

NÖVÉNYHÁZAK SZERKEZETE, ÉPÍTÉSE
Dr. SALLAI LÁSZLÓ főiskola docens
Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar
Növénytudományi és Környezetvédelmi Intézet



Növényházak téli klimatizálása 1. olvasólecke

Jelen tananyag a Szegedi Tudományegyetemen
készült az Európai Unió támogatásával

Projekt azonosító: EFOP-3.4.3-16-2016-00014

Időigény: 45 perc



1. A hőenergia igény értékének éves alakulása

A növények mesterséges körülmények közötti termesztéséhez gépészeti berendezések szükségesek.

Ezek alkalmazásának célja a



fűtés,

szellőztetés,

hűtés,

mesterséges megvilágítás,

árnyékolás, illetve elsötétítés,

talajfertőtlenítés,

CO₂-adagolás,

öntözés,

tápoldatozás és a

növényvédelem

1. kép ÁRPÁD-AGRÁR ZRT. SZENTES, saját kép

A korszerű termesztőberendezések már fel vannak szerelve a fenti feladatokat kiszolgáló automatikákkal, a legkorszerűbb növényháztelepek pedig számítógép vezérléssel.

A termesztő-berendezésből távozó maximális hőáram értéke legfőképpen a fűtőrendszer tervezéséhez, méretezéséhez szükséges. Adott év, ill. termesztési ciklus alatti fűtési időtartam alatt 10-15 napnyi időtartamnál tartósabban nem aktuális az ilyen mértékű kifelé irányuló hőáramból származó energiavesztés. Ezért fontosabb az adott belső hőmérséklet (pl. napi átlag) érték esetén a fűtési, ill. termesztési ciklus során szükséges összes fűtéshez szükséges energia várható értékének az ismerete. Mindazokat a berendezéseket, amelyek az épület tartozékaként foghatók fel és azt szolgálják, hogy a növényház megfeleljen feladatának, **épületgépészeti berendezésnek** nevezzük és ebben a fejezetben tárgyaljuk.

Adott fűtési, vagy évnyi– időszak energiaszükséglete (E), a távozó hőáram adott időszakra vett határozott integráljával számszerűsíthető. Az integrál felírását követően a fentebb meghatározott összefüggések felhasználásával az alábbi összefüggést kapjuk:

$$E = \int_{\tau_1}^{\tau_2} (\dot{Q}_{vez.} + \dot{Q}_{lég.}) d\tau = (k_{vez.} + k_{lég.}) \cdot A_{hat.} \cdot \Gamma_{\tau_1 - \tau_2} \quad [\text{Wh}]$$

ahol: $k_{lég.}$ = a légcserével távozó

energiaáramból a: $k_{lég.} = \dot{Q}_{lég.} \cdot [A_{hat.} \cdot (t_i - t_e)]^{-1}$

szerint számított hőszükségleti
tényező $[W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$

τ_1 = a fűtés kezdetének időpontja

τ_2 = a fűtés befejezésének időpontja

$\Gamma_{\tau_1 - \tau_2}$ = a $(\tau_1 - \tau_2)$ idő alatt a hőfokhíd-összege,
melynek értéke az alábbi határozott integrállal
határozható meg:



**2. kép Fűtésrendszer ÁRPÁD-AGRÁR
ZRT. SZENTES, saját kép**

$$\Gamma_{\tau_1 - \tau_2} = \int_{\tau_1}^{\tau_2} [t_i(\tau) - t_e(\tau)] \cdot d\tau \quad [^{\circ}\text{C} \cdot \text{h}]$$

Az integrálban szereplő $[t_e(\tau)]$ a külső hőmérséklet időbeni alakulását leíró függvény. E függvény az év adott napjának adott időpillanatában aktuális külső hőmérséklet (több éves mérési adatok átlaga alapján várható) értékét számszerűsíti.

2. Hőleadó (fűtő) rendszerek, és hőfokszintjeik

A termesztő-térből távozó hőáram „pótlása” **fűtéssel** történik.

A fűtés lehet **közvetlen**, vagy **közvetítő közeggel** történő fűtés.

A **közvetlen** (pl. villamos) fűtés csak kis teljesítményű (max. 10 kW) **helyi** (pl. dugvány gyökereztetést segítő talp-) fűtésnél célszerű termesztő-berendezésekben.

A **közvetítőközeges fűtésnél** a közeg lehet **légnemű** (levegő) vagy **folyékony** (víz, avagy olaj) halmazállapotú. A közvetítő közeg nyitott vagy zárt körfolyam segítségével juttatja a hőenergiát annak előállítási (felszabadítási) helyétől pl. kazánból a felhasználás helyére. Miközben a **közeg hőmérséklete (maximum 20 °C-nyit) csökken**, vagy halmazállapota változik (lásd gőzfűtés). A légfűtés esetében nyitott körfolyamat valósul meg, mivel a termesztő tér levegőjét vagy tűz-lég típusú léghevítővel vagy hőcserélő segítségével melegítjük fel a kívánt mértékben.



3. kép Növényház fűtésrendszere (ÁRPÁD-AGRÁR ZRT. SZENTES, saját kén)

3. Fűtőberendezések

A növényházak fűtőberendezései között a **hőhordozó közeg** alapján csoportosítva megkülönböztetünk:

**víz-,
gőz-,
lég- és
villamos**

fűtést.

A folyékony közvetítőközeg esetében, ha a közeg víz annak állapotjelzői alapján lehet meleg- vagy forró víz valamint gőzfűtésű a rendszer. E fűtési rendszereknél eltérő a leadott hőáramon belül a **konvektív(áramlásos)** valamint a **sugárzásos** hőáramok mértéke, míg a vezetéssel történő hőleadás mindegyiknél elhanyagolható nagyságú! A melegvíz-fűtésnél a legkisebb a hőleadókban keringtetett víz túlhőmérséklete a környezeti, ti hőmérsékletű levegőhöz képest. Ezért e fűtési módnál a legkisebb a sugárzási hányad. Leginkább ez használatos, mert ennél a legkisebb a veszélye a növények perzselésének. Amennyiben a meleg víz kazánból kerül a hőleadókba, a közegnek zárt folyamatban kell a hőenergiát a kazánból a fűtendő térbe juttatni.

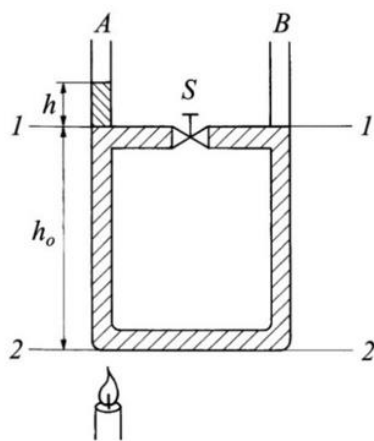
A legelterjedtebb fűtési mód a vízfűtés, amely tovább bontható:

melegvíz- és forróvíz fűtésre.

Forróvízfűtésen a 100 °C-nál nagyobb hőmérsékletű rendszereket értjük. A melegvízfűtéseknel a vízkeringés megvalósításának módja szerint

gravitációs és **szivattyús** fűtést

különböztetünk meg. A kazánban előállított hőt el kell juttatni a növényházban lévő hőleadókhoz. Ehhez a hőhordozó közegnek mozognia kell, amelynek áramlását ellenállások gátolják. Ezeket az ellenállásokat a fűtőközegnek le kell küzdenie, ami csak úgy érhető el, ha a hőhordozó közeg nyomása nagyobb, mint a vele szemben fellépő ellenállások összege. A *gravitációs melegvízfűtésnél* a fellépő ellenállásokat az egymással szembenálló, a hőmérséklet különbségből adódó eltérő sűrűségű vízoszlopok nyomáskülönbsége győzi le.



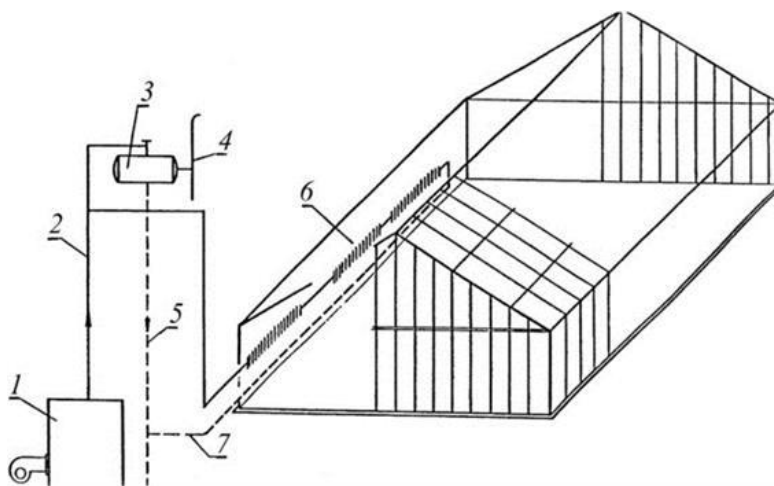
1. ábra A gravitációs melegvízfűtés elve

Az 1. ábra illusztrálja a kialakuló nyomásviszonyokat. A rendszer egy-egy síkig azonos hőmérsékletű vízzel van feltöltve úgy, hogy a csőelzáró S szelep zárva van. Ha a bal oldali A csőágban lévő vízzel hőt közlünk és melegítjük úgy, hogy gondoskodunk róla, hogy a víz a B csőágban ne melegedhessen fel, akkor az A csőágban a víz terjeszkedése következtében – mivel csökken a sűrűsége – a vízszint megemelkedik.

A meleg vizet kazán (1) állítja elő, ahonnan a fűtővíz a biztonsági előremenő vezetéken (2) a tágulási tartályba (3) kerül.

A tágulási tartályt úgy méretezik, hogy a kazánüzemben előforduló legnagyobb víztérfogatnövekedést is fel tudja venni és a berendezés legmagasabb pontján helyezik el. Ehhez csatlakozik a (4) túlfolyó és légtelenítővezeték.

A légtelenítésre azért van szükség, mert a rendszer feltöltésekor a csöveket először levegő tölti ki, ennek helyét foglalja el a víz, a távozó levegőt pedig a zárt rendszernek ezen a pontján engedjük ki a szabadba. Emellett légtelenítés azért is szükséges, mert a

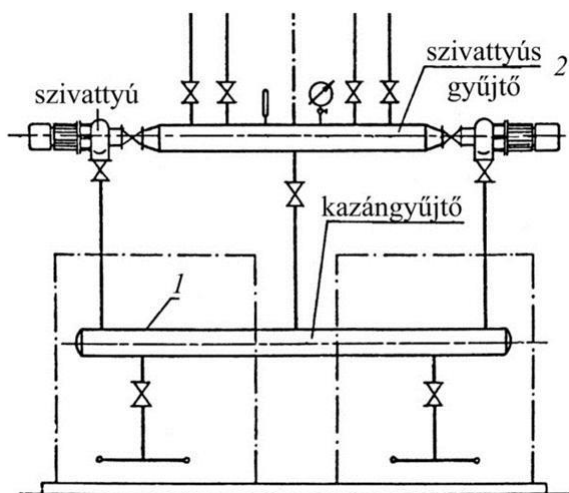


2. ábra A gravitációs melegvízfűtés megoldása növényházban

melegítéskor a vízben oldott gázok csak így tudnak eltávozni. A tágulási tartályt a kazánal a biztonsági visszatérő vezetékkel (5) kötik össze, amely a kazán és a tágulási tartály közti keringést teszi lehetővé. Az előremenő vezetékből ágazik el a hőleadókhöz (6) vezető cső, ahonnan a hőjét leadott, lehűlt víz a visszatérő vezetéken (7) keresztül jut vissza a kazánba (2. ábra).

Sajnos a természetű házaknál viszonylag csekély, néhány méternyi szintkülönbség mellett a viszonylag hosszú fűtő csővezetéseket figyelembe véve megállapítható, hogy a kialakuló folyadékáramlási sebesség értéke nem elegendő a szükséges hőenergia áram fenntartásához. Ezért a legtöbb esetben keringtető szivattyú beépítésével, kényszeráramlással biztosítják a fűtővíz keringtetését.

Az üzemeltetés biztonsága érdekében mindig két szivattyút építenek be. A szerkezeti megoldást a 3. ábra szemlélteti.



3. ábra Keringtetőszivattyúk beépítése [4]

A szivattyúkat a térfogatáramukkal és a szállítási magasságukkal jellemezzük. Úgy kell a szivattyúkat kiválasztani, hogy a csőhálózatban a víz sebessége ne haladja meg az 1–2 m/s értéket. A csővezeték ellenállása az áramlási sebességtől négyzetesen függ.



4. kép Előremenő osztó [1]

A szivattyúk villamosteljesítmény-felvételének tervezéséhez, ha feltételezzük, hogy a csővezetéken az ellenállás 1 mbar/m, akkor 1 MW hőteljesítmény átadása – amely hozzávetőleg egy 1 ha-os üvegház fűtőenergiaszüksége – kb. 4 kW villamos teljesítménnyel oldható meg. Ha az előremenő és visszatérő víz hőmérséklet-különbség az eredetileg tervezett 20 K helyett 10 K-re változik, akkor kétszeresére kell növelni a térfogatáramot, amelynek következtében a villamosteljesítmény-felvétel közelítőleg nyolcszorosára nő.



5. kép Melegvizes szivattyú [3]

Növényházak fűtési rendszerei

A növényházak hőveszteségének pótlására használt fűtési rendszerekkel szemben támasztott

követelmények:

- ❖ alkalmazásával a növényház fajlagos hőfelhasználása a lehető legkisebb legyen,
- ❖ követelmény a jó szabályozhatóság, hogy a hőszükséglethez gyorsan lehessen igazítani a hőközlést,
- ❖ a sikeres növénytermesztés érdekében elvárás a nagy üzembiztonság,
- ❖ a hőt a növényállományban egyenletesen ossza szét, minél kisebb legyen a hőmérsékleti gradiens,
- ❖ hatékony páramentesítést tegyen lehetővé a növényállományban,
- ❖ legyen alkalmas a kis hőmérsékletű fűtés alkalmazására is,
- ❖ a szükséges termesztési munkákat ne akadályozza,
- ❖ amennyire csak lehet, a legkisebb árnyékolással járjon alkalmazása.

A **hőleadás módja** szerint három fűtési rendszer terjedt el:

csőfűtés,

légfűtés,

talajfűtés.

A **csőfűtés** alkalmazásakor a hőt a csövek

50%-ban **hősugárzással** (hosszú hullámú infravörös sugárzás)

és kb. 50%-ban **szabad áramlással (konvekcióval)** adják át a környezetüknek, elsősorban a levegőnek. Itt a levegő felmelegszik, sűrűsége kisebb lesz, és a meleg levegő felfelé kezd áramlani. Ebből következően szabad áramlásnál csak a cső feletti légréteg melegszik.

Sugárzásos hőközlésnél a hőleadó a tér minden irányába sugároz és ad le hőt, így lefelé is.

Légfűtés esetén a hő csaknem 90%-ban szabad áramlással adódik át a környezeti levegőnek. A felmelegített levegőt terelt sugáriránnyal fűjják be a ház légterébe úgy, hogy ennek hatása van a növényállományra is.

A **talajfűtés** szinte kizárólag hővezetéssel adja le a hőt, emellett kismértékű hőszállítás is fellép a víz talajban való párolgása, kondenzációja következtében.

A különböző kultúráknál, ill. termesztő terekben akár 4 egymástól független melegvíz fűtőkört alakíthatnak ki, ill. használhatnak, ezek:



6. kép Légtérfűtés megnövelt felületű hőleadókkal [3]



5. kép Légtérfűtés sima cső hőleadókkal (ÁRPÁD-AGRÁR ZRT. SZENTES, saját kép)

Légtérfűtés, ahol a melegvíz maximum 90 °C-osan lép be, és maximum 20 °C-ot lehűlve kerül vissza a kazánba. A hőleadó felületet sima (5. kép), avagy megnövelt felületű csövek (6. kép) képezik, melyek lehetnek a vápa síkjában elhelyezve, ún. felső kiosztású, vagy a vápákat tartó oszlopokra kb. 1 méter magasságba helyezve.

Hajtáscsúcsfűtés



8. kép Hajtáscsúcs fűtés[4]



7. kép Hajtáscsúcs fűtés[4]

Csak zöldségtermesztésnél használják. A 2, vagy 3 hosszbordás (extrudált Alu) vagy sima fém (6. kép), avagy polietilén csövek felfüggesztése lehetővé teszi a csövek magassági állítását, azaz a csúcs függőleges menti „követését”. A csövekben keringetett víz hőmérséklete, nem haladhatja meg a 30 °C-ot. E csövekben a be, ill. kilépő víz közötti hőmérséklet csökkenés 3-4 °C-ot nem haladja meg. Ezért e fűtésnek a szükséges fűtő hőáramból elhanyagolható (1-2 %) a „részesedése”. Viszont ezen hőleadó felületek közelében 2-3 °C-al növekszik a légtér hőmérséklete, így ugyanakkora parciális vízgőznyomás kisebb relatív páratartalmat eredményez e térrészekben. Ez pedig nem kedvező a gombakártevőknek, ezért a hajtások gombakártevők elleni védelme céljából kezd már hazánkban is nagymértékben terjedni e fűtési mód. A **sugárzásos** hőáram révén pedig valamelyest, 1-2 °C-os mértékben a hajtások átlaghőmérséklete is növekszik, ami a kultúra intenzívebb fejlődését okozza.



Vegetációs fűtés

Zöldségtermesztésnél akár talajon, akár a talajtól független technológiák esetén, a talaj felszínén, ill. valamivel fölött, általában talajból kiemelkedő tartókra helyezett 2,5” vagy 3”-os sima csövek a hőleadók (9. kép). A csövekbe 40-42 °C-osan lép be, majd 5-6 °C-t hűlve távozik a fűtővíz. E csövek zöldségtermesztéskor a sorközben, akár a vápa magasságában történő, pl. paradicsom szedését is lehetővé tevő szedő kocsik (amely egyben a gyűjtést, és a sorból történő kiszállítást teszi lehetővé) vezető pályája is lehet (9. kép).

9. kép Vegetációs fűtés csővezetéke, mint szedőkocsi pálya (ÁRPÁD-AGRÁR ZRT. SZENTES, saját kép)



Talajfűtés

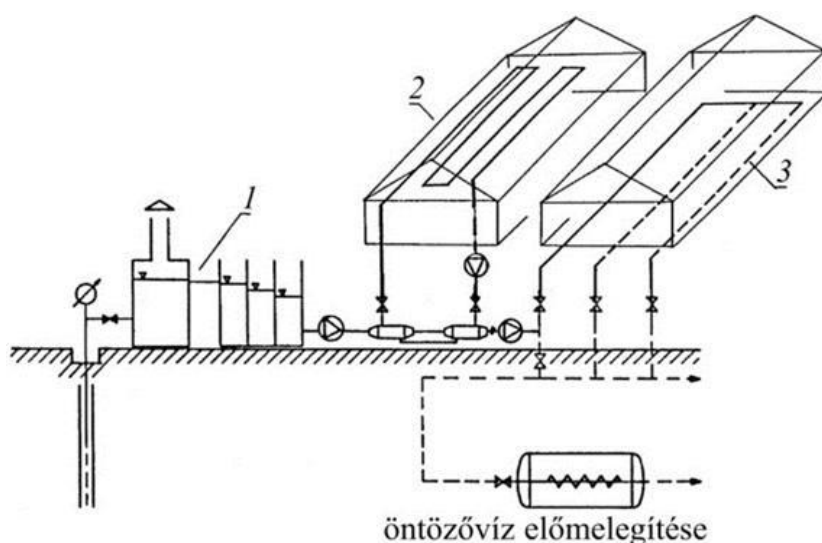
10. kép Talajfűtés parapetes termesztésnél[4]

A talajban minimum 60 cm mélyen, egymástól a fektetési mélységnél nem távolabb lévő, a korrózióknak jobban ellenálló polietilén csövek képezik. A csövekbe belépő víz hőmérséklete, 30-32 °C-nál melegebb tartósnak nem lehet, tekintettel a növények gyökérzónájának a tápanyagfelvétel szempontjából optimális hőmérséklet értékére. A zöldségtermesztés kapcsán ma, a talaj nélküli technológiáknál nem szignifikáns a hatása, ezért

kialakítását már nem szorgalmazzák. A szükséges fűtő hőáramból a „részesedése” sem több 4-5 %-nál. Dísznövénytermesztésnél a termesztő asztalok alá helyezett leginkább fém simacsökötegek révén valósítják meg (10. kép). Ezekben viszont tekintve hogy közvetve konvekcióval és sugárzással fűtik alulról, akár 55 °C-osan léphet be a fűtővíz.

Fűtőberendezések, fűtőberendezések szerkezeti elemei

A **termálfűtés** a föld geotermikus energiájának hasznosítása fűtési célokra. A föld belseje felé haladva a hőmérséklet fokozatosan nő, amelyet a geotermikus gradienssel jellemezhetünk. Ez Magyarországon, különösen az Alföldön kedvező, értéke mintegy 0,05–0,06 K · m⁻¹, ami azt jelenti, hogy 90 °C-os fűtővíz 15%-os lehűléssel számolva kb. 1800 m-es mélységben fűrt kútból



hozható fel. Ez az energia is azonban szintén csak költségek árán termelhető ki és hasznosítható, de hazánkban ez még mindig fajlagosan a kedvező költséggel előállítható energiafajták közé tartozik. A kertészet számára hasznosítható termálfűtés az olaj- és földgázutak másodlagos fűtő kutak

4. ábra Termálfűtés többlépcsős hasznosítása [4]

hasznosításából származik. Közvetlenül fűtési célra gazdaságossági megfontolásból csak akkor fűrnak kutat, ha a meglévők vízhozama nem elegendő a telep hőellátására. A termálvíz hasznosíthatóságát hőmérséklete mellett jelentősen befolyásolja kémiai összetétele, só- és gáztartalma, korrozív hatása. Különösen a sótartalom veszélyes, mert az kiválva lerakódik a távvezetékek, fűtőcsövek falára, aminek következtében nemcsak a hőátadás romlik, hanem csökken a csövek keresztmetszete és végül el is tömheti azokat. A fűtési célú hasznosítás után további költséget jelent az elfolyó meleg víz környezetet kímélő elhelyezése, aminél törekedni kell arra, hogy annak hőmérséklete közelítse meg a környezetét. Azért, hogy ez minél jobb hatásfokkal legyen megoldható, a termálvíz hasznosítása több lépcsőben történik. A 231. ábrán egy termálvízzel fűtött természetileg hőhasznosítása látható. A gáztalanító- és sóalanító berendezésből (1) kilépő meleg vizet először légtérűtésre (2) használják, majd az ott lehűlt vizet második lépcsőben egy következő növényház talajfűtéséként (3) hasznosítják. Az innen elfolyó víz hulladékhője még mindig hasznosítható öntözővíz temperálására.

Fűtési célokra az 50 °C-nál kisebb hőmérsékletű vizeket már nem érdemes hagyományos hőleadókba vezetni, de vegetációs fűtésre, talajfűtésre 35 °C-ig gazdaságosan használhatók. Korrozív termálvizeknél műanyag csöveket alkalmaznak. A csövek nagy hőtágulása miatt rugalmas szakaszok közbeiktatásáról kell gondoskodni. A káros sókat a vízből ülepitéssel távolítják el. Az eddig tárgyalt melegvíz-hasznosítási módszerek közös jellemzője volt, hogy a víz soha nem lépte túl a 100 °C-os hőmérsékletet, mialatt gondoskodtunk arról, hogy nyitott rendszer alkalmazásával lehetővé tegyük a fűtőközeg hőtágulását. A túlnyomás alatt melegített víz forráspontja nagyobb lesz, mint a légköri nyomáson mért 100 °C. Ez azzal az előnnyel jár, hogy 1 liter víz egyszeri körülfordulással 60–80 Wh energiát is képes átadni a környezetének. Az ilyen fűtőközeggel dolgozó berendezést *forróvízfűtésnek* nevezzük.

Kazánnak nevezzük azt a berendezést, amelyben a tüzelőanyagok eléégésénél felszabaduló hőenergiával meleg vizet vagy gőzt termelnek. A kazánokat a bennük elégetett tüzelőanyag szerint csoportosítjuk. Eszerint vannak szén-, koks-, olaj- és gáztüzelésű kazánok. Kazánnak nevezzük azt a berendezést, amelyben a tüzelőanyagok eléégésénél felszabaduló hőenergiával meleg vizet vagy gőzt termelnek.

A **szilárd tüzelésű** kazánok fő szerkezeti elemei a következők:

töltőakna – a kazánnak az a része, amelyen keresztül a tüzelőanyag a rostélyra jut; bizonyos mennyiségű tüzelőanyagot tud tárolni és ezáltal biztosítja az égés folyamatosságát;

széntér – a kazán azon belső része, amelyet a tüzelőanyag tölt ki;

rostély – a tüzelőanyag alátámasztására szolgáló elem;

tűztér – a kazánnak az a belső része, ahol a tüzelőanyag elég;

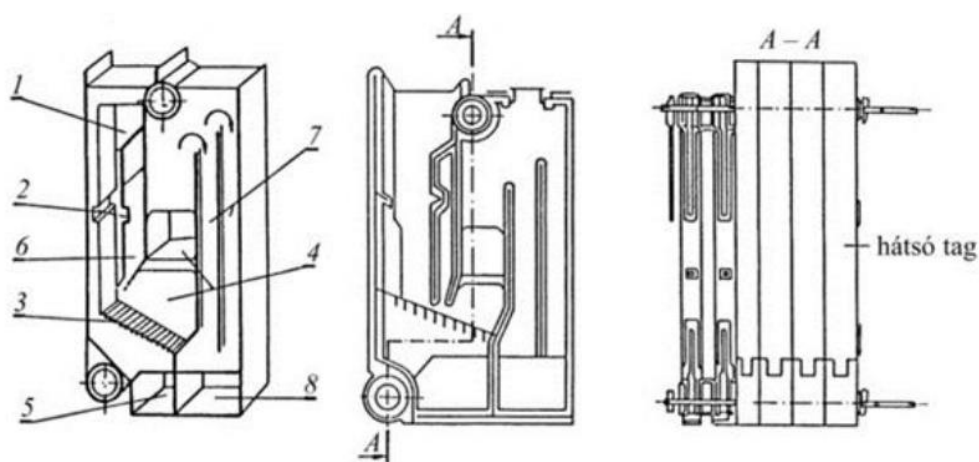
hamutér – a rostély alatt elhelyezkedő üreg, ahol a hamu és salak összegyűlik;

füstjárat – a kazánon belül lévő csatorna, amelyen a füstgázok a tűztérből a kazánon kívül épített füstcsatornába jutnak; vízszintes vagy függőleges elrendezésűek lehetnek;

víztér – a kazánnak vízzel kitöltött térfogata;

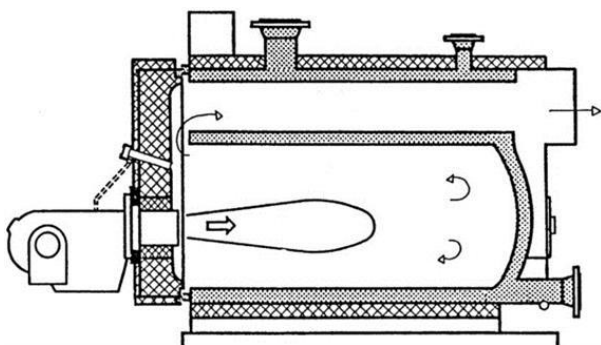
gőztér – a kazán belsejének az a része, amelyet a gőz tölt ki.

A víz- és gőztér együttes térfogata adja a kazán belső térfogatát. Az olaj- és gáztüzelésű kazánok szerkezeti felépítése annyiban tér el a szilárd tüzelésű kazánoktól, hogy a töltőakna, a széntér, rostély és hamutér elmarad, és olajégővel vagy gázégővel vannak felszerelve. A kazánok készülhetnek öntöttvasból vagy acéllemezről. Öntöttvas kazánokat csak meleg víz és kisnyomású gőz előállítására alkalmaznak. A nagyobb kazánok acélból készülnek, fűtőfelületük jobban terhelhető és nagyobb nyomásra, hőmérsékletre vehetők igénybe. Élettartamukat a füstgázok okozta kénkorrózió hátrányosan befolyásolja. Növényháztelepek fűtésére gyakran alkalmazzák az öntöttvas tagos kazánokat. Alkalmazásukat az indokolja, hogy beruházási költségük fajlagosan kicsi, fűtőfelületük – bizonyos határok között – tetszés szerint változtatható, kezelésük könnyű, nem igényel nagy szakismeretet, nem kell azokat befalazni, kis kéménymagassággal is üzemeltethetők, valamint kazánrepedés esetén egyes tagjai gyorsan cserélhetők, javításuk egyszerű. Egy ilyen, ún. üreges gyűrűs kazán szerkezeti felépítését és összeszerelését mutatja az 5. ábra.



5. ábra Öntöttvas tagos kazán [4]

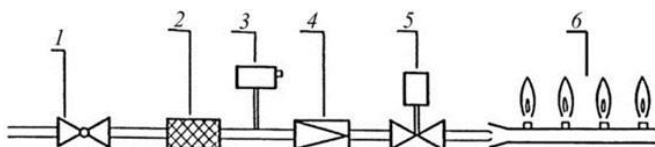
A gázkazánok tiszta üzeműek, nagyon jól szabályozhatók és automatizálhatók.



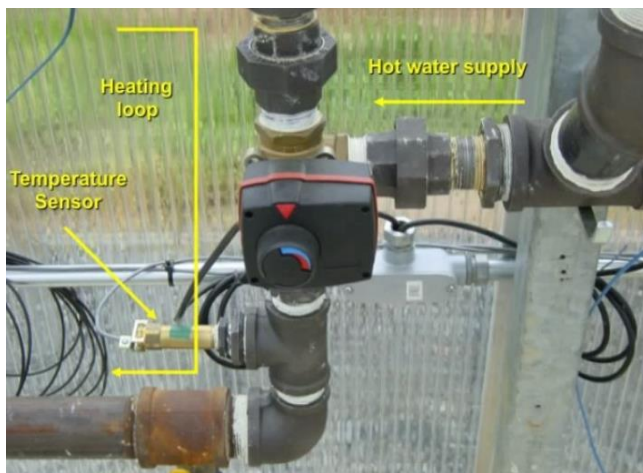
6. ábra Gázkazán (Buderus gyártmány[4])

Az égő a tüztérbe fűjja a lángot, amelyet vízköpeny vesz körül. A láng és füstgázok a hátsó falon megfordulnak, és hőjüket még egyszer hasznosítják, mielőtt a kéménybe távoznának. Az ilyen elrendezésű berendezést kéthuzamú kazánnak nevezik (5. ábra).

Az égők gázellátásának szerelvényeit mutatja a 7. ábra. A gázcső lezárásához csőelzáró szerelvényt alkalmaznak (1), amelyhez szűrő (2) csatlakozik. Nyomásőr (3) biztosítja, hogy a biztonságos működéshez szükséges minimális nyomás állandóan meglegyen. A gáznyomás a nyomákszabályozón (4) állítható be, és ezt az égőfej számára állandó értéken tartja. Mágnesszelep (vagy motoros szelep) (5) segítségével, távirányítással vezérelhető az égőfej (6) gázellátása.



7. ábra Gázégők szerelvényei [2]



11. kép Háromjártatú keverőszelep[3]

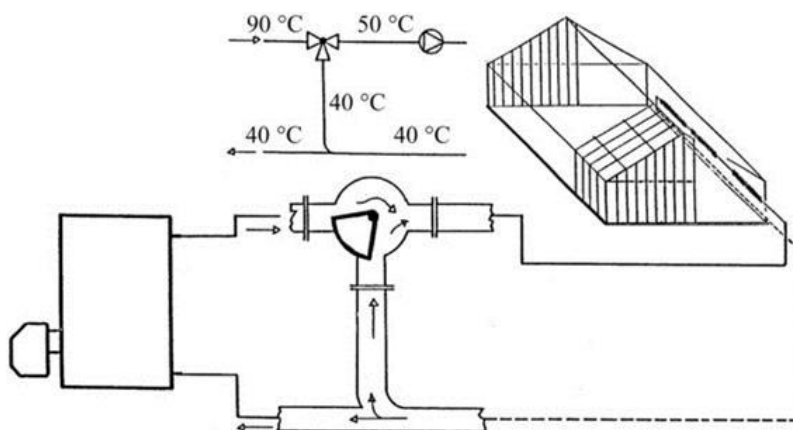


12. kép Négyjártatú keverőszelep[3]

Hőszállító és hőközlő berendezések

A kazánok nem tartalmaznak mozgó alkatrészeket, mégis vannak meghibásodási források, amelyeknek károsító hatását szakszerű üzemeltetés mellett mérsékelni lehet. A kazántápvíz kezelésével nagymértékben csökkenthető a vízőldali korrózió. Ugyancsak vízkezeléssel csökkenthető a kazánkőképződés – a vízben oldott kalcium- és magnéziumsók kiválása –, ami rontja a hőátadást. Szigorúan be kell tartani a kazánba visszatáplált víz hőfokát, mert a felforrósodott kazánelemek a visszatérő hideg víztől megrepedhetnek. A hőleadókba belépő megfelelő hőmérsékletű vízáram a 3 [11. kép] valamint a 4 [12. kép] járatú keverőszeleppel [biztosítható. E szelepekben a kazánból érkező vízáramhoz a hőleadókból a kazánba visszacirkuláló vízáram egy részét hozzákeverik. A keverési arány beállításával (90 és 0 között) bármilyen hőmérsékletű fűtővíz létrehozható.

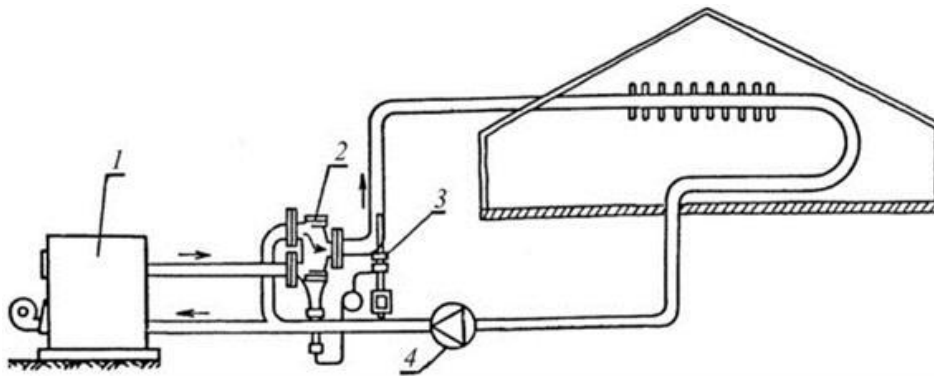
A háromjáratú keverőszelepnek [8. ábra] az elosztószelepphez hasonlóan három csatlakozása van, ennek megfelelően az elfordítható záróelemmel három üzemmód állítható elő. A kazánból érkező víz hőmérsékletét a szivattyú változatlanul fogja a hálózatba továbbítani, ha a záróelem lezárja a visszatérő ágat. Amennyiben a ház emiatt túlmelegedne, akkor a záróelemmel lezárják a



8. ábra Háromjáratú keverőszelep működése [4]

kazánból érkező csőcsomót, aminek következtében a szivattyú a növényházkörben levő vizet addig keringteti, míg el nem éri a megengedett legkisebb léghőmérsékletet. Ekkor a szelep záróelemének elfordításával – mint amilyen helyzetben az ábrán is látható – a megfelelő keverék-hőmérséklet beállítható.

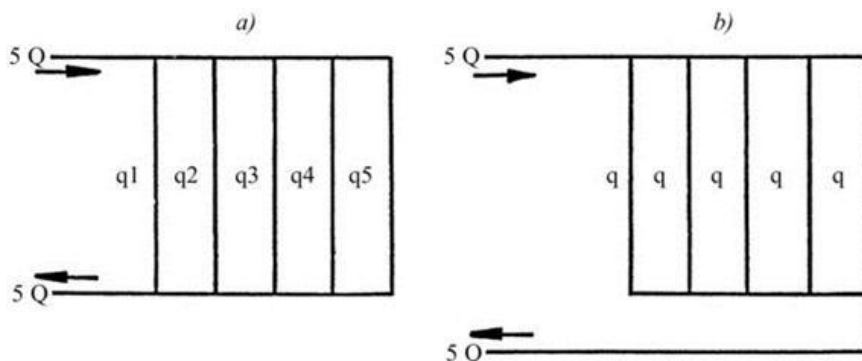
A 3 vagy, 4 járatú keverőszelep beépítésével akár harmadára csökkenthető az ingadozási sáv amplitúdójának értéke, ami a növénytermesztés számára már kedvező. A 3 járatúhoz [11. kép] képest a 4 járatú keverőszelep [12. kép] csak annyival tud „többet”, hogy a kazánt nem érheti hirtelen nagy hőmérsékletváltozású vízáram. Ezzel esetleg a forró kazánelemeket érő hideg víz okozta kazánrepedést el lehet kerülni, illetve a kénkorrózió veszélye csökkenthető.



9. ábra Négyjáratú keverőszelep működése

A négyjáratú keverőszelepet is alkalmazhatjuk keverék-hőmérséklet előállítására, mint azt a 9. ábra illusztrálja. Két kört lehet elkülöníteni: a kazánhoz közelebb eső kazánkört, amelyben gravitációsan kering a víz, valamint az előremenő vezetékbe beépített, szivattyúval ellátott növényházkört. A szelep nyitott helyzetében a kazánból érkező víz változatlan hőmérséklettel áramlik a növényházba, teljesen zárt állapotban pedig a szivattyú csak a növényházkör vizét keringteti, amíg le nem hűl az alsó, megengedett hőmérsékletig. A kettő közötti állással állítják be a megfelelő keverék-hőmérsékletet.

A növényházak lábazati fala mellett, valamint az ajtók közelében jobban érvényesül az alacsony külső hőmérséklet hatása, kisebb hőmérsékletű a talaj és a levegő is, mint a ház belső, kiegyenlített terében. Ezt a jelenséget **szegélyhatásnak** nevezik, amely jelentősen hat a növények fejlődésére, ezért a fűtőcsövek elhelyezésénél ezt szem előtt kell tartanunk. Nagyon alkalmas megoldás erre a konvektorfűtés, amelyet különösen asztalon termesztő házakban célszerű alkalmazni. A konvektor ebben az esetben sima- vagy bordáscsőből több sorban egymás fölött kialakított csőregiszter, amelyet többnyire alul-felül nyitott köpennyel vesznek körül, lehetővé téve a levegő szabad áramlását. Radiátorokat növényházfűtésre csak ritkán alkalmaznak.



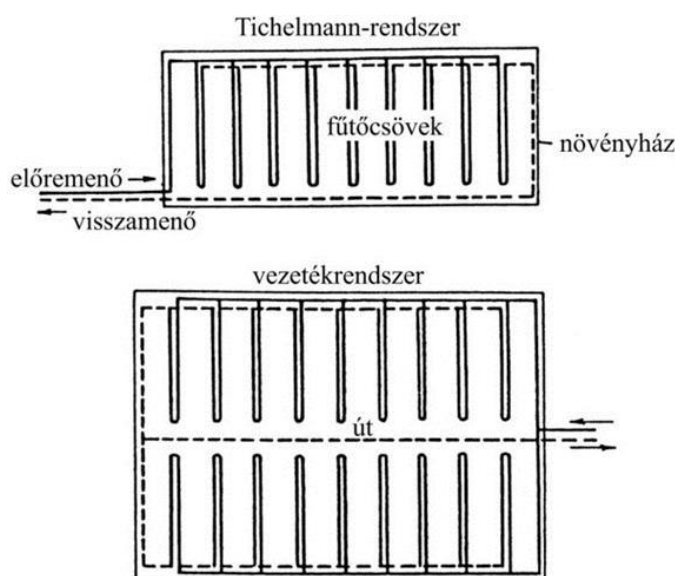
10. ábra Fűtőcsövek párhuzamos kapcsolása

A csővezeték-rendszerek kialakításánál, kiosztásánál arra kell törekedni, hogy a hálózat teljes hosszában az átlaghőmérséklet állandó legyen. Ha ezt nem tartanánk be, a

törvényszerűen fellépő szegélyhatás mellett – a hőmérséklet-eloszlás egyenetlensége következtében – nem lenne egyenletes a házban az állomány fejlődése, végső soron a terméseredmény csökkenne.

Az átlaghőmérséklet két kapcsolási rendszerrel biztosítható, elvi megoldásukat a 10. ábra szemlélteti.

Az áramlás során a csősúrlódásból ellenállás adódik. Ezt az ellenállást a szivattyúnak le kell győznie. Ha kisebb nyomással szállít a szivattyú, a csövön kisebb lesz a hőleadás. Ha a fűtőcsöveket egymás után kapcsolnánk, a teljes vízmennyiség átáramlik a csöveken, aminek



11. ábra Tichelmann csőkiosztás

következtében az ellenállás legyőzéséhez túl nagy szivattyút kellene választani. Az egyenletes hőleadás érdekében a csöveket párhuzamosan kapcsolják. Ebben az esetben a csöveken nem folyik át a teljes vízmennyiség, hanem annak csak egy-egy része arányosan. A 10. ábra a) részén láthatóan a legutolsó csövön kevesebb víz áramlik át, mint az elsőn. A hőmérsékletet tekintve – mivel a fűtőközeg közben leadja a hőjét – a legmelegebb előremenő víz a leghidegebb visszatérő vízzel találkozik.

Ezt az elrendezést Stort-kapcsolásnak nevezzük [10. ábra. a)] Termesztőberendezések hőellátására szinte kivétel nélkül a Tichelmann kapcsolás elvét [10. ábra, b)] alkalmazzák. Az ábra jelöléseiből látszik, hogy ennél a rendszerrel a legmelegebb előremenő víz a legmelegebb visszatérő vízzel alkot rendszert. Ennél a kapcsolásnál az átáramlás állandó ellenállását úgy érik el, hogy a csövek keresztmetszete a cső hosszában változik, az előremenő vezetéké folyamatosan csökken, a visszatérő, gyűjtővezetéké folyamatosan nő. Ezzel érhető el, hogy minden ágban ugyanakkora lesz az áramló mennyiség és ezzel a hőleadás. Növényházon belüli Tichelmann-csőkiosztás gyakorlati megoldását szemlélteti a [11. ábra].

Ismétlő kérdések:

1. A növényházak fűtőberendezései között a hőhordozó közeg alapján csoportosítva milyen berendezéseket ismerünk?
2. Milyen céljai vannak a növények mesterséges körülmények közötti termesztéséhez szükséges gépészeti berendezések alkalmazásának?
3. Mik a növényházak hőveszteségének pótlására használt fűtési rendszerekkel szemben támasztott követelmények?
4. Milyen fűtésrendszerek terjedtek el a hőleadás módja szerint?
5. Milyen fűtésrendszereket ismerünk a hőleadás helye szerint?
6. Mit nevezünk „szegélyhatásnak”?
7. Mi a Tichelmann kapcsolat lényege?
8. Mi a 3-, 4-járatú keverőszelepek funkciója?

1. Kötelező irodalom:

LÁNG Z. (szerk., 1999): A zöldség-, dísznövény és szaporítóanyag-termesztés berendezései és gépei. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 384. p.

2. Ajánlott irodalom:

Balázs Sándor (2001): A zöldség-hajtás kézikönyve, Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó Kft. Budapest, ISBN: 9789639358034

Felhasznált irodalom:

1. LÁNG Z. (szerk., 1999): A zöldség-, dísznövény és szaporítóanyag-termesztés berendezései és gépei. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 384. p.
2. Balázs Sándor (2001): A zöldség-hajtás kézikönyve, Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó Kft. Budapest, ISBN: 9789639358034
3. <https://rainbowgreenhouse.en.made-in-china.com/product/wXhmJPWMbrUS/China-Good-Quality-Heating-Pipe-Boiler-for-Greenhouse-Low-Price.html>
4. <https://docplayer.hu/9136602-Novenyhaz-szerkezeti-elemei.html>
5. http://www.moe.hu/kepzes2017/563_oldatszivattyk.html
6. <https://regi.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tkt/zoldseg-disznoveny/ch03s02.html#id570087>