

Építsünk walipinit!

Benke Tamás
email: tombenke@gmail.com

2017. augusztus 13.

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	4
2. Miért építsünk walipini-t?	5
3. Mire van szüksége a növényeknek?	6
3.1. Hőmérséklet	6
3.1.1. Minimális hőmérséklet	6
3.1.2. Optimális hőmérséklet	7
3.1.3. Maximális hőmérséklet	7
3.1.4. Hőingadozás	7
3.2. Fény	8
3.3. Talajnedvesség	8
3.4. Páratartalom	8
3.4.1. Alapfogalmak	8
3.4.2. A páratartalom hatása a növényekre	9
3.4.3. Pára szabályozás, párásítás	10
3.5. Légmozgás	11
3.5.1. Szellőztetés	11
3.6. Szén-dioxid	12
4. Hogyan működik a Walipini	14
4.1. A Föld természetes hője - Miért ássuk a walipinit a földbe? . .	14
4.2. Még több ingyen energia - a Nap	14
4.3. Hőtárolás - a tömeg, mint lendítőkerék	15
4.3.1. A „lendítőkerék effektus”	15
4.4. A hőveszteség csökkentése - szigetelés	15
5. A walipini elhelyezése és tájolása	16
5.1. A vízbehatolás veszélyei	16
5.2. Hegyoldalba ásva	16
5.3. A Napenergia maximális kihasználása	17

5.4.	Tájéltás a téli naphoz igazítva	17
5.5.	Az optimális tető dőlésszög meghatározása	18
5.6.	Azimut	19
5.7.	Tereptárgyak, árnyékoló tényezők	19
6.	A walipini tervezése	24
6.1.	Méret és költség megfontolások	24
6.2.	A szellőző rendszer	25
6.2.1.	1. Módszer	25
6.2.2.	2. Módszer	26
6.2.3.	3. Módszer	26
6.2.4.	4. Módszer	27
6.3.	A belső vízelvezetés	28
6.4.	A külső vízelvezetés	29
6.5.	Víz gyűjtő/elvezető/fűtő rendszer	30
7.	A walipini építése	32
7.1.	Szerszámlista	32
7.2.	Anyaglista	33
7.3.	Az épület kitűzése	34
7.4.	A föld kiásása	34
7.5.	A falak	35
7.6.	Tetőszerkezet és üvegezés	38
7.7.	Rézsrők és külső vízelvezetés	39
7.8.	A Szellőző Rendszer	40
7.9.	Befejezés, üzembhelyezés	40

1. fejezet

Bevezetés

A walipini egy föld alatti, vagy másnéven verem növényház. Az elnevezés Aymara indián nyelven azt jelenti: *a meleg helye*. A zöldségtermesztéshez biztosít egész évben kiegyenlített hőmérsékletű, meleg, világos körülményeket, amihez elsődlegesen a természet erőforrásait használja fel.

Nagyjából 180-240 cm (6-8 lábnyi) mélyre van a földbe süllyesztve. A hossz tengelye úgy van tájolva, hogy télen, a déli nap a legnagyobb mértékben be tudja világítani. A tető két rétegű fóliából, vagy üvegrétegből készül, így a két réteg egy szigetelő légréteget fog közre.

Az eredeti, La Paz walipini rendszert a „*Walipini Construction (The Underground Greenhouse)*” című kiadvány [1], ismerteti, amely alapján ez a füzet is készült.

A célunk az, hogy összefoglaljunk minden szükséges, alap információt, ami egy hazánkban alkalmazható konstrukció megtervezéséhez, megépítéséhez és működtetéséhez szükséges.

La Paz az Egyenlítőtől délre, a $-16,9^\circ$ szélességi körön fekszik, Magyarország pedig a mérsékelt égövben nagyjából a 47° szélességi körön ($45,7 - 48,6^\circ$), ezért az eredeti, bolíviai megoldás bizonyos mértékben eltér a hazánkban alkalmazandó kialakítástól. Ez első sorban a tető formájára, és annak dőlésszögére vonatkozik.

2. fejezet

Miért építsünk walipini-t?

Azért építünk walipini-t, amiért általában üvegházak, vagy fóliasátrak: a növénytermesztési időszak kibővítése céljából, vagyis, hogy késő ősszel és kora tavasszal friss zöldséggel lásson el minket, és a palántákat, a szabadföldi ültetés céljából legyen hol felnevelnünk, a tél végén.

A Bolíviában épített walipinik olyan, 3000m feletti, fennsíkon épülnek, ahol időnként meglehetősen zordak az időjárási körülmények: éjszaka hideg van, gyakran fúj a szél, ugyanakkor elég sokat süt a nap. A walipini konstrukciók egyik legfontosabb tulajdonsága, hogy olcsó kivitelezni, és a legnagyobb költségtényezőt, a fűtést az épület földbesüllyesztésével, és megfelelően kialakított tájolásával, és tetőszerkezetével minimalizálja. Alapvetően természetes erőforrásokra alapozza a működését, és optimális esetben tökéletesen szükségtelenné teszi a fűtést.

Az általunk tervezett walipini is követi ezeket az alapelveket, ugyanakkor szeretnénk a korszerű technika eszköztárát és alkalmazni, hogy maximálisan ki tudjuk aknázni a természet kínálta lehetőségeket. Ez lényegében az öntözés, páraszabályozás, szellőztetés automatizálását jelenti, de a szabályozást manuálisan is el tudjuk végezni.

A walipini tehát egy olyan növényház, amit ideális esetben nem kell fűtenünk, és mégis, viszonylag kielégítő körülményeket biztosít a növények életbenmaradásához, fejlődéséhez.

3. fejezet

Mire van szüksége a növényeknek?

Ez a fejezet, a növények klíma-szükségleteire vonatkozó legfontosabb információkat foglalja össze a következő források alapján: [4], [5], [6], [7], [3], [9]. A nevezett források –a klímaigényen túl– további fontos tudnivalókat nyújtanak a termesztésre vonatkozóan.

A növények életfeltételeit befolyásoló klíma-elemek:

- hőmérséklet,
- fény,
- páratartalom,
- légmozgás,
- talajnedvesség,
- szén-dioxid.

3.1. Hőmérséklet

3.1.1. Minimális hőmérséklet

A növények hőmérséklet szükséglete, és hőmennyiség igénye fajonként jelentősen eltérhet. Általában elmondható, hogy az optimális hőmérséklettartomány kb. $25 - 30C^{\circ}$ között van.

A minimális hőmérséklen nagyjából $13C^{\circ}$. Ennél alacsonyabb hőmérsékleten a növekedés és fejlődés mindaddig szünetel, vagy igen lassú, míg a

hőmérséklet a kellő szintet el nem éri. Például a hidegben, vagy fagy hatására a karalábé nem fejleszt rendes gumót, a vöröshagyma, a cékla felmagzik.

A legfontosabb, hogy az épület fagymentes legyen. A kelleténél kissé hidegebb hőmérséklet kevésbé káros, mint a túl meleg, mert ekkor nem lesznek a növények sejtjei lazák.

3.1.2. Optimális hőmérséklet

Az optimális hőmérséklet, növény típusonként, hőmérséklet-igény szerint növekvő sorrendben:

13C°: Káposztafélék, retek, torma.

Korai vetésű retek, petrezselyem és borsó 13 – 16C°.

16C°: Sárgarépa, petrezselyem, pasztinák, cikória, borsó, fejes saláta, paraj, rebarbara, sóska, hagyma.

19C°: Cékla, vöröshagyma, fokhagyma, zeller, spárga.

22C°: Paradicsom, padlizsán, sütőtök, bab, kukorica.

25C° (**min.** 15C°): Dinnyefélék, uborka, spárgatök, paprika.

Magasabb hőigényű bab, kabakosok - uborka, dinnye, tök.

Paradicsom, paprika, zeller.

3.1.3. Maximális hőmérséklet

A felső hőhatár, kb. 40 – 50C° körül van.

A szükségesnél nagyobb hőmérséklet hatására a palánták megnyúlnak, fejlődésük lelassul.

Nagy melegben, a növekedési időszakban is káros hatások lépnek fel. A retek felmagzik, a levélzöltségek levélnyele megnyúlik, a levéllemez kisebb lesz. A termésen égési sérülések keletkezhetnek.

3.1.4. Hőingadozás

A növények az optimális hőfoktól legfeljebb $\pm 7C^\circ$ eltérést viselnek el károsodás nélkül. A 7 – 14C°-os eltérés már fejlődési rendellenességet okoz.

A hőingadozás, vagyis a napi legalacsonyabb és legmagasabb hőmérséklet közötti érték lehetőleg ne haladja meg a 10C°-ot!

3.2. Fény

A növények szempontjából egyaránt lényeges a fény intenzitása, és a hullámhossza, különös tekintettel a spektrum ultraibolya (UV) tartományára.

A fény erőssége elsősorban a szaporítószervek kialakulására és működésére hat.

Fényerősségen az egységnyi felületen, egységnyi idő alatt átáramló sugárzó fényt értjük, mértékegysége: *Joule/m²/sec*, amit gyakran *W/m²*-ben fejeznek ki.

Az intenzitást a nap iránya, és a légkör állapota befolyásolja. Az épület ablakfelülete ezen felül befolyásolja, a beesési szögtől függően, hogy mennyi a direkt, és mennyi szórt fényt enged át, továbbá, hogy a spektrumból melyik hullámhosszt milyen mértékben ereszt át, ill. engedi visszasugározni.

Az ultraibolya-sugárzás télen elhanyagolható, a nyári időszakban jelentősen megnövekszik.

Az UV sugarakat, az üveg csak kis mértékben engedi át, a fólia viszont nagyobb mértékben, ezért a fóliás létesítményekben zömökebb, egészségesebb növények fejlődnek.

3.3. Talajnedvesség

min:

optimum:

max:

ingadozás:

3.4. Páratartalom

A hőmérséklet és fény mellett, a páratartalom és kulcs szerepet játszik a növények életében.

3.4.1. Alapfogalmak

Abszolút légnedvesség, tényleges páratartalom: Az egységnyi térfogatban lévő vízgőz grammban kifejezett tömege az abszolút légnedvesség vagy tényleges páratartalom. Viszonyaink között ennek értéke köbméterenként néhány tized grammtól 25–30 g-ig változhat a szabadföldön. A természetőberendezések levegőjében ez az érték – a hőmérséklettől függően – elméletileg akár a 60 g-ot is elérheti, azonban ilyen magas érték a gyakorlatban nem fordul elő.

Maximális, telítési páratartalom: A levegő párabefogadó képessége nem végtelen, a mindenkori hőmérséklet függvényében van egy felső határa, amit maximális vagy telítési páratartalomnak nevezünk.

Relatív páratartalom: A gyakorlatban legtöbbször a relatív páratartalom kifejezést használjuk, amely az abszolút- és a maximális értékek hányadosa.

Értéke kifejezi, hogy a tényleges nedvesség hány százaléka az uralkodó hőmérsékleten lehetséges maximális nedvességnek.

Adott relatív nedvességű levegő melegezése a relatív páratartalom csökkenését, lehűlése pedig annak növekedését eredményezi. Ennek természetesen feltétele, hogy a légtérbe további pára ne jusson be, és onnan ne is távozzon el.

3.4.2. A páratartalom hatása a növényekre

Párolgztatás

A páratartalom hat a párolgztatás erősségére, ugyanis ha a légtérben magas a relatív páratartalom, akkor a növények keveset, ha pedig alacsony, akkor pedig sokat párolgztatnak.

Az első esetben – amennyiben a relatív páratartalom közelíti vagy eléri a 100%-os értéket – a párolgztatás gyakorlatilag meg is szűnik.

A túlságosan alacsony viszonylagos légnedvesség éppúgy károsítja a növényeket, mint a magas. A növények a túl száraz levegőben megperzselődnek, kritikus esetben ki is száradhatnak. A magas páratartalom kedvez a gombabetegségek kialakulásának.

A párolgztatás jelentős vízfogyasztással jár, ugyanakkor csökkenti a levelek hőmérsékletét, ezáltal lehetővé teszi a növények asszimilációját még a legnagyobb melegben is.

A paradicsom a vegetatív növekedési időszakában pl. 70–80%-os páratartalmat kíván.

Virágok kötődése

A páratartalom nagymértékben befolyásolja a virágok kötődését is.

A paradicsomvirágok és a virágpor képződésének optimuma 60–70%, a bibére tapadáshoz valamint a kicsírázáshoz már megint magasabb, mintegy 70–80% közötti relatív páratartalom szükséges.

Tápanyagfelvétel

A párologtatás jelentős kihatással van a tápanyagok felvételére is.

A nem túl magas páratartalom éjjel, a paradicsombogyók növekedésekor és az érés kezdetekor elősegíti a kalcium felvételét, nappal pedig csökkenti a repedésre való hajlamot, valamint a két színből érő fajtáknál a sárga gallér kialakulását.

Betegségek, kártevők

A páratartalom szabályozza betegségek, kártevők megjelenését, terjedését is.

Jó hatásfokkal segít a védekezésben a vegetációs fűtés, mert a hajnali órákban kicsapódott párát leszártja a levelek fonáki részéről.

A paradicsom fitoftórási betegsége elterjedéséért pl. a kifejezetten magas (90–100%-os) páratartalom tehető felelőssé, de ugyanakkor az is ismert, hogy az üvegházi molytetű nőténye a legtöbb tojást 75–80%-os relatív páratartalom mellett rakja.

Az optimális páratartalom kb. 70-80% (pl. paradicsom esetében). A maximális érték 80-90%. Ha a páratartalom 30% alá esik, azt a növények annyira megszenvedik, hogy lelassul sőt, sok esetben megáll a növekedés, a fejlődés.

3.4.3. Pára szabályozás, párasítás

A páratartalmat leginkább öntözéssel, párasítással és szellőztetéssel befolyásoljuk [8].

Csepegtető öntözésnél nem alakul ki a szükséges levegő páratartalom, ezért korszerű telepeken a cseppenkénti öntözőrendszerek mellé mikroszórófejeket is telepítenek öntözés, de főleg párasítás céljából. Ezek automatikus szabályozásával napjában többszöri, 1-2 liter/m² vízádag kijuttatásával a növények számára megteremthető az ideális páratartalom anélkül, hogy a leveleket jelentősen nedvesítenénk, illetve a baktériumos és gombás betegségek elterjedését elősegítenénk.

Nagynyomású, kezelt víz porlasztása révén a víz teljesen elpárolog, miközben párasítja és hűti a környezetet. A víz porlasztása ipari nagynyomású szivattyúkkal történik 80-100 bar nyomáson. A bejuttatott vízcseppek mérete nem haladja meg az 5-10 mikron átmérőt, ez a parányi méret lehetőséget ad arra, hogy a beporlasztott vízcsepszek, hosszú ideig ködszerűen a levegőben maradjanak.

Nyáron a ködpára gyors elpárolgása csökkenti az üvegházak, fóliasátrak belsejében a hőmérsékletet, mintegy párasító hűtőként, közben pedig növe-

li a levegő páratartalmát, ahogyan egyre több nedvesség kerül a levegőbe. Télen, a páratartalom optimális szinten tartásával lehet ellensúlyozni az esetlegesen alkalmazott fűtés szárító hatását.

Párásítással akár az öntözés szükséges mértékét is csökkenthetjük.

3.5. Légmozgás

A levegő mozgásának felgyorsulása kiszárítja a talajt, csökkenti a levegő páratartalmát, kritikus esetekben mechanikai értelemben is károsítja a növényállományt (a leveleket letépi, a hajtásokat letördeli stb.). A szeles időszakok tehát nem kedveznek a növényeinknek, ilyenkor be kell csukni az ajtókat, szellőztetőket. Ha ilyenkor a nap is süt, a növények hőmérséklete túlzottan megemelkedhet, s ez egy bizonyos érték felett már kedvezőtlen lehet.

3.5.1. Szellőztetés

A szellőztetés alapvető feladata a nyári időszakban a fölösleges hőmennyiség, téli időszakban pedig a megnövekedett pára- és oxigéntartalom eltávolítása.

A légcsera a hőmérséklet szabályozásán túl megváltoztatja a levegő páratartalmát, a szén-dioxid-tartalmát és légmozgást is előidézhethet.

A külső és a belső légtér hőmérséklet különbségének következtében párakicsapódás is végbemegy, így némileg módosul a berendezésben a megvilágítás erőssége is.

A szellőztetéssel tehát öt klímaelemet szabályozunk, módosítunk egyszerre.

nyári: A nyári szellőztetés hatékonyabb módja a tető- és oldalszellőztetők együttes használata. Ilyenkor úgynevezett kéményhatás alakul ki, amelynél a légcsera a meleg és a hideg levegő sűrűségkülönbsége alapján jön létre. A walipinik, jellemzően ezt az eljárást alkalmazzák.

téli: A téli szellőztetés során a lehető legkisebb hőveszteséggel kell eltávolítani a párákat. A kinti, hideg levegő a növényeken stresszt okozhat, ha hirtelen, közvetlenül éri azokat. Ennek elkerülése érdekében üvegházakban általában felfűtik a légtérrel 18°C - 20°C -ig, így a berendezésben lévő páratartalom elkeveredik a levegővel (16°C alatt a keveredés csekély mértékű). Ezután a szellőztetőt néhány percre kinyitják, majd újból becsukják.

3.6. Szén-dioxid

A szén-dioxid színtelen, szagtalan, a levegőnél és az oxigénmolekulánál nehezebb gáz. Légkörbe elsősorban a légzés, illetve széntartalmú anyagok égésével kerül. Jelentős üvegházhatású gáz. A növények az asszimilációjuk során széndioxidot használnak fel, a fotoszintézis során: $6CO_2 + H_2O + \text{fény(energia)} = C_6H_{12}O_6 + 6O_2$. A keletkezett cukor képezi a különféle elsődleges és másodlagos szénhidrátok alapanyagát.

Üvegházi körülmények között a széndioxid mint trágyázószer szerepelhet, zárt térben a fotoszintézis intenzitása növelhető meg a légköri széndioxid szint 0,039%-ról 1%-ra emelésével (nem árt az óvatosság és a védőfelszerelés ilyen körülmények között a balesetek elkerülésére).

A külső légtér szén-dioxid-koncentrációja kb. 300 ppm (0,039 térfogat %), a jól záródó házakban, nagy növénytömeg esetén ennek az értéknek töredéke található (kb. 30–70 ppm), amelyből a növény már semmit sem tud felvenni.

A szén-dioxid-felvétel sebessége a koncentráció emelésével mintegy 800 ppm-ig rohamosan nő, 1200–1600 ppm-es töménységig már csak 10–20%-os mértékben fokozódik.

A széndioxid visszapótlás eredményeképpen:

- A hidegtűrő zöldségfajok tenyészideje mintegy 5–7 nappal lerövidül, és javul az áru minősége.
- A palántanevelésben is hasonló eredményre számíthatunk.

A CO₂ visszapótlás lehetséges módjai:

szellőztetéssel az intenzív asszimiláció időszakában óránként 10–12-szeres légcserére van szükség.

ezzel mintegy 5–15%-os termésnövekedést érhetünk el.

A téli időszakban ez csak nagy energiaveszteség mellett képzelhető el.

mesterséges adagolással A szén-dioxid mesterséges adagolásával a szabadban lévő koncentrációt hozzávetőleg háromszorosára gazdaságos dúsítani. Ez jól záródó, nagy légterű üvegházakban érdemes alkalmazni.

A mesterséges adagolást napkelte után 1–1,5 órával kell elkezdni, és napnyugta előtt ugyanennyi idővel befejezni.

Csak jól záródó, nagy légterű létesítményekben érdemes a szén-dioxid-trágyázásra berendezkedni. Természetesen a szellőztetések ideje alatt szüneteltetni kell.

Ezt az eljárást itt csak a teljesség kedvéért említjük meg, mivel a walipini esetében komoly biztonsági kockázatot is jelenthet a felhalmozódó széndioxid, ugyanis a walipini, a konstrukciók többségében teljesen, vagy részben a föld alatt helyezkedik el.

Ha a helyiség szén-dioxid koncentrációja a szokásos 0,039%-ról 4-5%-ra emelkedik, szaporább és mélyebb légzés alakul ki, míg 20% felett légzésbénulás következik be. A problémát leggyakrabban azonban az oxigénhiány okozza. Mivel a szén-dioxid nehezebb az oxigénnél, ezért alulról tölti ki a gázteret, és az oxigént kiszorítja onnan. Gondoljunk csak a pincékben az erjedő mustból felszabaduló széndioxid miatt bekövetkező halálos balesetekre.

A mi esetünkben tehát marad a szellőztetés, és a visszapótlás a szabad levegőből. Esetleg, a petróleumlámpa alkalmazása szintén kielégítő lehet (1 liter petróleum elégetésekor $2,5 \text{ kg} = 1250 \text{ liter}$ szén-dioxid keletkezik).

4. fejezet

Hogyan működik a Walipini

4.1. A Föld természetes hője - Miért ássuk a walipinit a földbe?

4' mélyen a hőmérséklet állandóan $50 - 60F$ között van.

$10F$ külső hideg, szeles időjárás esetén is legalább $15F$ -tel melegebb van a walipiniben

A walipini alapvetően egy kb. 6' – 8' láb ($1,98 - 2,64m$) mély, szögletes gödör, a hossz tengelye a téli napsütés irányában párhuzamosan tájolva.

A walipini fölbeásásával az igen jelentős, „termális konstansnak” nevezett, lendítőkereket csapolja meg.

Emiatt a kívánt, állandó belső hőmérséklet eléréséhez jóval kevesebb külső energia betáplálásra van szüksége, mint pl. a felszínen elhelyezett üvegházaknak.

A föld alatti $50F$ hőmérséklethez képest mindössze $30F$ plusz szükséges a $80F$ hőmérséklet eléréséhez.

Külső üvegháznál ez az arány: $10F \rightarrow 80F, 70F$.

4.2. Még több ingyen energia - a Nap

A nap meleget és a növekedéshez szükséges fényt biztosítja.

A tető kettős fóliával van kialakítva.

Üveg helyett fóliát alkalmaznak, hogy a teljes spektrum áteresztésre kerüljön, mivel az üveg bizonyos sugarakat (UV tartomány) nem ereszt át.

A hátsó fal vastag, döngölt föld, az első fal lényegesen alacsonyabb, hogy a megfelelő dőlésszögben tartsa a tetőt, hogy a nap irányából érkező, közvetlen napsugarak, lehetőleg merőlegesen hatoljanak át a tetőn.

4.3. Hőtárolás - a tömeg, mint lendítőkerék

A benti levegő, és maga az egész építmény tárolja a meleget. Minél nagyobb a tömeg, annál több hőenergiát képes tárolni. A beérkező, napfény által átadott hőenergiát tehát az épület eltárolja, hasonlóan ahhoz, mint amikor az elektromos akkumulátort feltöltjük.

A sötétebb színű anyag jobban elnyeli a hőt (fekete talaj, zöld növények)

A tömeg növelésére használnak kb 55 gallonos (200l), vízzel töltött, fekete festett falú hordókat. Ez előmelegített vizet is szolgáltat egyúttal a növények számára, hogy ne érje őket sokkhatás az öntözéskor.

4.3.1. A „lendítőkerék effektus”

Nappal a nagytömegű, sötét anyag (föld) felmelegszi és éjjel, amikor a legnagyobb szükség van rá, leadja a meleget.

A legkritikusabb időszak a téli napforduló ideje, amikor a leghosszabbak az éjszakák. Ez az északi féltekén december 21-én (esetenként 22-én vagy 20-án), a déli féltekén pedig június 21-én (esetenként 22-én) van.

Az épület kialakítása olyan, hogy az év három leghidegebb hónapjában legyen képes felvenni a legtöbbet a besugárzott energiából.

Általában a cél az, hogy a hőmérséklet ne csökkenjen 45°F alá, a leghidegebb periódusban sem, de a szükséges minimális hőmérséklet függ a növények fajtájától, tűrőképességétől is.

4.4. A hőveszteség csökkentése - szigetelés

A hőveszteség csökkentése nagyon fontos. Ezért alkalmaznak dupla fólia borítást. Ez a levegőréteg ami a két fólia felület között helyezkedik el, csökkenti az éjszakai hőveszteséget.

A légréteg vastagsága $3/4'' - 4''$ között van. A gerendák vastagsága ($3,5 - 4''$) biztosítja a távolságot.

A belső fólia egyúttal megakadályozza a gerendázat rothadását, azáltal, hogy attól távol tartja a párákat.

A föld feletti falazatot vastag rézsűként kell kialakítani, a szél, a hideg és külső nedvesség elleni védekezés céljából.

Éjszakára, amikor jóval fagypont alá zuhan a külső hőmérséklet, a tetőre további szigetelő réteget lehet helyezni, pl.: szigetelő lapokat, szénával, vagy szalmával töltött paplanokat, stb. habár ez munkaigényes, és sok helyen nincs rá szükség.

5. fejezet

A walipini elhelyezése és tájolása

5.1. A vízbehatolás veszélyei

A falakat védeni kell a víztől.

A szivárgó víz átáztatja a falakat, amelyek beomolhatnak ettől.

Ha a padlózat irányából szivárog fel a víz, akkor az növénybetegségeket és rothadást okozhat.

A walipini padlójának legalább 5'-bal magasabban kell lennie, mint a talajvízszint.

A walipini oldalát képező, külső rézsút úgy kell kialakítani, hogy egy vízzáró réteg kerüljön bele, 6" – 1' mélyen a felszíne alá. Ez lehet vízzáró agyag-réteg, vagy műanyag fólia. Lejtősre kell kialakítani, hogy a szivárgó vizet a drénezésre szolgáló árokba vezesse.

Olyan helyeken, ahol a talaj vízáteresztőképessége kicsi, nincs szükség külön vízzáró réteg behelyezésére.

Az épületet körbe kell venni drénezéssel, ami a szivárgó vizet az épülettől jó messzire elvezeti.

5.2. Hegyoldalba ásva

A walipini domb, vagy hegyoldalba is építhető, de csak olyan helyre, ahol stabil a talaj, és nincs olyan erőhatás, ami a beomlást előidézné, mivel az egyszerű walipininek nincs sem alapja, sem lábazata.

Instabil talajba ásva, a walipini fala könnyen beomolhat.

5.3. A Napenergia maximális kihasználása

A Föld 150 millió kilométer távolságban, kering a Nap körül, elliptikus pályán.

A saját tengelye körül is forog, ami a nappalok és éjszakák váltakozását eredményezi. A forgástengely mindig azonos irányba mutat. Ezt úgy érzékeljük, hogy a képzeletbeli forgástengely, a sarkcsillag irányába mutat egész évben.

A Nap látszólagos évi pályáját az égen ekliptikának nevezzük.

A forgási sík a nap egyenlítői síkjától kissé eltér, mintegy 23,5 fokkal.

Emiatt delel a nap alacsonyabban télen, mint nyáron, és emiatt van, hogy minden nap egy picit más irányban, és magasságban van az égen, a nap ugyanazon időpontjában, pl. délben.

A walipini orientációjának olyannak kell lennie, hogy az év leghidegebb periodusában a legjobban ki tudja aknázni a beeső napsugarakból származó energiát.

5.4. Tájolás a téli naphoz igazítva

A nap keleten kel fel és nyugaton nyugszik le, ezért az épület hossz tengelyét ebbe az irányba kell tájolni.

A napsugárra merőleges ablak felületet pedig déli irányba kell tájolni az északi féltekén, és északi irányba, a déli féltekén.

Természetesen a helyi adottságokat is figyelembe kell venni, de arra kell törekedni, hogy a fenti tájolás minél közelebb legyen az ideálshoz.

A helyi időjárási viszonyok is befolyásolhatják a tájolást. Ha például a téli időszakban a reggel ködös, párás, vagy hegy takarja el a keleti irányból érkező napfelkeltét, akkor célszerű 10-15 fokkal észak-nyugat felé tájolni az épületet, hogy a hossz tengelye a „valóságos” kelet felé mutasson, és, hogy a délutáni nap hosszabb ideig melegíthesse az építményt.

Ha viszont a reggeli fényviszonyok jobbak a délutáninál, akkor inkább az észak-keleti irányba orientáljuk egy kicsit az épületet, hogy a reggeli napsütés hamarabb fel tudja melegíteni azt.

A legintenzívebb napos periódus általában a 10.00-15.00 közötti időszak.

A tájoláshoz és a nap mozgásának tanulmányozásához kiválóan alkalmas, ingyenesen használható SunEartTool [10] weboldal.

5.5. Az optimális tető dőlésszög meghatározása

Az optimális tető-hajlásszög meghatározását a következő lépésekben végezzük:

1. Határozzuk meg a szélességi kört, (latitude), ahol a walipini-t építeni tervezzük. Magyarországon az egyenlítőől északra, a $45,73^\circ$ - $48,58^\circ$ sávban helyezkedik el. Például Verőce esetében:

$$latitude = 47,82^\circ$$

$$longitude = 19,06^\circ$$

2. Határozzuk meg, hogy az északi, vagy déli szélességről van-e szó (a latitude értéke pozitív, vagy negatív).
3. Határozzuk meg a nap magasságát, délben, a téli napfordulókör:

$$É : magasság = \pm deklináció - latitude + 90^\circ$$

$$D : magasság = \pm latitude - deklináció + 90^\circ$$

$$A deklináció 23,5^\circ$$

Mivel Verőce az északi félgömbön helyezkedik el, ezért a nyári és a téli napforduló esetében a magasságok a következők lesznek:

$$e_{nyári} = +23,5^\circ - 47,82^\circ + 90^\circ = 65,68^\circ$$

$$e_{téli} = -23,5^\circ - 47,82^\circ + 90^\circ = 18,68^\circ$$

Esetünkben az a szög a fontosabb, amiben a nap a téli napforduló idején, délben látszik.

Erre kell merőlegesnek lennie a tető azon részének, ahol a napsugarak belépnek az épületbe, hogy azok merőlegesen érkezzenek, és minimális legyen a visszaverődésből adódó veszteség.

Ez az érték az esetünkben a következő:

$$külső szög : 180^\circ - e_{téli} = 180^\circ - 18,68^\circ = 108,65^\circ$$

$$belső szög : 180^\circ - külső szög = 71,35^\circ$$

Nyáron ugyanez a dőlésszög az ellenkező hatást váltja ki, vagyis növeli a visszaverődést, és csökkenti a beeső fényenergiát.

Mivel a délfelé néző ablak dőlésszöge $108,65$ fok, ezért a nyári napforduló idején a beeső napsugarak az ablakot a következő szögben érik: $180^\circ - 65,68^\circ = 42,97^\circ$

Ennek a merőlegetől való eltérése: $90^\circ - 42,97^\circ = 47,03^\circ$

Ez azt jelenti, hogy a közvetlen napsugárzás közel 80%-át visszaveri, és csak kb. 20%-ot enged át az üveg.

5.6. Azimut

A nap irányát egy adott pillanatban két szöggel írhatjuk le, az ún. azimut-tal, ami a horizontra vetített irányszögét adja meg, az északi irányhoz képest, az óramutató járásával megegyező irányban számítva. A másik szög, a magasság (elevation), ami a horizonthoz képesti, függőleges szöget jelenti.

A napkelte, és napnyugta azimutja között bezárt szög az évszakokkal változik. Nyáron nagyobb, télen kisebb.

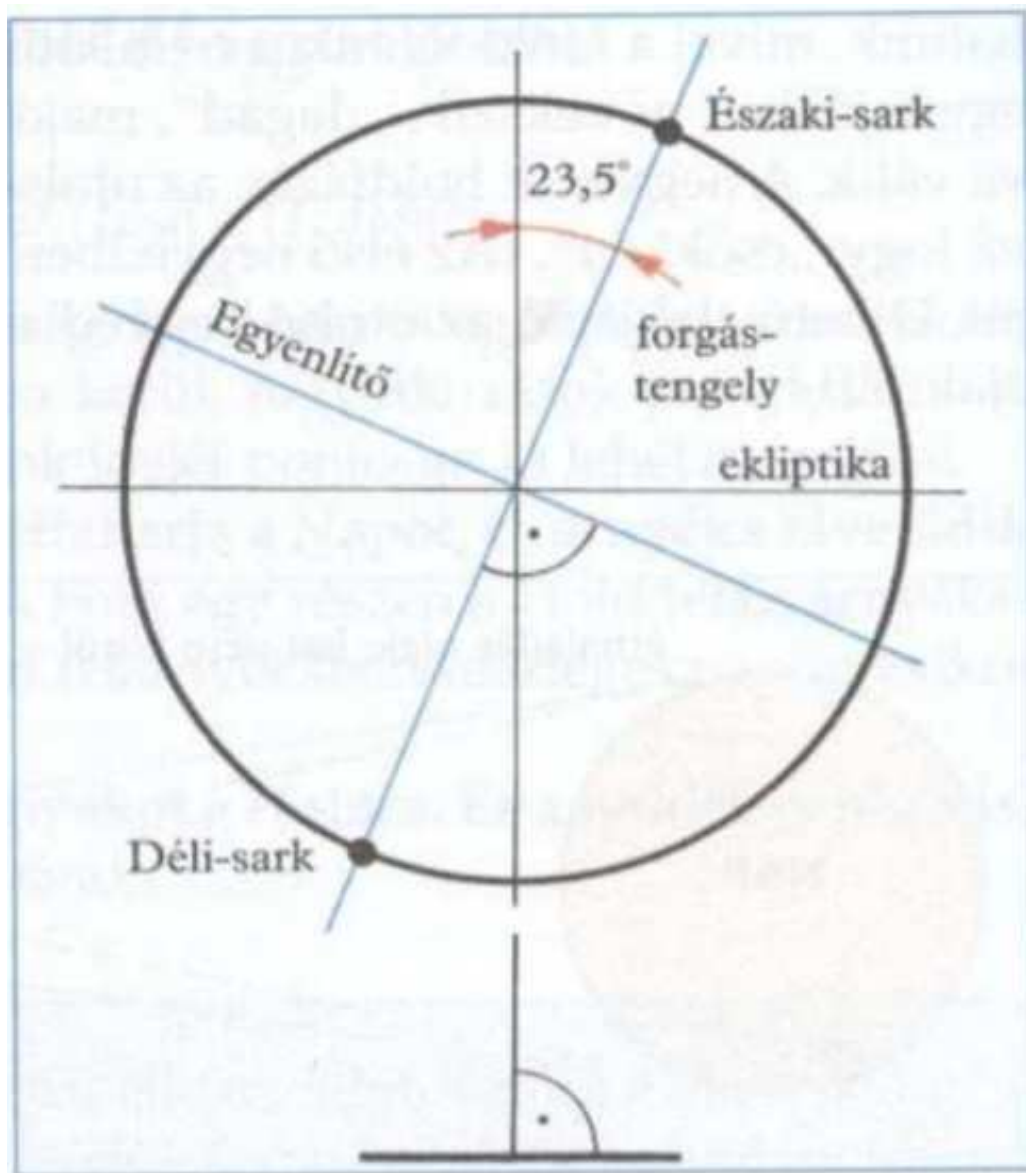
A napkelte és a napnyugta közötti szögek a következőképpen alakulnak Verőce esetében:

$$\text{Nyári napforduló : } 306 - 53 = 253^\circ$$

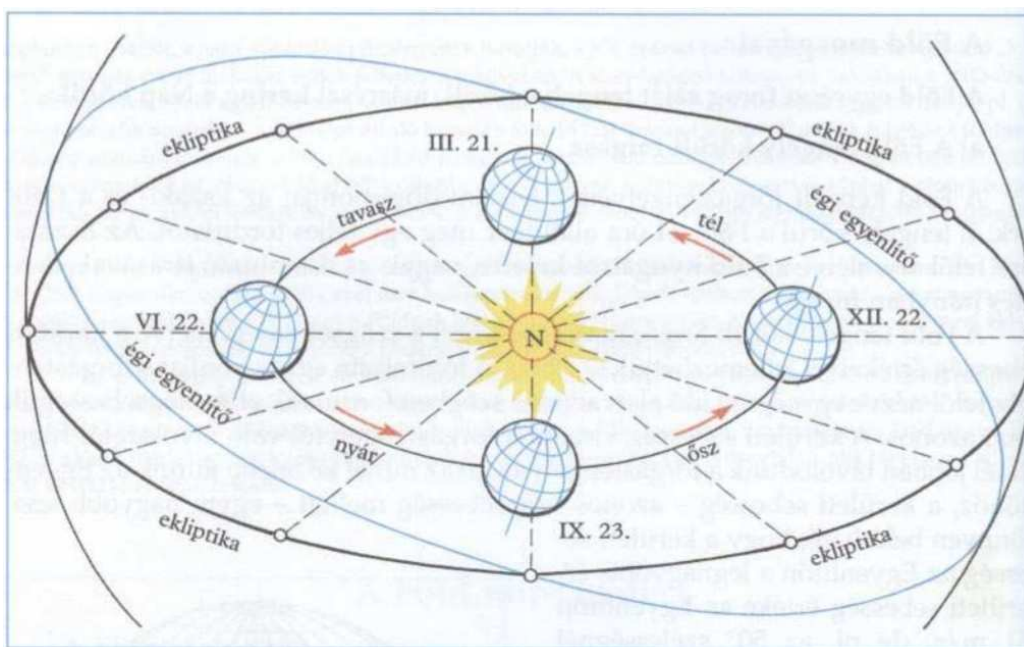
$$\text{Téli napforduló : } 234 - 126 = 108^\circ$$

5.7. Tereptárgyak, árnyékoló tényezők

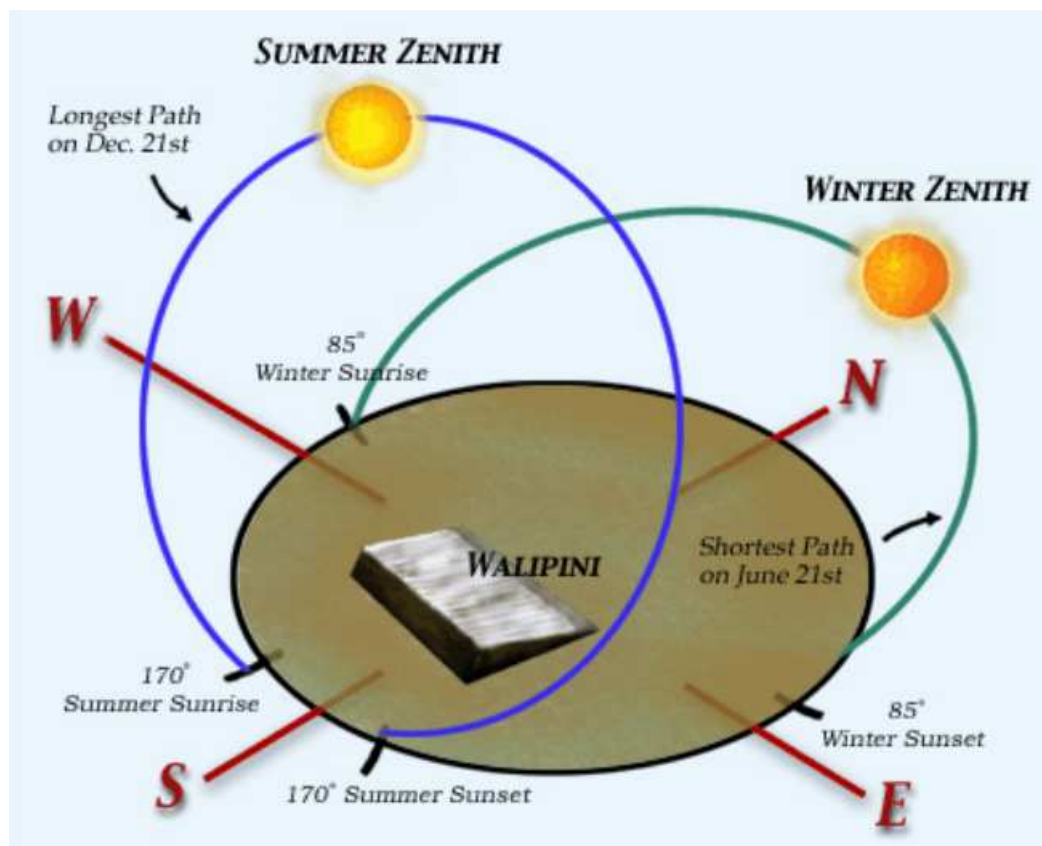
Gondoskodjunk róla, hogy a déli irányban, ahonnan a nap éri a walipinit, a korábban kiszámolt magasságból érkező napsugarak útját ne akadályozza semmi (fák, épületek, stb.).



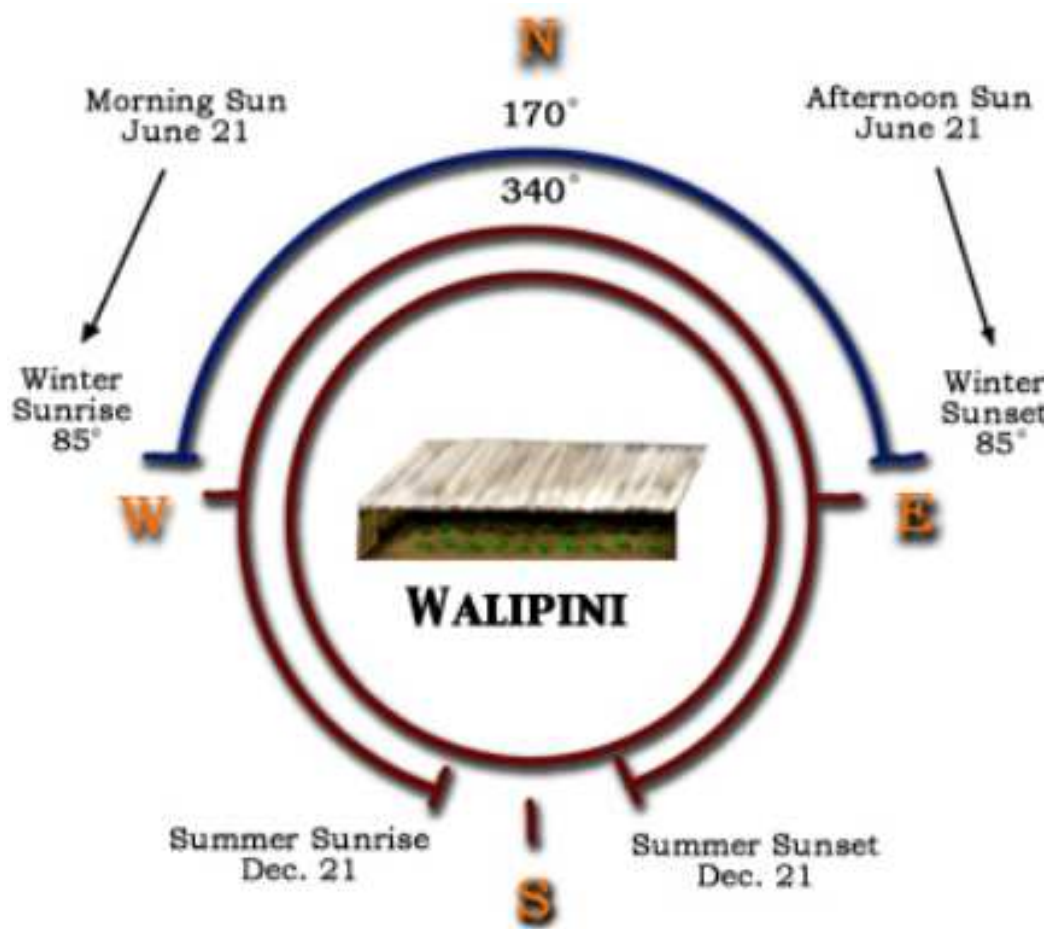
5.1. ábra. A Föld keringési síkja és forgási tengelye által bezárt szög



5.2. ábra. A Föld keringési pályája



5.3. ábra. Nap pályája



5.4. ábra. Nap pályája

6. fejezet

A walipini tervezése

6.1. Méret és költség megfontolások

A minimális méret: $8' \times 12' (2,64 \times 3,96 \text{ m}, 2,5 \times 4 \text{ m})$.

Általában elmondható, hogy minél nagyobb, annál gazdaságosabb, egy négyzetméterre vetítve.

A teljes éves ellátáshoz egy személyre vetítve a szükséges minimális terület nagysága 94 négyzet-láb (10,23 m²). A terület kb. 16%-a közlekedés céljára lesz igénybe véve.

A La Paz walipini modelben egy 7 fős család számára szükséges terület nagysága: $12' \times 66' = 972$ négyzetláb ($3,96 \times 21,78 = 86,24 \text{ m}^2$).

Négy fős család számára szükséges terület:

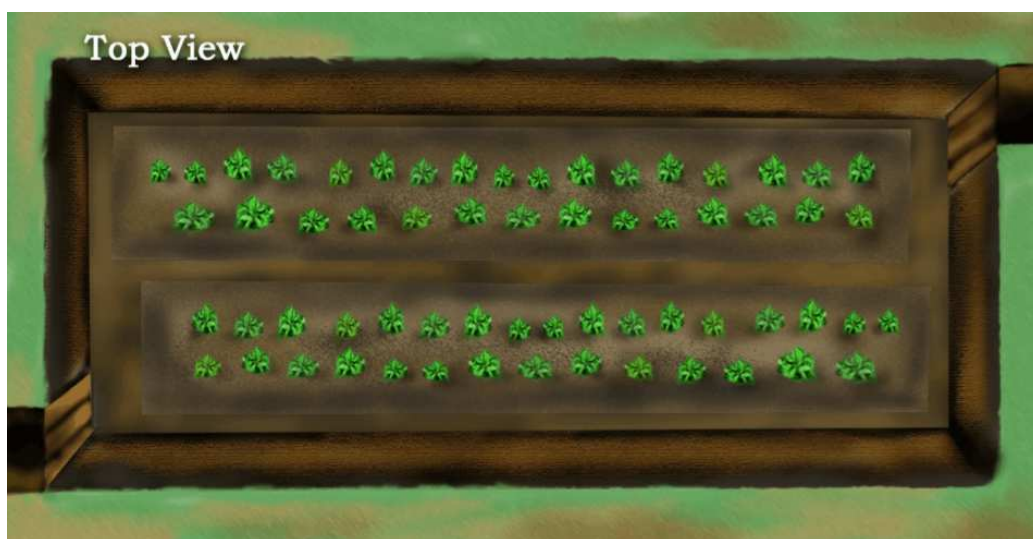
$$4 \times 10,25 \times 1,16 = 47,5 \text{ m}^2$$

$$4,7 \times 10 \text{ m}$$

A modell lényege, a költségszint lehető legalacsonyabb szinten tartása. Ez az alábbiakkal érhető el:

- Ingyen munkaerő (családtagok, barátok, szomszédok).
- Béleletlen, lejtős, csupasz, falak kialakítása, döngölt földből. Beton alapra nincs szükség, amennyiben az épület környezetéből a vízelvezetést jól megoldottuk.
- UV-álló fólia takarás (két rétegben), üveg helyett.
- Olcsó gerendák (4"-es eukaliptusz rudak, vagy PVC csövek)
- Az ásás során kinyert felső, talajréteg felhasználása, természetű közegként, a walipini alján.
- A fennmaradó talajból alakítjuk ki a falakat, padkát az épület körül.

- Tetszőleges, a közelben hozzáférhető kő, vagy kavics, az ültető közeg alatti drénezés, és csapadék elnyelés céljából.
- Újrahasznosítható dolgok (hordók, stb.) alkalmazása, minden esetben, ha ez lehetséges.



6.1. ábra. Felülnézet

6.2. A szellőző rendszer

A szellőzés megfelelő megoldása kulcsfontosságú a walipini esetében, a túlmelegedés, és a túl magas páratartalom kialakulásának megelőzése céljából. A túl sok szellőzés ugyanakkor hátrányos is lehet, ezért fontos az optimális mérték beállítása, a növények számára.

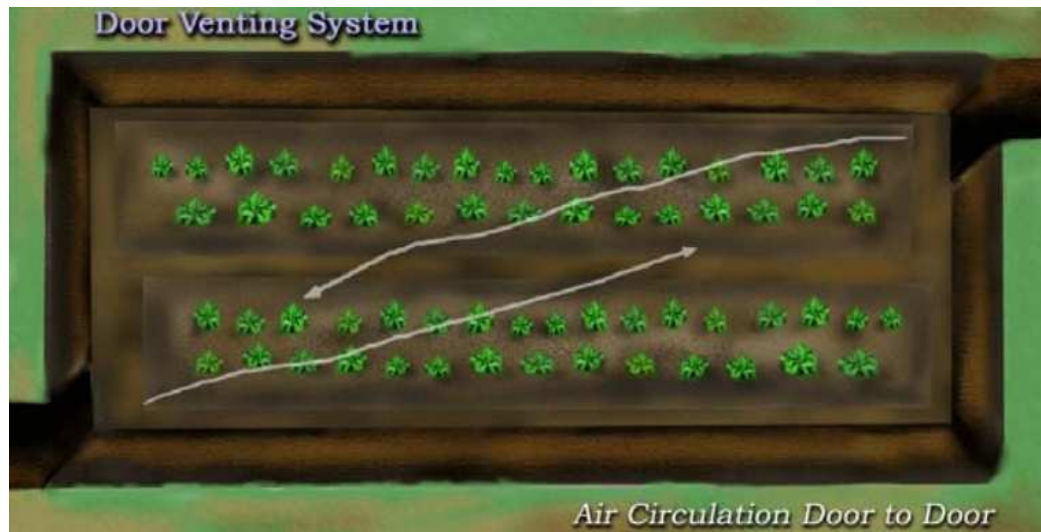
Négy szellőzőési módszer terjedt el. Mindegyiknek vannak előnyei és hátrányai.

6.2.1. 1. Módszer

Két egyforma méretű ajtót alkalmaz, az épület egymással átellenes sarkában (6.2 ábra).

Előnyei: Nem igényel további szellőztető berendezést, anyagot vagy munkát.

Hátrányai: Állandó volumenű, vagyis nem biztosít –a belső körülményektől függő– változó mértékű, konvekciós szellőzést, ha a pára vagy a hőmérséklet túl magassá válik.



6.2. ábra. 1. típusú szellőző

6.2.2. 2. Módszer

Hasonló, mint az 1. módszer, de egy további nyílást alkalmaz a hátsó fal közepén, felül (6.3 ábra). A nyílás mérete szabályozható, és teljesen nyitott állapotban akkora, mint az ajtók mérete.

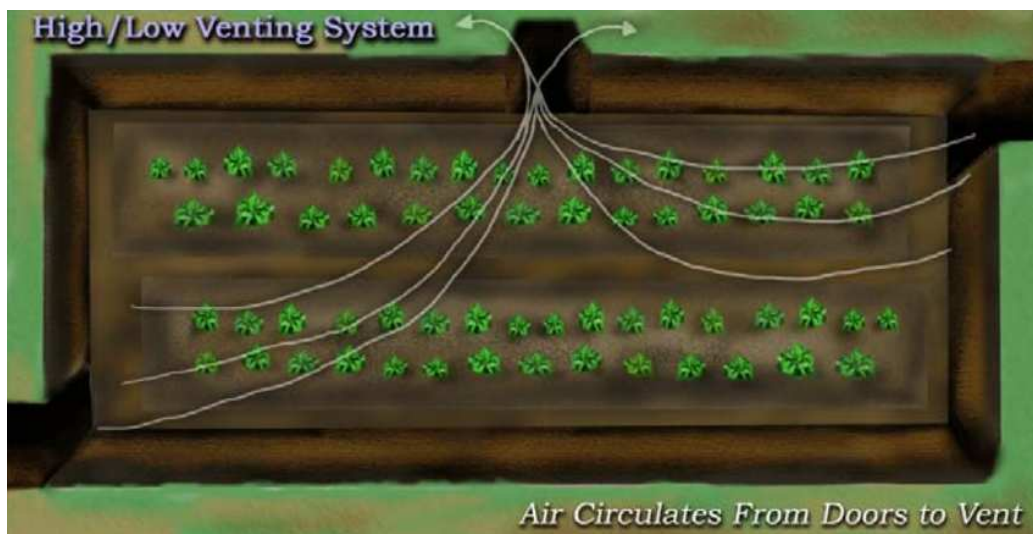
Előnyei: Jóval nagyobb szellőzési teljesítményre képes, mint az 1. módszer.

Hátrányai:

- A hőtárolás hatékonyságát csökkenti, mivel pont a hátsó fal az, ahol a tömeg hőtárolóképességét alkalmazzuk, mivel az átáramló hideg levegőnek tesszük ki a hátsó falat.
- Egy szemöldökfára van szükség, ami áthidalja a szellőző nyílást, és megtartja a gerendákat.
- Több munka szükséges a kivitelezés során, a szellőző kialakításához, és a vízszigeteléshez.

6.2.3. 3. Módszer

Az 1. módszer ajtónyílásait használja, egy nyitható, tetőablakkal kiegészítve (6.4 ábra).



6.3. ábra. 2. típusú szellőző

Ez a szellőző ablak a tető közepén, a hátsó fal felé eső oldalon helyezkedik el, a legmagasabb ponton (La Paz-ban, ahol ez az épület legmagasabb pontja, a mérsékelt égövben ez nem feltétlenül igaz).

mérete kb. 4'x4' (1,32x1,32m)

Előnyei:

- Szükség esetén nagyobb szellőzési mennyiség érhető el.
- Nincs akkora hőveszteség, a hátsó fal vonatkozásában.
- Könnyen kivitelezhető, mindössze egy keret és néhány zsanér szükséges hozzá.

Hátrányai: Ha a szellőző nyílás, zárt állapotában nem szigetel tökéletesen, akkor az eővíz beszivároghat, és hő áramolhat ki rajta keresztül, pont akkor, amikor arra egyébként a legnagyobb szükség lenne.

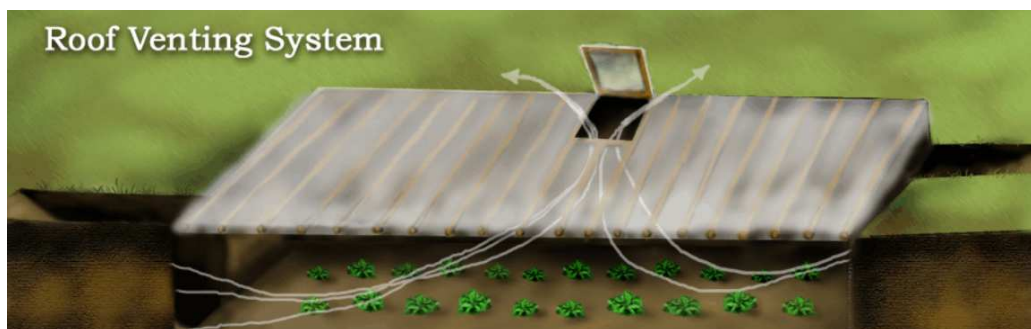
6.2.4. 4. Módszer

A korábbi módszereknek megfelelően, ugyanazokat a belépő ajtókat használja, a hátfalba épített szellőző kéménnyel kiegészítve (6.5. ábra).

Előnyei: Ez a megoldás biztosítja a legjobb szellőzési viszonyokat. a legnagyobb térfogatáramot, és szabályozási lehetőséget, a tömegben tárolt hő megtartása mellett.

Hátrányai:

- Ez igényli a négy megoldás közül a legtöbb munkát, és anyagot.



6.4. ábra. 3. típusú szellőző

- Vályog kéményt, szabályozható nyílást, és eső ellen védő tetőt, a nyílás felett.

6.3. A belső vízelvezetés

A belső drénezés kialakítása fontos, a növénybetegségek megakadályozása érdekében, mivel a felesleges nedvességet távol kell tartanunk az építménytől.

Az ásás során a gödröt 1-2 lábbal (33-66 cm) mélyebbre kell ásni, mint a végleges, használati mélysége lesz.

Ez a részt, kavicssal és annak tetején kb. 8" (20cm) vastag talajréteggel töltjük fel. Az aljára kerülnek a nagyobb kövek, sziklák, és ahogy felfelé haladunk, egyre kisebb kavicsok kerülnek.

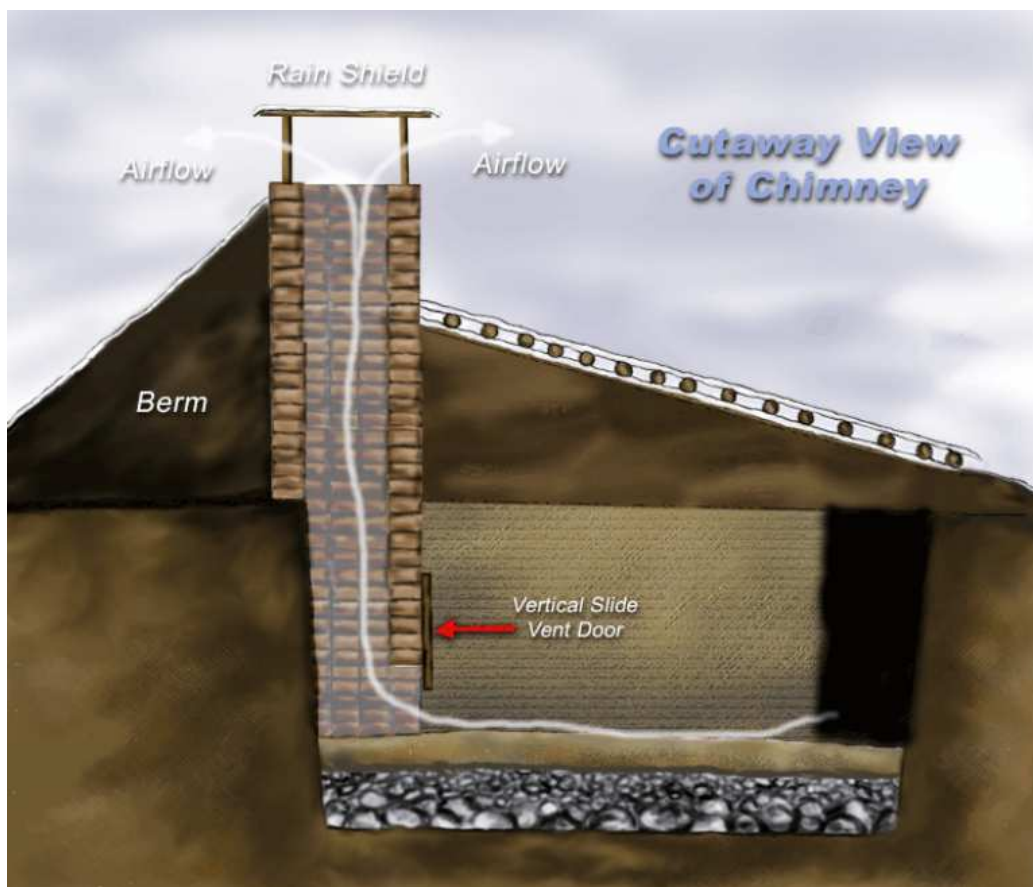
A gödör alja fokozatosan lejt a közepétől a szélek irányában 1/4" per láb mértékben (0,63/33 cm, kb 1,1 fok).

Mivel a tipikus La Paz walipini méretei 12x33 láb, vagyis a hossza kb. 20 méter, ezért a közepétől a széléig terjedő 10 méteren, az esés kb. 21 cm-nek felel meg.

Ez a lejtés biztosítja, hogy a felgyülemmlő víz a szélek irányában elszívá-roghasson.

Az épület mindkét végén egy-egy 2x3 láb méretű víz-nyelő akna elegendő, hogy a szivárgó vizet befogadja. Az akna tetejét levehetőre kell csinálni, hogy szükség esetén az leemelhető legyen, hogy a felgyülemmlött vizet egy vödörrel ki tudjuk merni.

A walipiniben lévő nedvességtartalom öntözéssel és szellőztetéssel is befolyásolható.



6.5. ábra. 4. típusú szellőző

6.4. A külső vízelvezetés

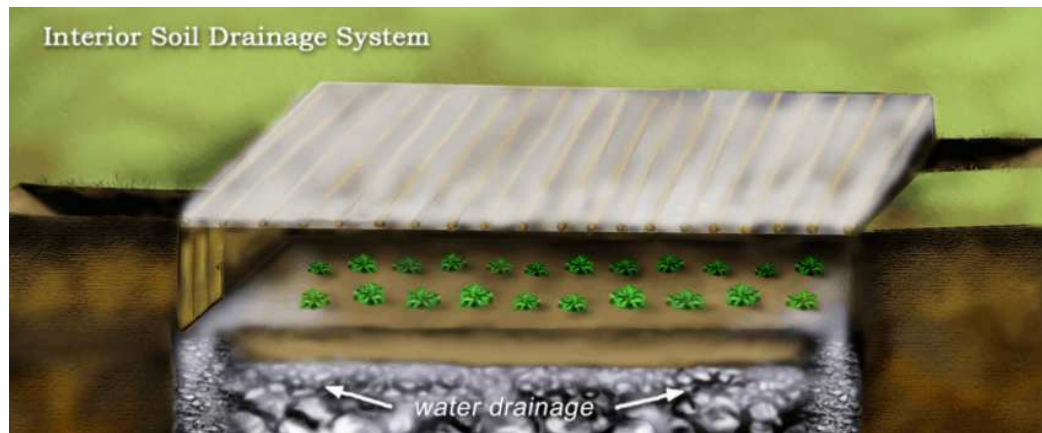
A külső vízelvezetés, pl. eső alkalmával, létfontosságú a walipini szempontjából. Hogy a külső vizet gyorsan elvezessük, a rézsűket és padkákat megfelelő dőlésszögűre kell kialakítani. Ez minimum $1/4''$ per láb lejtést jelent (1,1 fok).

A talaj porozitásától függően szüksége lehet vízzáró agyag réteg, vagy fólia alkalmazására.

A rézsűk méretezése attól is függ, hogy mennyire sikerül vízzáróra készíteni azokat, ill. hogy mennyire sikerül a takarást összedolgozni a rézsűvel, hogy a víz ne tudjon beszivárogni a falra.

A jelenleg legelterjedtebben alkalmazott walipinik esetében a rézsű méretei a következők:

- a hátsó, magasabb falak esetében kb. 10 láb (3,3 m)



6.6. ábra. A belső vízelvezetés

- Az első fal, és oldalfalak esetében kb. 5 láb (1,6 m)

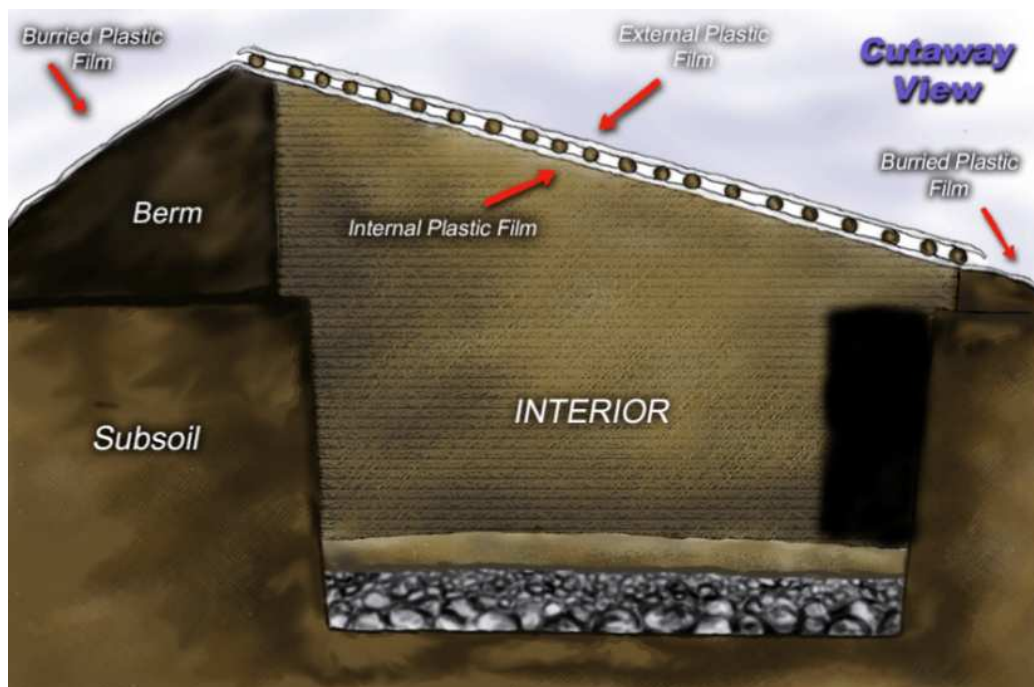
Ezek a walipinik erősen agyagos talajon készülnek, amelyek hatékonyan képesek távol tartani a külső nevésséget.

6.5. Víz gyűjtő/elvezető/fűtő rendszer

A klasszikus La Paz walipinikban az elülső fal alatt galvanizált fém, vagy PVC esőcsatornát helyeznek el, ami összegyűjti a tetőről lefolyó esővizet, és csöveken keresztül, a hátsó fal előtt, vagy abban elhelyezett (55 gallonos, kb. 200 literes) hordókba vezeti. Ez a víz egyránt szolgál hőtárolásra, és locsolásra is.

A hordók túlfolyó csövekkel vannak egymáshoz kötve. A túlfolyási láncolatban lévő utolsó hordó túlfolyó szintje, és nyílása úgy van kialakítva, hogy az onnan kifolyó víz, a külső, vízelvezető árokba vezesse ki a felesleges vizet. Célszerű egy T elosztó idomot elhelyezni az esőcsatorna aljára, hogy egy esetleges felhőszakadás alkalmával az esővizet közvetlenül egy külső vízelvezető árokba irányítsuk, a korábban esetleg már megtelt hordók helyett.

A csövek átmérőjének méretezése függ a várható vízhozamtól. Ezt célszerű helyileg méretezni, a várható esőmennyiség alapján, a helyi jellemző időjárási viszonyoknak megfelelően.



6.7. ábra. Drénezés és részsűk



6.8. ábra. Esővíz elvezetése, összegyűjtése

7. fejezet

A walipini építése

7.1. Szerszámlista

A kivitelezéshez szükséges szerszámok listája:

- kalapács,
- lapát,
- csákány,
- fűrész,
- talácska,
- emelőrúd,
- forma
forma (formázó?) a döngölt föld kialakításához. két összeerősített 2 x 10 x 5 m deszka, vagy 5x4cm es fém rúd, stb.
- vályog formák
- kézi tömörítő eszköz
- mérőszalag
10m-es, és 30m-es mérőszalagok. Ha nincs 30 méteres, akkor használjunk egy hosszú zsineget, amire felmérjük a megfelelő távolságot, azt használjuk az épület kitűzésére.
- szintező
Átlátszó tömlő, vagy szintező slag, a sarkok szintezéséhez.

- kés
- fúró, és fúrógép
- vizes tömlő, szórófejjel
- póznák
- zsinór

7.2. Anyaglista

Egy 20x74 láb méretű (6,6 x 24,5m) walipinihez a következő anyagokra van szükségünk:

- Víz,
- 20 db 4" x 16' pózna, vagy PVC cső, a tető tartásához,
- 3 db 3' x 6' zsanérral ellátott ajtó, (az egyik a szellőzőnyílást fogja takarni),
- 3 db 3' x 5' ajtó keret (Ha a hátsó szellőzőnyílást nem a falban alakítjuk ki, akkor csak 2 kell),
- 2 db 3' x 6' ajtó szemöldökfa,
- 1 db 6' x 3' szellőző szemöldökfa, vagy tetőkeret a szellőző számára, amennyiben a tetőn alakítjuk ki a nyílást,
- 1700 négyzetláb 200 micron vastag agrofilm (polyethylene UV plastic),
- 640' of 1" wood stripping to secure plastic sheeting to the poles
- Lapát, traktor, eke, stb. a gödör kiásásához,
- 30 cubic. yds. kavics, a padló drénezés feltöltéséhez
- 1 cubic yds of kavics, vagy kő a két drén nyelő gödör feltöltéséhez,
- 233 cubic yds talaj kerül kiemelésre a gödörből
- 22 cubic yds of fedőtalaj a növény ültetésére (8" x 66' x 12')
- 94 cubic yds. föld a döngölt falak kialakításához

- A fenti mennyiségek alapján a maradék 109 cubic yds. a padkák kialakítására lesz felhasználva.
- 2700 sq' műanyag fólia, a földdel takart vízelvezetés, drénezés számára, ha erre szükség van,
- 74 láb drén/eső csatorna, a tető alacsonyabbik feléhez,
- 100' lejtősen elhelyezett cső, ami a csatornákból a hordókon keresztül a külső drén árokba vezeti az esővizet,
- szögek,
- 116 db 8" x 4" x 12" (20 x 10 x 30 cm) vályogtégla, az épület külső részére, a tetőfólia rögzítéséhez.

7.3. Az épület kitűzése

A La Paz modell alapján fogjuk elkészíteni az épületet, miután a korábbi fejezetben leírtak alapján kiválasztottuk a megfelelő területet, és meghatároztuk az épület optimális tájolását.

Jelöljük ki a 12.5' x 66' nagyságú felvonulási területet, cövekekkel, és zsinórral.

Pontosítsuk a kijelölést, előre kimért hosszúságú zsinór segítségével, hogy a falak merőlegessége, a sarkok derékszöge pontos legyen.

A zsinór mentén végighaladva, mésszel, vagy más jól látható anyaggal jelöljük ki a gödör szegélyét.

7.4. A föld kiásása

A gödröt 1-2 lábbal mélyebre kell ásni a végleges mélységnél, a vízelvezetés miatt.

Az első 8" (20cm) termőréteget, különítsük el az ásás során, mert ezt fogjuk később visszahelyezni, ültetőközegnek az építmény aljára.

Az ásás és föld kiemelése során úgy deponáljuk azt, hogy a későbbiekben a padkák és a döngölt oldalfal kialakításához minél kevesebbet kelljen mozgatni azt.

A döngölt föld-fal akár egyidejűleg is készülhet a föld kiemelésével, ezzel is munkát takaríthatunk meg, mert a kitermelt föld egy részét közvetlenül a fal megerősítésére használhatjuk.

A döngöléshez használt földnek kb. 10% nedvességet kell tartalmaznia. Ezt úgy ellenőrizhetjük, hogy a kézzel összenyomott föld megőrzi az alakját, de még nem folyik, sárszerűen.

Ne feledkezzünk meg az épület két átellenes oldalán az ajtók számára lejáratot készíteni.

A falaknak kifelé kell lejtetniük, vagyis a gödör, az épület az aljától, a teteje felé haladva szélesedik.

6 láb magas fal esetén a dőlés minimum 6" legyen.

Ez nagymértékben hozzájárul ahhoz, hogy a fal a későbbiekben ne omoljon be, és a talaj ne peregjen.

Ha elértük a megfelelő mélységet, akkor alakítsuk ki a lejtést, a nyelő aknák irányában.

Ezt követően töltsük fel kövekkel, majd egyre csökkenő méretű, kavicssal az aljzatot.

Ezt követi a termőtalaj.

A termőtalajt kevejük össze szerves anyaggal, trágyával, a szükséges arányban, és terítsük legalább 8" (20cm) vastagságban a kavicságy ölé.

Miután elértük a végleges padlószintet, helyezzül be az ajtókereteket.

Az ajtó keretek anyagvastagsága legalább 2" (5cm), szélessége 8" (20cm).

Az ajtókeretet az oldalain az alján és a tetején fúrjuk ki. A lyukakon keresztül rögzíthatjuk a keretet a falhoz, amibe ágyazzuk, fa vagy betonacél rudak segítségével.

Helyezzük be az ajtókat, és győződjünk meg róla, hogy csukott állapotban légzáróak.

Ha nyílásokat észlelünk a keret körül, azt tömjük be vályoggal (homok, agyag és szalmatörök és víz keveréke),

Ezzel a föld alatti rész elkészült.

7.5. A falak

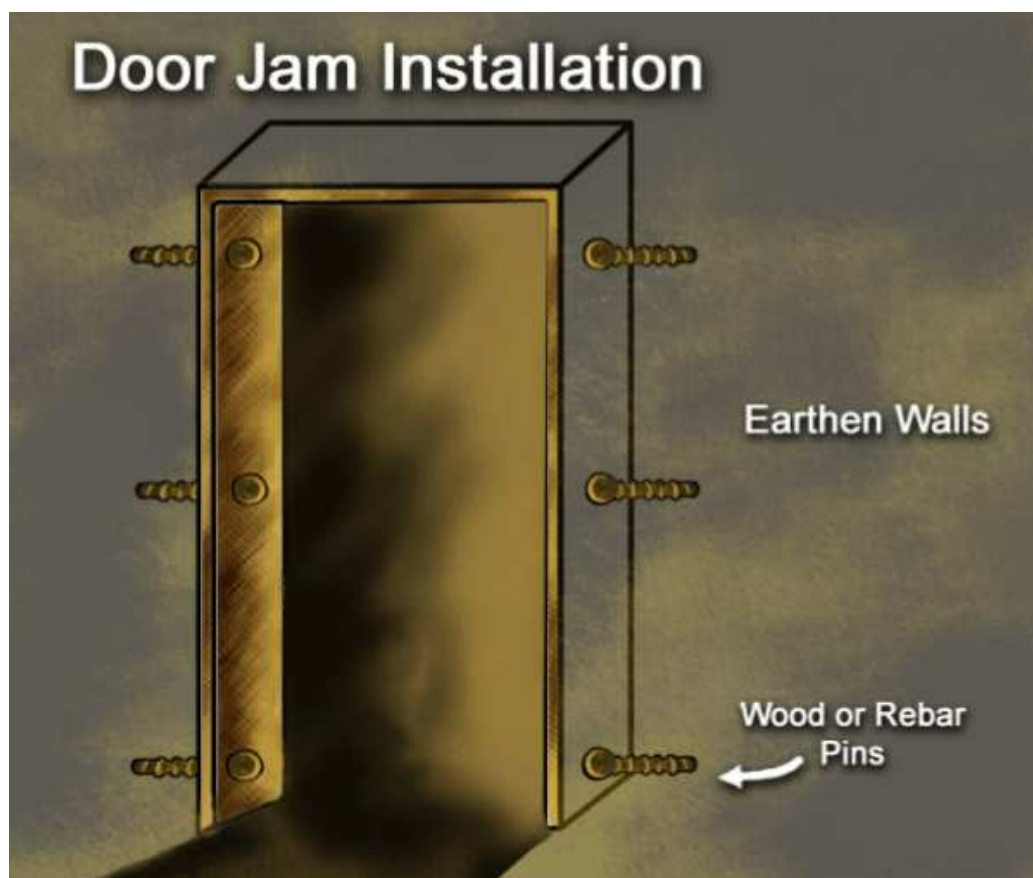
Győződjünk meg róla, hogy a fal alapja mindenhol egy szintben van, és egységes, homogén.

A falakat a kijelölt éltől számított kb. 6" (15cm) távolságra kezdjük el készíteni, a döngölő formár segítségével, a sarkoktól kiindulva, miután kijelöltük mésszel a vonalát.

Mielőtt a formba töltjük a földet, keverjük össze kb. vízzel, hogy kb. 10% nedvességtartalma legyen.

A megfelelő nedvességtartalmat a következőképpen ellenőrizhetjük:

1. Ha markunkba veszünk egy darabot, és összeszorítjuk, akkor, az elengedését követően megőrzi alakját.



7.1. ábra. Az ajtókeret kialakítása

2. Ha a földre ejtjük, akkor megreped, és összeomlik, ahelyett, hogy sár-szerűen szétfolyna.
3. Mielőtt elkezdjük a falat, öntöttük meg alaposan alatta a talajt, hogy a tapadás a fal és az altalaj között jobb legyen.
4. Jelöljük ki egy sarkot, és onnan kezdjük el döngölni a felat.
5. Amikor elérünk egy ajtó helyéig, helyezzük be a keretet, és tegyük fel a keret fölé a szemöldökfát, hogy amikor a falat az ajtó fölött készítjük, a szemöldökfa viselje a fal tömegét.
6. A szemöldökfának olyan szélesnek kell lennie, mint amilyen vastag a fal (18" - 3', 46-100cm) és a keret mintkét oldalán 1'-nyival (33cm-rel) hosszabbnak, mint a keret szélessége. kb. 5' a három ajtó számára, és 4" (10 cm) vastag anyagból készüljön.

7. Folytassuk a fal készítését tovább, egészen addig, amíg a teljes épület falának adott szintje el nem készül.
8. Minden egyes szint befejezésekor ellenőrizzük annak meredekségét, és az elkészített réteg felszínének vízszintességét, valamint az irányát.
9. Amikor a formát a következő szintre emeljük, a következő réteg készítéséhez, a keretet helyezzük az előző réteg közepére.
10. Ez kissé dőltté teszi a falat, ami növeli a stabilitását és erősíti a függőleges összeköttetést az egymásra helyezett sávok között.
11. Minden egyes réteg megkezdése előtt nedvesítsük be az előző réteg felületét, amire a formát helyeztük.
12. Ez a vízszintes irányú tapadást, kapcsolódást teszi erősebbé.
13. Folytassuk ezt a lépéssort mindaddig, amíg elérjük a kívánt falmagasságot.
14. Ha olyan szellőzési megoldást alkalmazunk, ami a hátsó fal közepén, felül alkalmaz egy nyílást, abban az esetben hagyjunk egy 3' széles, és 6' magas (1x2m) nagyságú rést szabadon, amikor az utolsó rétegeket visszük fel.
15. Ezt a nyílást egy 2" (5cm) vastag szemöldökfával kell lefednünk, a közepén egy támasztó oszloppal, hogy a tető gerendákat hozzá tudjuk rögzíteni szögekkel.
16. A falak tetejét végül a megfelelő szögben, lapáttal, vagy ásóval simára kell faragnunk.
17. Az elülső, és hát falak formázása hasonlóképpen történik, a szükséges sík formára, úgy, hogy a gerendák megfelelően feküdjenek fel a falak tetején.
18. Ha ezzel a művelettel készen vagyunk, elkészült a falazatunk.
19. Ha a falakat megfelelően tűztük ki, és készítettük el, akkor a döngölt fal alja, és az ásott rész teteje között egy kb. 6" (15cm) széles polc fog képződni, aminek számos funkciója lehet. A falak készítése során például ez akadályozza meg a döngölés során, az ásott rész beomlását.

7.6. Tetőszerkezet és üvegezés

A tető építését megelőzően ellenőrizzük, hogy a falak tetejének szöge, megfelelő, és az elülső ablak olyan szögben fog állni, ami a téli napforduló idején, a napsugarakra merőleges.

A gerendákat egész hosszukban tisztítsuk, csupaszítsuk le, hogy a fólia rögzítése hatékonyabb legyen, és hogy a ráfektetett fóliát a szélmozgás ne tegye tönkre.

Most fektessük a 20 db. 4"x16' (10cm x 528cm) hosszú gerendát a falak tetejére, a közepüket 4'-lábnyira egymástól, az épület egyik végétől kiindulva, úgy, hogy az épület két végén legalább 1-1' túlnyúlást legyen, a falakon.

Valamennyi túlnyúlás nem csak az oldalfalakon, hanem az első és hátsó falon is szükséges, hogy a fólia takarás esetén ne érje közvetlen eróziós hatás a gerendák illesztési helyét.

Mielőtt felhelyeznénk a gerendákat, előtte fektessük alá az alsó fólia réteget, az épület teljes hosszában, az alsó és felső részre is, a túlnyúlásokat is beleértve.

A fóliák szegélyét rögzítsük a gerendák végéhez, és ezzel lényegében előkészítettük a belső fólia réteget ("üvegezést").

Fúrjunk egy-egy lyukat a gerendákba a falaknál, és rögzítsük azokat a falakhoz, karókkal.

Töltsük fel teljesen a gerendák közét vályoggal, úgy, hogy az végül kövesse a gerendák által meghatározott síkot.

Ez meg fogja akadályozni, hogy a külső, hideg levegő behatolhasson a fólia rétegek közé, és elvigye a belső meleget.

Terítsük rá a külső fólia réteget a gerendákra, és hagyjunk legalább 6" (15cm) túlnyúlást, amit ráhajtunk a gerendák végére, hogy tökéletesen biztosítsuk a fóliarétegek közötti légréteg elzárását, majd egy léccel rögzítsük a gerendák végéhez.

A fóliákat szalagok vagy vékony léccel segítségével szögezzük rá a gerendákra, hogy a mozgását megakadályozzuk.

Fektessünk végig egy vályog réteget az épület teljes területében, a gerendák végén, kivéve az alsó falat, ahová az esőcsatornát fogjuk elhelyezni. Ez a réteg fogja rögzíteni a fóliát a falakhoz.

Az alsó részen a fóliának bele kell lógnia az ereszcatornába, oly módon, hogy a víz a tető irányából akadálytalanul belefolyhasson.

Most menjünk be az épületbe, és az alsó fóliát a külsőhöz hasonlóan, rögzítsük hozzá a gerendákhoz.

Ezek után ellenőrizzük, hogy a gerendák közé zárt tér teljesen hermetikusan el van zárva a külvilágtól. Amennyiben valahol szivárgást észlelünk, ott tömjük be a lyukat vályoggal.

Végül ismét menjünk ki, és helyezzük fel az esőcsatornákat. A csatornának lejténie kell abban az irányban, ahol majd a lefolyó segítségével a hordókba fogjuk vezetni a vizet. A csatorna ezen végére helyezzük fel a T idomot.



7.2. ábra. Csövezés

Vezessünk be a T idom befelé mutató ágáról egy csövet, megfelelő lejtéssel az első tároló hordóba. Ezután vezessük át a túlfolyók segítségével a hordókon keresztül a vizet, és az utolsó hordóból vezessük ki a külső vízgyűjtő árokba azt. Ügyeljünk a szintezésre.

Ezzel elkészült a tetőszerkezet.

7.7. Rézsűk és külső vízelvezetés

Most a külső rézsűk, padkák elkészítése, és a külső vízelvezetés kialakítása a soron következő lépés.

Minél magasabb, és vastagabb a rézsű, annél nagyobb annak hőtároló tömege és az általa biztosított szigetelés, amit a walipini fölt feletti része számára akarunk biztosítani.

Ezzel egyidejűleg, megfelelő dőlésszöget kell adni ennek a rézsűnek, amit szükség esetén fóliával is fedhetünk, hogy a káros vizet elvezessük.

Függetlenül a rézsű méretétől, az egész épület területében takarnunk kell a tető fóliával a falak tetejét, ahol a gerendák felfekszenek, és a fal találkozik a rézsűvel, hogy a víz akadály nélkül elfolyhasson.

Az ajtókat szintén hőszigetelnünk kell, pl. keményhab hőszigetelő lapok felerősítésével, az ajtó mind belső, mind pedig külső felületére, hogy amikor a walipini már funkcionál, minél kisebb legyen ezen a helyen a hőveszteség.

Ahol a rézsű elére a természetes talajszintet, célszerű egy sekély árkot kialakítani, amit elvezetünk az épülettől lehetőleg jó messzire. Ez mind az épület irányából, mind a közvetlen környezetéből származó esővizet eltávolítja, a walipinitől.

7.8. A Szellőző Rendszer

Ha az első két szellőzési módszer valamelyikét választjuk, akkor lényegében ezzel készen is vagyunk, feltéve, hogy a fal építésekor kialakítottuk a 2. módszer esetében a szellőzőnyílást a fal tetején.

A 3-4. megoldások esetében további szerkezetekre van szükség.

A 3. módszer egy egyszerű keret beépítését igényli, melynek körülbelüli méretei: 4'x4'x4" (132x132x10 cm). Ezt a keretet az egyébként egymástól hasonló (4') távolságra lévő kerendákhoz tudjuk rögzíteni. A keretet az épület közepére, a legmagasabb pontra kell felrögzíteni. Zsanérokkal kell kögzítenni az ablakot, ami a tető többi részéhez hasonlóan, két rétegben van fedve fóliával.

A felső részre fektetett fólia kb. 6"-el (15cm-rel) legyen nagyobb, körben, mint az ablak nyílása, és simuljon rá felülről a külső tetőfóliára, a jobb hőmegtartás, és kisebb víz beszivárgás érdekében.

Ezt az ajtót belülről kell tudnunk nyitni, és úgy kell kialakítani a kitámasztását, hogy több fokozatra lehessen állítani, nyitott állapotában. Ezzel tudjuk szabályozni a ventiláció mértékét.

A 4. típus egy kémény építését feltételezi az építmény legmagasabb pontján. A kéménynek legalább 2'-bal (66 cm) magasabban kell lennie, mint az épület tetőszerkezetének legmagasabb pontja. A kémény tetején egy eső ellen védő, fóliával fedett kis tetőcskét kell kialakítani. A kémény alján egy csúszó ajtót helyezünk el, aminek a segítségével, valamint az ajtók nyitásával tudjuk a légáramot szabályozni.

7.9. Befejezés, üzembehelyezés

A walipini alapvetően elkészült, és készen áll a beültetésre.

Üzembeállítás előtt mindig ellenőrizzük, hogy a rendszer megfelelően szigetelt, és pótoljuk az esetlegesen észlelt hiányosságokat. pl. az épületben

gerjesztett füst segítségével könnyedén megállapíthatjuk, ha valahol nyílás van, és szökik a meleg levegő.

Ha a szigetelés megfelelő, az ajtók és szellőzők bezárásával elkezdhetjük a rendszer "felmelegítését" és a tároló tömegek "feltöltését" hővel. Ha a belső hőmérséklet a hajnali, leghidegebb órákban (3.00-4.00) is meghaladja már a 45 F-et (7,2 C), akkor a walipini készen áll a növények telepítésére.

A rendszert működését a következő dolgokkal szabályozásával tudjuk befolyásolni:

- öntözés,
- vízelvezetés,
- párasítás,
- szellőztetés.

Az optimális működtetést tapasztalati úton, a rendszer használata közbeni megfigyeléssel, folyamatos tanulással tudjuk elérni.

Irodalomjegyzék

- [1] Walipini Construction (The Underground Greenhouse), Benson Agriculture and Food Institute, Brigham Young University B-49 Provo, Utah 84602
- [2] Walipini on wikipedia <https://en.wikipedia.org/wiki/Walipini>
- [3] A termesztés sikere szempontjából kulcsfontosságú a megfelelő páratartalom, Dr. Terbe István, <https://www.agroinform.hu/gazdasag/a-termesztes-sikere-szempontjabol-kulcsfontossagu-a-megfelelo-paratartalom-32347-001>
- [4] Zöldségnövények hőigénye, <http://ilkertje.blogspot.hu/2011/01/zoldsegnovenyek-hoigenye.html>
- [5] Növények hőigénye - Kertészeti lexikon, <https://www.tuja.hu/kerteszeti-lexikon/novenyek-hoigenye.html>
- [6] Ismerjük meg a zöldségfélék hőigényét, <http://www.agraroldal.hu/ismerjuk-meg-a-zoldsegfelek-hoigenyet.html>
- [7] Zöldségtermesztők kézikönyve, dr. Balázs Sándor, <http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/zoldsegtermesztok/index.html>
- [8] Üvegházi, fóliás zöldség és gyümölcs párasítás - <http://www.teraszklima.hu/uveghazi-folias-zoldseg-es-gyumolcs-parasitas.html>
- [9] A fotoszintézis és a légzés szabályozása, <http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/zoldseg-disznoveny/ch03s04.html>
- [10] SunEarthTools.com - Tools for consumers and designers of solar, http://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php
- [11] Láb (mértékegység) <https://hu.wikipedia.org/wiki/L>