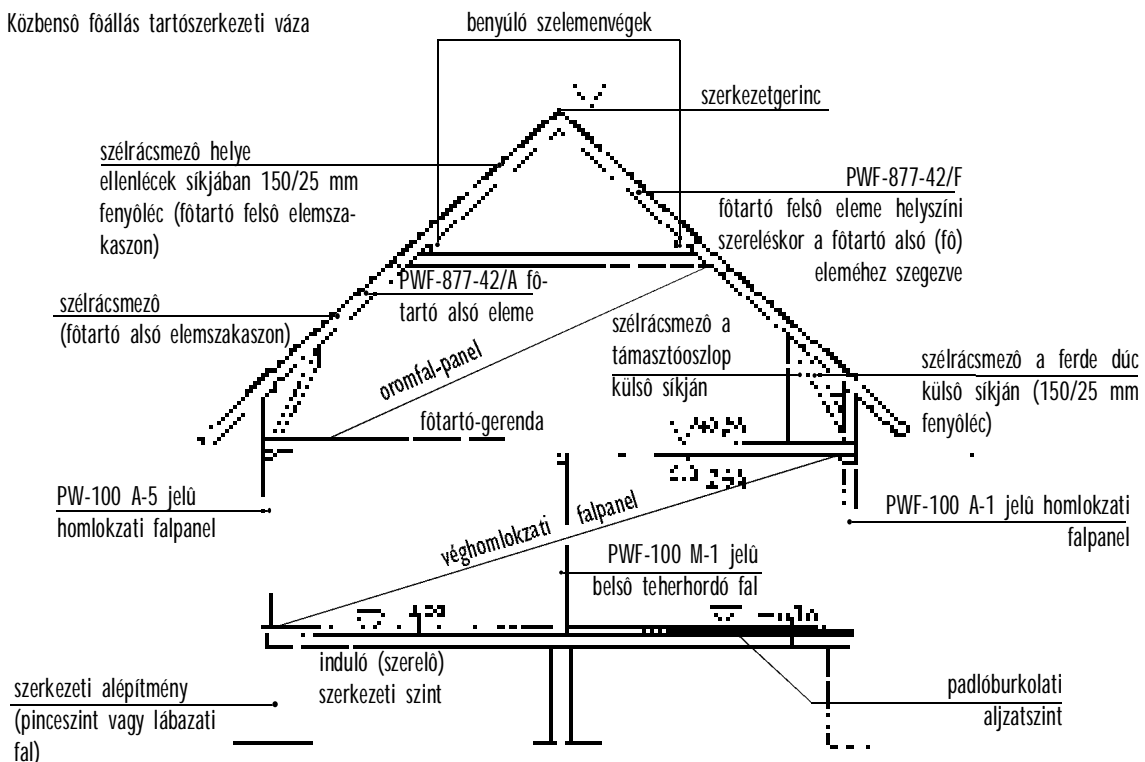
19. ábra „Platform” szerkezet





20. ábra A PANNON-WOLF gyorsház falainak rétegfelépítése

21. ábra Középső főállás tartószerkezeti váza



Az egyszerűbb és régebbi megoldás során a gerendavégektől 15-20 cm távolságra a hosszirányra merőlegesen alul, ritkábban felül is, félkör alakú vályatokat, ún. fészket faragtak a keresztirányú gerendák átlapolással történő csatlakoztatására. Az újabb változatokban a bevágás nem félkör, hanem szögletes vonalú ún. vályús kötés, mely a gerendák jobb felfekvését, tartósabb kapcsolatát biztosította. A gerendavégek épület sarkain túlnyúló végeit gerendezeknek nevezték.

A gerendák összeerősítésének másik módja, amikor a bárdolt, vagy szögletesre faragott gerendák végeit csapolt, vagy lapolt gerendakötéssel illesztették egymásra. A gerendavégek ez esetben is túlnyúlhattak (keresztvéges lapolás), de le is fűrészelhették (fecskefarkas lapolás), mely utóbbi megoldás gyakoribb volt. A felvidéki boronafalak sarokkiképzésének változatait a 17. ábra szemlélteti.

A gerendák tömítésére mohát, illetve agyagot használtak. A fafelületek szabadon is maradhattak, de igen gyakran levakolták. A vakolás tapadását a fafelület baltával történő feldurvításával, ferde keskeny lécezéssel, esetleg vékony faszögek beütésével biztosították.

Jelenleg Magyarországon a különféle (általában külföldi) gerendaelemes faházak katalógusból megrendelhetők, melyeket precíziós famegmunkálással, előregyártva szállítanak az építéshelyszínre. Az egymásra illeszkedő kiváló minőségű fenyő gerendaelemeket az összeállítási terv szerint építik össze, kétsoronként sakkáblaszerűen függőleges furatokon keresztül rugalmas (pl. nyírfa) csapokkal csapolják össze. Hőtechnikai szempontból a megrendelhető gerenda-vastagságok hétvégiházakhoz önmagukban

is elegendőek, állandóan lakott lakóépületek esetén azonban függőleges lécváz közé belső hőszigetelés, a lécváz belső tér felőli oldalára a külső gerendaelemes fal látványát imitáló vízszintes deszkaburkolat készül. Igen fontos a függőleges lécvázakat, valamint a nyílászárók tokszerkezeit oly módon rögzíteni, hogy a falszerkezet ü-lepedéséből, száradásából adódó függőleges irányú néhány cm-es méretcsökkenés felvételére alkalmasak legyenek. A vízszintes gerendák illesztési hézagait vékony filc-szerű anyaggal tömítik.

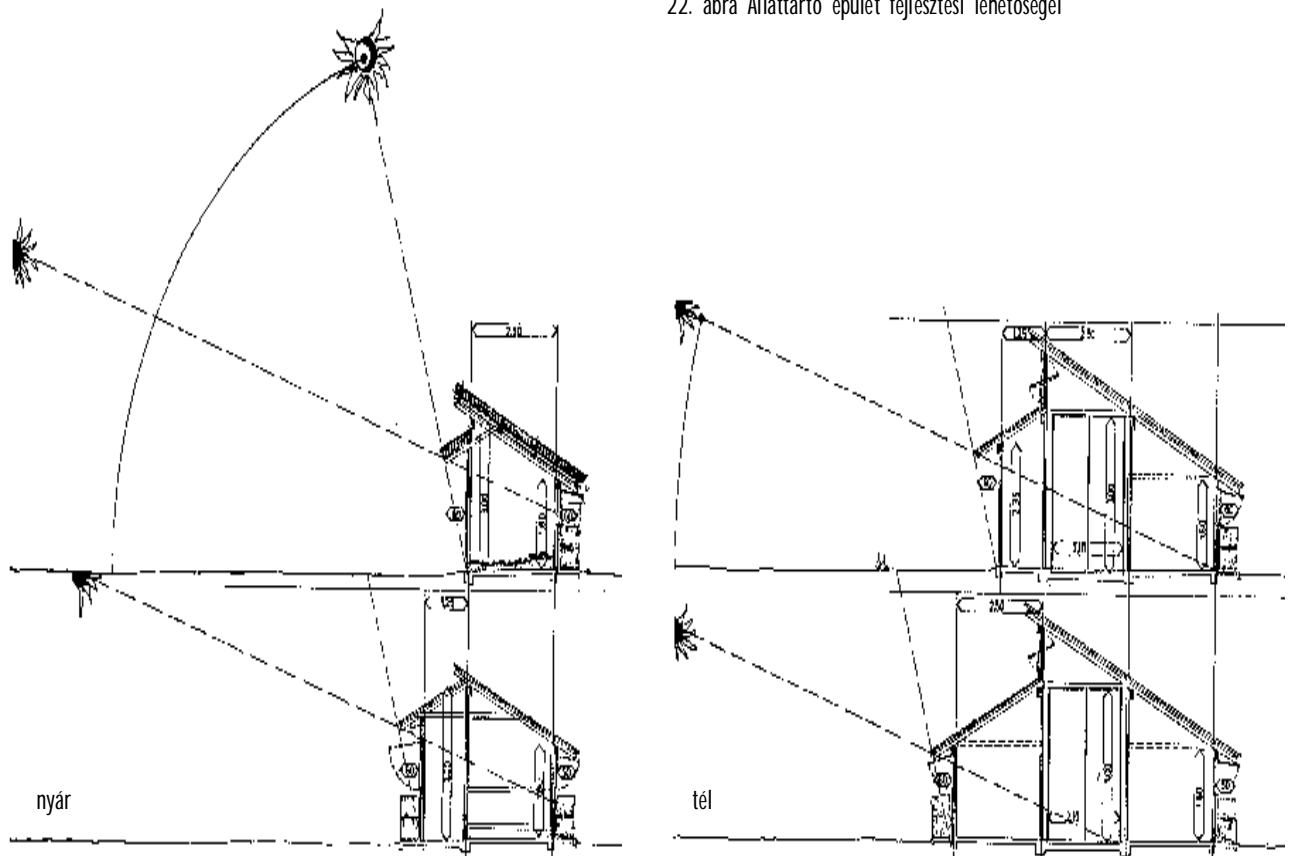
✿ Új módszerek alkalmazása a favázak építésében ✿

Könnyű gerendavázak szerkezetek

Balloon frame szerkezetek

A XVIII. század végén megindult robbanásszerű amerikai gazdasági-társadalmi fejlődés építési igényeit a hagyományos építésmódokkal már nem lehetett követni, ezért szükség volt egy olyan olcsó, egyszerűen és gyorsan kivitelezhető, kevés szakmunkát és szerszámot igénylő könnyű favázak építési rendszer kifejlesztésére, mely rugalmasan alkalmazkodni tud a legváltozatosabb alaprajzi igényekhez. Ez az építésmód a balloon frame („ballon-könnyű” váz), melyet a szerkezeti elemek leggyakrabban használt mérete (2x4 inch) alapján „two by four” elnevezéssel is gyakran illetnek. Az épületmagas oszlopokhoz a vízszintes elemeket egyszerű szegezett kapcsolatokkal rögzítik (18. ábra), majd kívül-belül deszkázzák. A környezeti adottságoktól függően hőszigetelik, és a funkcióknak megfelelően további rétegekkel egészülhet ki a falszerkezet rétegrendje.

22. ábra Állattartó épület fejlesztési lehetőségei



Platform szerkezetek

A XIX. század 30-as éveiben a - balloon frame szerkezet továbbfejlesztésével - olyan épületváz rendszert hoztak létre, amelynek tartóváza szintenként épített falszerkezetekből és az ezekre terhelő födém szerkezetekből áll (19. ábra), így az elkészült födém a következő szint építéséhez padozatul ("platform"-ként) szolgálhatott. A 40-60 cm-ként elhelyezett pallóelemek a falak illetve a födémek tartóvázat alkotják, melyek merevségét az egyik (általában a külső) oldalon elhelyezett szegezett és ragasztott építő lemez burkolatok biztosítják. A keretelemek az építéshelyszínen és üzemben is előregyárthatók, melyeket a lábukat felső síkján és a szintenként elhelyezett vízszintes gerendák közé helyeznek el. Az előregyártott fakeretes rendszerrel az épületváz két-három nap alatt elkészíthető és a fedélszerkezet elhelyezését követően esővédetté tehető. A födémeket az oldalfalakkhoz hasonlóan fakerekes elemekkel, illetve látszó- vagy borított gerendás fődémekkel építik. A külső fal szerkezete külső deszkaburkolatot, vakolatot, vagy homlokzati klinkertégla burkolatot kap, mely mögött a (méretezett, általában 12 cm vastag) hőszigetelést, párazáró fóliát, valamint a belső oldali falburkolatot helyezik el. Az USA-ban, Kanadában és a skandináv országokban a szabadonálló családi házak túlnyomó többsége ezzel a technológiával épül napjainkban.

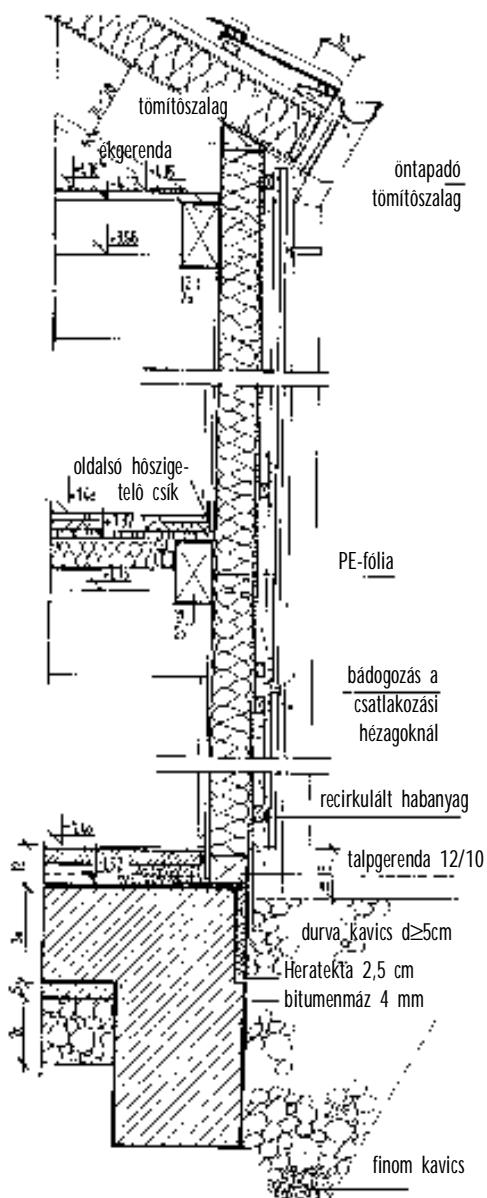
Előre gyártott favázú és tetőszerkezetű, helyszínen szerelt vázszerkezetű, nem modulrendszerű hazai fejlesztésű gyors lakóház például az ERDÉRT THERMO lakóház. Egy-egy homlokzati oldal 1, 2, vagy 3 darab üzemileg előregyártott, a helyszínen oldalai mentén összecsavározott favázból áll, melyeket alul az alsó talpkoszorúhoz állványcsavarokkal rögzítenek. A felső éleket szegezéssel rögzített koszorúgerenda merevíti. A falbordák 120x120-as, ill. 45x120-as méretben, I. osztályú, 15% nedvességtartalmú, TETOL FB égéskésleltetővel gyárilag kezelt luc-, vagy borovifenyő fűrészáruból készülnek.

Az ajtó és ablakszerkezeteket az épület összeszerelése után helyezik el. A falszerkezet hőátbocsátási tényezője hőszigetelt mezőben $k=0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$.

A tetőszerkezet földszintes változatban GANG-NAIL szeglemezes rácsostartó, melynek alsó övére, párnafára függesztett álmennyezet kerül 19,5 cm összvastagságú Therwoolin hőszigeteléssel. A födémgerendák tengelytávolsága 60 cm, rögzítésük acélszerelvényekkel történik.

A tetőszerkezet földszintes változatban GANG-NAIL szeglemezes rácsostartó, melynek alsó övére, párnafára függesztett álmennyezet kerül 19,5 cm összvastagságú Therwoolin hőszigeteléssel. A födémgerendák tengelytávolsága 60 cm, rögzítésük acélszerelvényekkel történik.

23. ábra Átszellőztetett légréteges falszerkezet



Táblás (panelos) építési rendszerek

A táblás építési rendszer egy szint magas falelemeinek kialakítása és rétegrendje hasonló az előregyártott elemekből készülő fakeretes platform rendszeréhez, de az egyes helyiségeket határoló elemeket hőszigetelve, mindkét oldali burkoló-merevítőlemezzel ellátva, az ajtók, ablakok, valamint a szükséges épületgépészeti és elektromos vezetékeket üzemileg előszerelve helyezik el az építéshelyszínen. A külső- és a belső falburkolat közötti hőszigetelést gyakran valamely külső oldali hőszigetelő rendszerrel is kiegészítik, így a falszerkezet különösen kedvező lehet a hőátbocsátás szempontjából.

Az alkalmazott táblamérettől függően kis-, és nagytáblás építési rendszert különítünk el.

A kistáblás elem emeletmagas és max. 2,40 m szélességű lehet. A hasonlóan szintmagas nagytáblás előregyártott szendvicspanel hosszúságának maximális méretét a közúti szállíthatóság (max. 12 m) határolja be, így kisebb épületek egy-egy teljes oldalfalát egészben le lehet gyártani, ami a helyszíni szerelés idejét tovább csökkenti.

Nagytáblás rendszer például a PANNON-WOLF gyorsházépítési rendszer. A teljes falhosszúságú és szintmagasságú 15,2 cm vastagságú falelemek vázszerkezetét az 1,25 m alapmodul kiosztású, 8/12 cm méretű fő- és 6/12, valamint 4/12 cm-es mellékborodák alkotják. Anyaguk nyomás alatt impregnált jó minőségű fenyő fűrészárú. A falak rétegfelépítését a 20. ábra mutatja. (A külső falszerkezetekre $k=0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$.) A belső teherhordó falpanelek a külső teherhordó falakkal megegyező kialakításúak. A fedélszerkezet olyan szeglemezkötésű síkbeli rácsos tartó, amelynek szaruzata a héjazatot, alsó öve pedig a közbelső födém tartószerkezetét adja. Egy közbelső főállás tartószerkezeti vázát a 21. ábra mutatja be.

A faépítés újabb fejlesztési irányait a tömör paneltáblás-, vastagpaneles és deszkaköteges építési módok jelentik. Kialakításukat tekintve leginkább a paneles rendszerhez állnak közel, de attól eltérően a hőszigetelés nem az oldalfal-elem határoló felületein belül, hanem annak külső vagy belső oldalán helyezkedik el.

A paneltáblás eljárásnál emeletmagas falelemek készülnek, szárított, gyalult és keresztirányban többszörösen átlapolt, összeragasztott deszkákból. A falelemeket alul a talpgerendák, felül a koszorúgerendák fogják össze. A hőszigetelést külső oldalon helyezik el, majd külső oldali deszkaburkolat, illetve rabichálóra felhordott külső oldali homlokzati vakolat készül.

A vastagpaneles rendszer elemeit az előző változathoz hasonlóan keresztirányban lapolt elemekből készítik, de az elemek mérete több emelet magas is lehet. Ha a hőtechnikai méretezés szerint kiegészítő hőszigetelésre van szükség, akkor azt célszerű dőjárásvédő homlokzati burkolattal a külső oldalon elhelyezni.

A Svájcban kifejlesztett deszkaköteges rendszer lényege, hogy az elemeket nem egymásra ragasztott (keresztirányú) rétegekből, hanem egy rétegben, szélükkel egymás mellé rakott és összeszegezett deszkákból állítják elő. Ez az eljárás nagy teherbírású és méretű falak, födémek és tetőszerkezetek építésére is alkalmas. E falszerkezetek előnye az üzemileg egyszerű és gyors elkészíthetőség, nagy teherbírás és az alacsony árfekvés. A felület burkolatlanul is maradhat, de tetszőleges külső hőszigetelő, illetve homlokzati burkolati réteget is kaphat.

Rétegelt-ragasztott fa vázszerkezetek

Az egyes elemek gyártóüzemben készülnek. A vékony fenyő-, vagy akáclapokat szárítják, gyalulják, majd teljes felületükön összeragasztják. A kész elemeket a helyszínen csavarozott kötésekkel szerelik össze. A szilárdságtanilag méretezett rétegelt-ragasztott faszerkezetekből leggyakrabban nagy fesztávolságú csarnokoszerkezeteket készítenek, de igényesebb kisebb épületek tartószerkezeteként is egyre gyakrabban alkalmazzák.

24. ábra Két példa a favázas építésmód jelenlegi alkalmazására



Gömbfavázas építés

A gömbfavázas építés alapvető anyagai a fenyő- illetve az akác. Míg a fenyőből nagyobb fesztávolságú (5-6 m) gerendázat is készíthető a keresztmetszeti jellemzőktől függően, az akác felhasználható szálfamérete általában 3-3,5 m, ezért e két anyagból készült vázszerkezetek szerkesztési szabályai eltérőek. A környezeti hatásoknak ellenállóbb, megmunkálást nem igénylő akácfavázas építésmód (szerfa-váz) a mezőgazdasági építészeten igen elterjedt, elsősorban állattartó kisgazdasági épületek céljára (22. ábra-előző oldal).

Átszellőztetett légréteges faanyagú falszerkezetek

A belső hőszigetelésű réteges falszerkezetek különféle típusait a fentiekben áttekintettük. A közbenső hőszigetelésű, átszellőztetett légrétes falszerkezet elsősorban a nyári hőterhelés mérséklésére igen alkalmas megoldás. Egy változatának kialakítását a 23. ábra mutatja.

✿ Új faszerkezetű épületek szerkezeti kialakításának főbb szempontjai ✿

Alapozások

Faszerkezetű épületek alapozási módjai: pontalapozás, vasbeton lemezalapozás, földszinti lábazat alatti sávalapozás feltöltött fogadószinttel, vagy búvótérrel (ún. "oroszpincével"), valamint pincefal alatti sávalapozás.

Pontalapozás mérsékelt éghajlati övünkben főként a lakó és gazdasági épületek világszerte legelterjedtebben alkalmazott építési anyaga a fa és a föld (gyakran egymást kiegészítve) a legkorábbi időktől napjainkig. Alkalmazásuk az utóbbi néhány évtizedben háttérbe szorulta gazdaságilag fejlettebb országokban (így hazánkban is) más energiatudatos iparosított építési módokkal szemben.

Az energiatudatos, környezetbarát építés új lehetőséget teremt a helyi anyagok és építési tradíciók újbóli, a mai kor követelményeinek megfelelő színvonalú alkalmazására.



- BARABÁS J. - GILYÉN N.
MAGYAR NÉPI ÉPÍTÉSZET
Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1987.
- MINKE G.
LEHMBAU-HANDBUCH. DER BAUSTOFF LEHM UND SEINE ANWENDUNG
Ökobuch, Staufen bei Freiburg, 1995.
- ÉTÉGI-ÉAKKI
ÉPÍTÉS HELYI ANYAGGAL
Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1960.
- KOLLÁNYI B.
KÖMÜVES SZAKISMERETEK
Ipari szakkönyvtár. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1980.
- SZÜCS M.
FÖLD- ÉS VÁLYOGFALAK ÉPÍTÉSE
Építésügyi Tájékoztatói Központ Kft., Budapest, 1996.
- CSERI M.
ÉPÍTŐANYAGOK ÉS SZERKEZETEK
Magyar Néprajz IV. Életmód. Akadémiai Könyvkiadó, Budapest, 1997.
- MEZŐSI J.
HÁZÉPÍTÉS VÁLYOGBÓL
Családi Ház, V. évf. 1993/6.
- BARABÁS J. - GILYÉN N.
VEZÉRFONAL NÉPI ÉPÍTÉSZETÜNK KUTATÁSÁHOZ
Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979.
- SÁRVÁRI G.
A HŐSZIGETELŐ PRÉSELT VÁLYOG: HPV-30. Családi Ház, VIII. évf. 1996/3. sz.
HPV-30 GYÁRTMÁNYISMERTETŐ, 1997.
- VOLHARD F.
LEICHTLEHMBAU
C.F. Mülert Verlag, Karlsruhe, 1983.
- SZÜCS M.
ÚTMUTATÓ A FÖLD- ÉS VÁLYOGÉPÍTÉS ALKALMAZÁSÁVAL KAPCSOLATOS ÖNKORMÁNYZATI FELADATOK ELLÁTÁSÁHOZ
Településfejlesztési füzetek 12. BM Kiadó, Budapest, 1994.
- CLAYTEC ARCHITEKTENMAPPE
Die Anlehnung zum modernen Lehm- bau. Viersen-Boisheim, 1999.
- NIEMEYER R.
DER LEHMBAU UND SEINE PRAKTISCHE ANWENDUNG
Ökobuch-reprint. Ökobuch Verlag, Grebenstein, 1982.
- SZABÓ T.
SZENNA. FREILICHTMUSEUM
Tájak-Korok-Múzeumok Kiskönyvtára 31A. Veszprém, 1984.
- NEBEL H.
SANIEREN UND MODERNISIEREN VON FACHWERKBAUTEN
Schriftenreihe des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau Heft 04.069.
- KOCI - HOCHOULA
ZRUBOVÉ STAVBY
Bratislava, 1976.
- VUKOV K.
Hagyományos ács munkák c. cikkében szereplő ábra, Építési piac, XXIX. évf. 1995. november
- PAMER N.
RÉGI FAHÁZAK AMERIKÁBAN
Családirház, IV. évf., 1992./1.sz.
- SCHRECKENBACH H.
CONSTRUCTION TECHNOLOGY FOR A TROPICAL DEVELOPING COUNTRY
GTZ GmbH, Eschborn, 1980.
- KOCIS L.
AMERIKAI FAHÁZAK ALAPOZÁSA
Magyar Építéstechnika, XXXVIII.évf., 2000/2.sz.
- ERDÉRT-THERMO LAKÓHÁZ TERVEZÉSI SEGÉDLET
1996.
- PANNON-WOLF GYORSLAKÓHÁZAK
Gyártmányismertető. Magyar Építéstechnika, XXXI. évf, 1993/8.-9. sz.
- BAUER-BÖCKLER H.-P.
FAHÁZAK
Magyar Könyvklub, Sziget Kiadó, Budapest, 1999.
- REISCHL G.
AIÁNLÁSOK A FALUFEJLESZTÉSEL-ÉPÍTÉSEL KAPCSOLATOS ÖNKORMÁNYZATI FELADATOK ELLÁTÁSÁHOZ.
Településfejlesztési füzetek 17., BM Kiadó, Budapest, 1996.
- LEWITZKY W.
WOHNHÄUSER AUS HOLZ. DIE KOSTENGÜNSTIGE ALTERNATIVE
Callwey, München, 1991.

IMPROVING REGIONAL CONCEPTS IN HOUSING

(REGIONÁLIS LAKÁSKONCEPCIÓK FEJLESZTÉSE)

Development of courses
for decision makers and civil organizations
on equal opportunity and eco-conscious housing
(Kurzusok kialakítása
döntéshozók és civil szervezetek számára
az esélyegyenlőség és az ökológikus lakásépítés tárgyában)

Coordinated by:

Szent István University Fac. of YBLMIKLÓS Polytechnic, Department of Built Environment
(Szent István Egyetem YBLMIKLÓSMŰSZAKI FŐISKOLAI KAR, Épített Környezet Tanszék)

Coordinator:

Ágnes NOVÁK, MSc. Architect, Associate Professor

Partners:

TEAMPANNONDesign Office, Budapest (TEAMPANNONKft. Építész Iroda)
Budapest University of Technology and Economics (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem)
National Federation of Disabled Persons' Association (Mozgássérültek Egyesületeinek Országos Szövetsége)
Municipality of Győr- Moson- Sopron County (Győr- Moson- Sopron Megyei Közigazgatási Hivatal)
Municipality of Hajdú-Bihar County (Hajdú- Bihar Megyei Közigazgatási Hivatal)
Hungarian Federation of Roofing Contractors (Épületszigetelők Tetőfedők és Bádogosok Magyarországi Szövetsége)
Independent Ecological Center, Budapest (Független Ökológiai Központ, Budapest)
Hungarian Federation of Rural Tourism (Falusi Turizmus Országos Szövetsége)
University College of Dublin, School of Architecture
Edinburgh College of Art, School of Architecture
Michael and Sue Thornley Architects, Glasgow
HANDITEK, Sweden, Borlange
ISOFLEX, Sweden, Borlange
Studio Galluzzo, Trieste
Thenew Housing Association, Glasgow

Editorial Board:

Agnes NOVÁK, Szent István University,
András ZÖLD, Budapest University of Technology and Economics

Coordinated and distributed by:

Szent István University Fac. of YBLMIKLÓS Polytechnic, Department of Built Environment
H-1146 Budapest Thököly út 74, Hungary
Phone/Fax: 36-1-351-7404, email: labor5@elender.hu,
Web site: <http://www.labor5.hu>
Budapest University of Technology and Economics
H-1521 Budapest Műegyetem rakpart 1
Phone/Fax: 36-1-463-1331, email: zold@egt.bme.hu,

Sponsors:

„Az épített környezetért“ Alapítvány
Nemzeti Kulturális Alapprogram

Notice:

Neither the Commission of the European Communities nor any person acting on behalf of the Commission is responsible for the use of the information contained within.

This booklet was produced using QuarkXPress4.0 and Adobe Photoshop4.0 by Éva Pinczés.