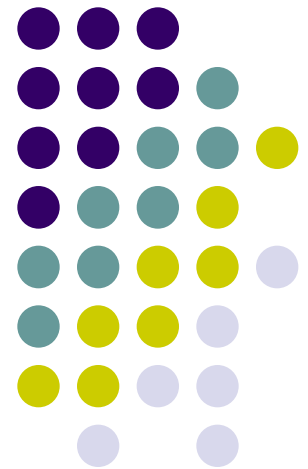


# HŰTÉSTECHNIKA ALAPJAI

## 2. ELŐADÁS

**KOMPRESSZOROS  
HŰTŐGÉPEK  
ELPÁROLOGTATÓI,  
KONDENZÁTORAI, ÉS  
KIEGÉSZÍTŐ ELEMEL**

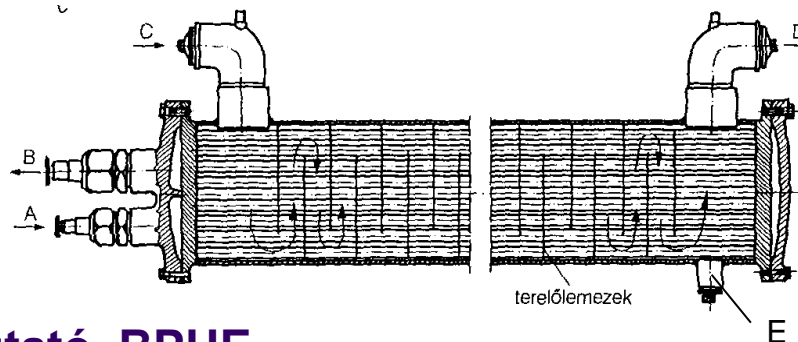


# FOLYADÉKHŰTŐK ELPÁROLOGTATÓI

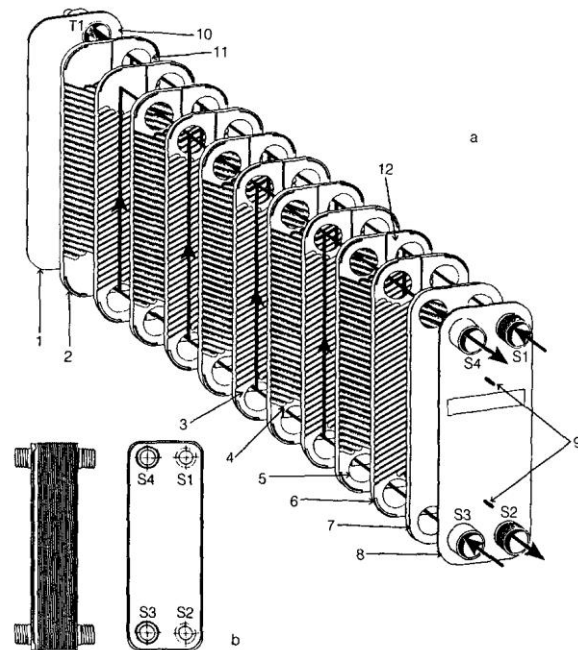


## Csőköteges elpárolgató

**A** – kisnyomású hűtőközeg folyadék, **B** – kisnyomású hűtőközeg gőz; **C** – hűtött folyadék be; **D** – hűtött folyadék ki; **E** - olajelvezető



## Forrasztott lemezes elpárolgató, BPHE



### a. BPHE összeállítása

1 – hátsó véglap; 2 – utolsó csatorna; 3 – hűtőközeg csatorna lemez; 4 – közvetítőközeg csatorna; 5 – furat; 6 – első csatorna lemez; 7 – sík tömítőlemez; 8 – elülső véglap; 9 – felerősítő csavarok; 10 – hőmérő csatlakozó; 11 – utolsó csatorna; 12 – első csatorna;

S1 – közvetítőközeg be; S2 – közvetítőközeg ki; S3 – hűtőközeg be; S4 – hűtőközeg ki;

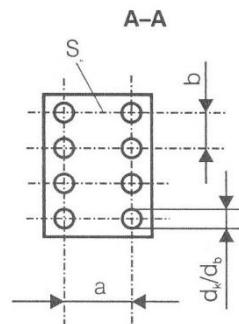
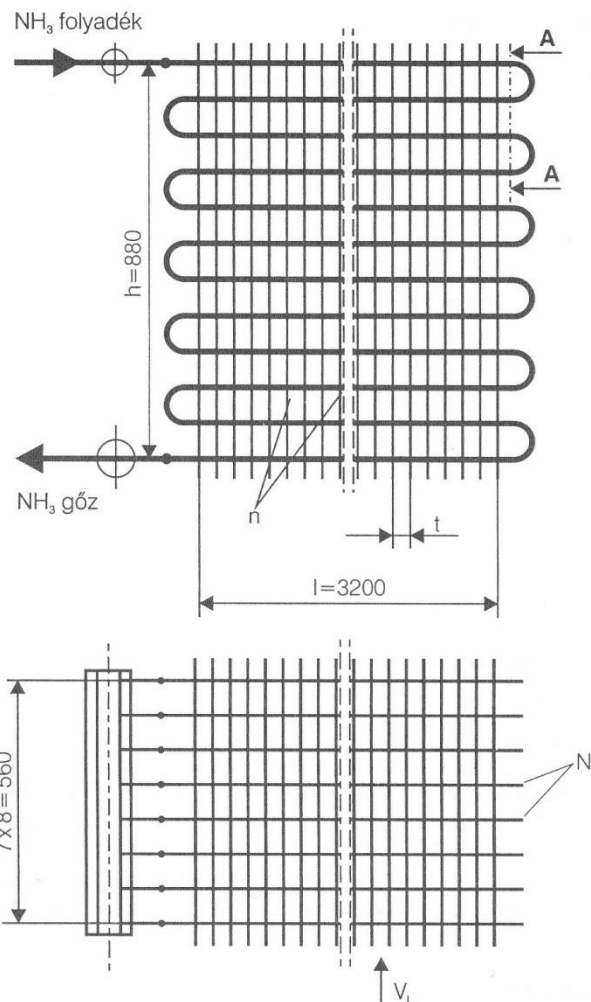
### b. BPHE körvonalrajza

A folyadék közvetítőközegek – és élelmiszerek - hűtésére ma már leggyakrabban lemezes hőcserélőket alkalmaznak. Ezek - jobb hőátadási jellemzőik miatt - kisebb helyet foglalnak el, és kisebb tömegűek, mint a csöves hőcserélők. A lemezek felülete rendszerint hullámos és azok alkotója „halszálla” (V-betű) alakú, ami javítja a hőátadást. A lemezek egyik oldalán a hűtőközeg, a másikon a közvetítőközeg (pl. víz, glikol, stb.) áramlik. A forrasztott változat azt jelenti, hogy a lemezeket réz vagy ezüst fóliával gyártáskor összeforrasztják, azaz nem szedhetők szét. Sokféle lemezes hőcserélő használható. (ld. pl. [www.alfalaval.hu](http://www.alfalaval.hu))

# LÉG- (GÁZ)HŰTŐK ELPÁROLOGTATÓI



## Lamellás (bordácscsöves) elpárolgatók kialakítása



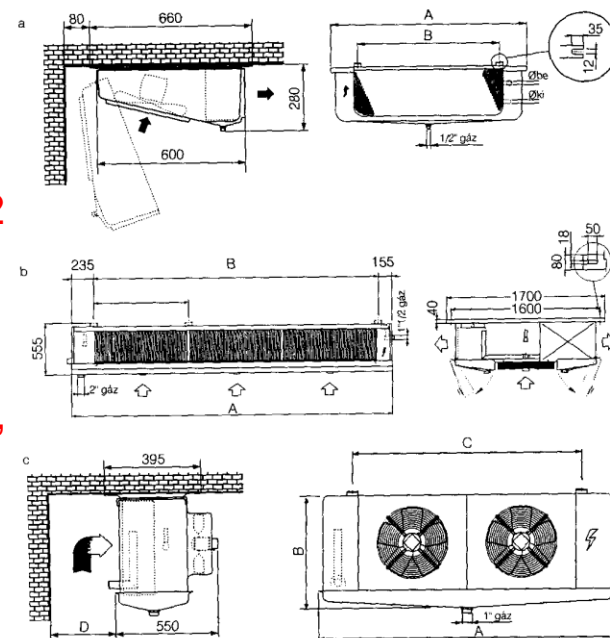
A gázhűtők elpárolgatói ún. lamellás (bordácscsöves) hőcserélők. A hőcserélő max.  $N=12$  db csőkigyóból áll, amelynek felületét a csövekre erősített lamellák (bordák) növelik meg (ld. baloldali ábra A-A metszet). Fontos, hogy a lamellák és a csövek között „fémes” érintkezés legyen. Ezeket szerelik be a jobboldali ábrán látható léghűtőkbe, amelyeket - ezen túl - burkolat, ventilátor és alul csepptálca alkot.

VARSZEGI TIBOR

KOMPRESSZOROS HŰTŐGÉPEK  
ELPÁROLOGTATÓI, KONDENZÁTORAI ÉS  
EGYÉB ELEMEI

## Ventilációs léghűtők

a. kis-; b. közepes-; c. nagy teljesítményű



# ELPÁROLOGTATÓK LESZIVATÁSA

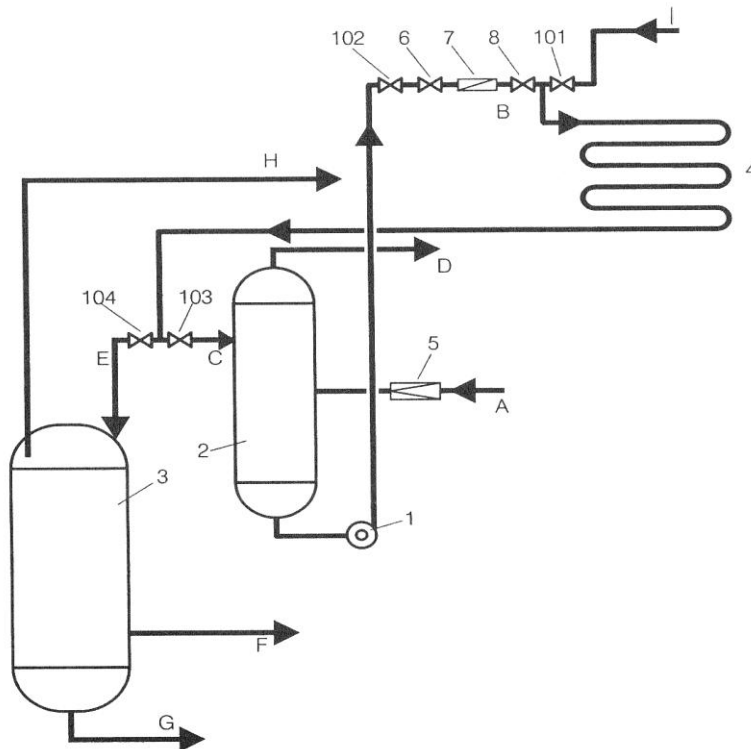


A hűtőgép leállításakor az elpárologtatóból a hűtőközeget el kell távolítani, „le kell szívani”. Álló (üzemen kívüli) helyzetben a hűtőközeget a kondenzátorban, illetve a folyadékgyűjtő tartályban kell tárolni! Folyadék azért nem maradhat az álló rendszer elpárologtatójában, mert induláskor a nyomás azt a kompresszorba juttat(hat)ja, ami ezáltal „folyadékütést” kap, és meghibásodik. Ez játszódhat le, ha a hűtőgép pl. áramszünet miatt leáll, és nincs leszívás. Ilyenkor nagyobb hűtőteljesítményű gépeket szakaszosan (ki-be) kapcsol(gat)va kell indítani! „Száras” elpárologtatóknál (ld. 1. előadás 6. dia) a hűtőközeg folyadék közvetlenül a kompresszorba juthat. Nedves elpárologtatóknál (ld. 1. előadás 7. dia) a folyadék ugyan először a folyadékgyűjtőbe kerül, de az ott lévő folyadék hullámozását és felhabzását okozza, miáltal a kompresszorba szintén folyadék kerülhet. Leálláskor először tehát a folyadékadagolást kell kikapcsolni, de az elpárolgás tovább folytatódik, és az ekkor keletkező gőzöket a még működő kompresszor elszívja és a kondenzátorba, majd a folyadékot a gyűjtőtartályba juttatja. Az 1. előadás 6. ábráján szereplő rendszernél tehát a mágnesszelepet (12) kapcsolják ki, míg a nedves rendszer leszívása a következő dián, a leolvasztásnál kerül leírásra. Mivel a folyadékadagolást kikapcsolták, az elpárologtatóban a nyomás folyamatosan csökken, és ha elér egy „beállított” értéket akkor történik meg a kompresszor kikapcsolása. Az 1. előadás 6. ábráján ezt a feladatot a szívó oldali presszosztát (nyomáshatároló), (14) végzi.

# DÉRELTÁVOLÍTÁS (LEOLVASZTÁS)



Nedves, recirkulációs elpárolgató meleg gázos leolvasztási rendszere



Nedves, recirkulációs elpárolgató meleg gázos leolvasztási rendszere

1. hűtőközeg (nútó folyadék) szivattyú,
2. folyadékleválasztó tartály,
3. lefejtő-gyűjtőtartály,
4. elpárolgató,
5. adagoló szelep,
6. visszacsapószelep,
7. szűrő,
8. adagoló szelep,
- 101–104. szerelvények,
- A – magasnyomású folyadék a kondenzátortól,
- B – alacsony nyomású folyadék az elpárolgatóba,
- C – alacsony nyomású gőz + folyadék keverék a folyadékleválasztó tartályba,
- D – alacsony nyomású gőz a kompresszorhoz,
- E – alacsony nyomású gőz + folyadék keverék a lefejtő-gyűjtőtartályba,
- F – alacsony nyomású folyadék vissza a rendszerbe (szivattyúval),
- G – olajleeresztés,
- H – a leolvasztáshoz használt gőzök a kompresszorhoz,
- I – leolvasztáshoz használt magasnyomású forró gázok a kompresszortól a kondenzátor elkerülésével

## Déreltávolítási eljárások

A levegőben lévő nedvesség deret képez az elpárolgató felületén, ami rontja a hőátadást, ezért időnként le kell olvasztani. Ennek eljárásai:

- mechanikus (kaparásos, battériázás)
- meleg vizes leolvasztás
- elektromos fűtéssel való leolvasztás
- meleg gázos leolvasztás

Az ábra a „meleg gázos” leolvasztásra mutat példát. (A rendszer megfelel az 1. előadás 6. diáján szereplő nedves elárasztásos szabályozásnak). Leolvasztás előtt a (102) szelep zárásával a hűtőközeg adagolás megszűnik, de a párolgás, az elszívás – a (2) tartályon át – folytatódik. Ha a párolgás már kellően alacsony a (103) és (104) szelepekkel leürítik a folyadékot, majd megnyitják a (101) szelepet, azaz a meleg gázt – a kondenzátor helyett – az elpárolgatóba (4) vezetik, ami a leolvasztást elvégzi. Ld. még 3. előadás.

# ELPÁROLOGTATÓK SZENNYEZŐDÉSEI



## HŰTŐKÖZEG OLDALI SZENNYEZŐDÉSEK

- Olaj
- szilárd részecskék
- víz

## GÁZHŰTŐK SZENNYEZŐDÉSEI

- Por (homok)
- mikroorganizmusok (baktériumok, gombák spórái)

## FOLYADÉKHŰTŐK SZENNYEZŐDÉSEI

- Nyomásesést okozó szennyeződések (szálas anyagok, levelek, fadarabok)
- felületi szennyeződések (ragadós anyagok: zsír, olaj; vízkő; szerves anyagok: algák, baktériumok, gombák; szilárd anyagok: homok, por; élőlények: kagylók, kullancs, lárvák; lefagyás)

## KORRÓZIÓ

- Hűtőközeg-oldali: hűtőközegek és olajok bomlástermékei (savak)
- Hűtött közeg-oldali korrózió: víz

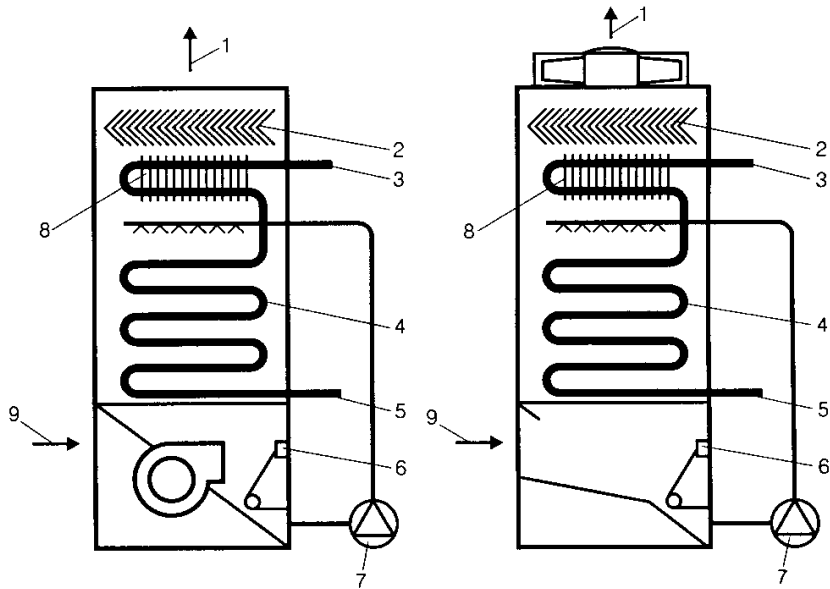


# KONDENZÁTOROK



**Kondenzátorok fajtái a természetes (környezeti) hűtőközeg fajtája szerint:** vizes; levegős; evaporatív (azaz víz+levegő). A kondenzátor lényegében olyan hőcserélő, mint az elpárolgató (ld. 2. és 3. diák)

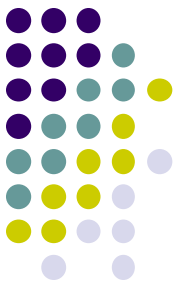
## Evaporatív kondenzátor vázlata és működése



**1** – levegő kilépés; **2** – cseppleválasztó; **3** – hűtőközeg belépés; **4** – kondenzáló csőrendszer; **5** – hűtőközeg kilépés; **6** – pótvíz belépés; **7** – vízkeringtető szivattyú; **8** – előhűtő csőrendszer; **9** – levegő belépés

Az evaporatív kondenzátornál az előhűtő csőrendszerben (8), majd a kondenzáló csőrendszerben (4) áramlanak a hűtőközeg gőzök, melyeket a környezeti levegő és a cső felületén lecsorgatott (természetes) hűtővíz előhűt, majd lekondenzáltat. A hűtővíz felületén ventilátorral levegőt áramoltatnak keresztül, ami a víz egy részét elpárolgattja (evaporálja), ezáltal visszahűti. A hűtővíz tehát lényegében állandó hőmérsékletű. Az elpárolgott vizet pótolják. A hőelvonás kb. 80 %-a a párolgásból származik. A baloldali ábra nyomott, a jobboldali szívott rendszert mutat. Előbbi (radiális ventilátorral) nagyobb nyomásesést képes legyőzni, míg utóbbi axiális ventilátort használ.

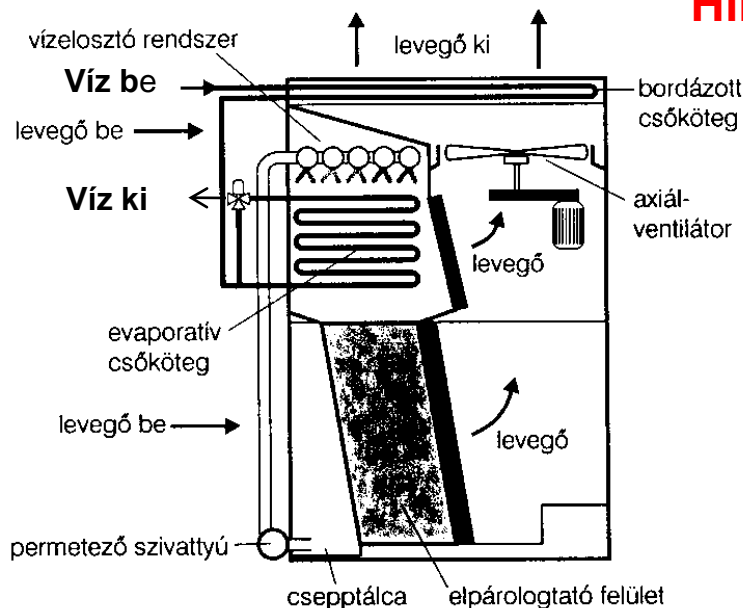
# HŰTŐTORNYOK



**Hűtőtornyok feladata:** a vizes kondenzátorok (vagy más hőcserélők) hűtővizének visszahűtése, ezzel ún. „recirkulációs” hűtővíz előállítása. A hűtőházak vízfelhasználása „nagyon nagy”, ezért a vízzel takarékoskodni kell!

**A vízvisszahűtés elve alapján a hűtőtorny:** zárt; nyílt; vagy hibrid rendszerű lehet. A zárt: egy csöves hőcserélő, amelyben a visszahűtendő víz áramlik amit a cső körül áramoltatott környezeti levegő hűt vissza. A nyílt rendszerűnél a vizet egy csepegtető testen csurgatják le, és a hűtőlevegővel közvetlenül érintkezik, a víz egy része a levegőbe párolog, és a párolgás hűti vissza, ugyanúgy, mint az előző dián leírt evaporatív kondenzátornál. A hibrid mindkét változat – sőt egy harmadik - megvalósítására is alkalmas

## Hibrid vízhűtőtorny



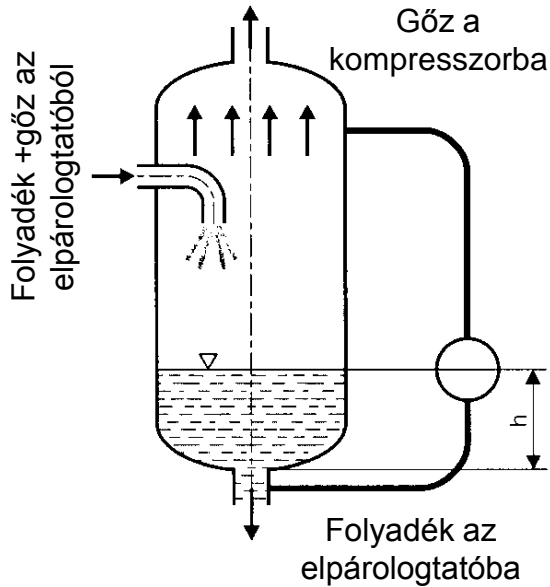
Ez a környezeti légállapottól függően: (1) - egyesített nedves/száraz, (2) - adiabatikus vagy (3) - száraz üzemmódban működhet, és ennek megfelelően változik a vízfelhasználás. Az (1) – nél a „bordázott csőben” száraz hűtés, míg a sima felületű „evaporatív csőkötegben” evaporatív hűtés történik. A (2) – nál a „háromutas szelep” úgy van beállítva, hogy a visszahűtendő víz nem megy be a sima csőbe, a visszahűtés a „bordázott csőben” történik. Az ehhez használt levegőt az „elpárolgató felületen” lecsurgó víz hűti le. A (3) – nál a „vízelosztó rendszer” kikapcsolt állapotban van.



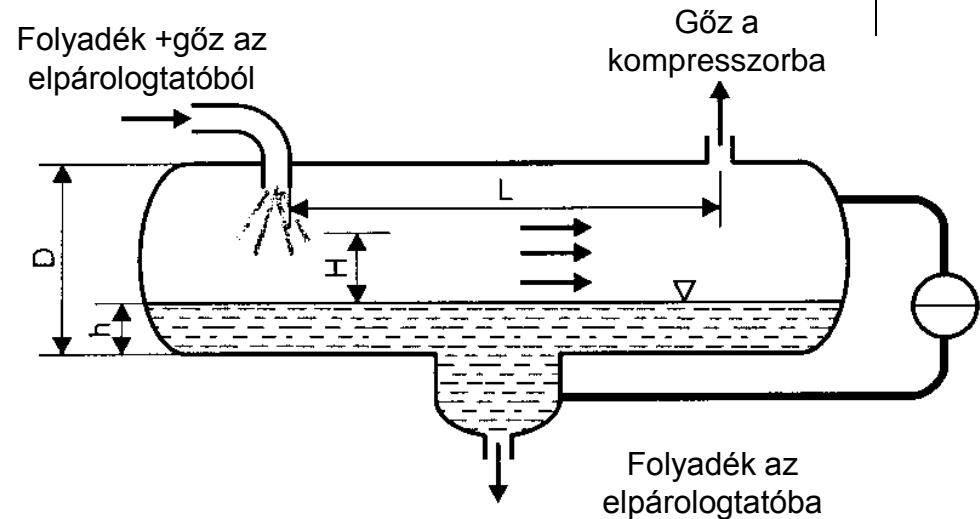
# FOLYADÉKLEVÁLASZTÓK



## Függőleges tengelyű folyadékleválasztó



## Vízszintes tengelyű folyadékleválasztó

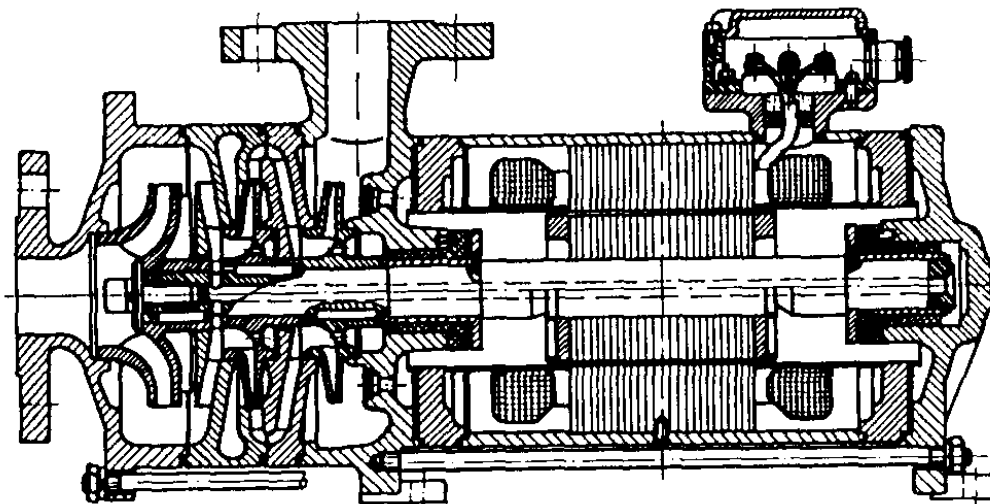


Nedves, elárasztott rendszerű elpárolgatóknál, amikor az elpárolgatóban a hűtőközegnek csak egy része párolog el (ld. pl. 1. előadás 7. dia), akkor az elpárolgatóból „folyadék+gőz” fázisú hűtőközeg távozik, amit így nem lehet a kompresszorba vezetni, hanem először a két fázist szét kell választani. Erre a célra szolgálnak a folyadékleválasztók, amelyek egyben a hűtőközeg gyűjtőtartályai is. A méreteket úgy kell megválasztani, hogy a gőzből „L” útja alatt a folyadék kiüledjen, azaz a „H” utat megtegye. A megfelelően nagy „H” távolság biztosítja, hogy a kompresszorba folyadék ne kerülhessen. Ez a folyadék-felszín jön lengésbe, illetve habzik fel, amennyiben a 4. dián leírt „leszívás” elmarad, és a gép újraindul. Ezért, a tartálynál a folyadékszintet egy min. és max. érték között kell szabályozni.

# HŰTŐKÖZEG-SZIVATTYÚK

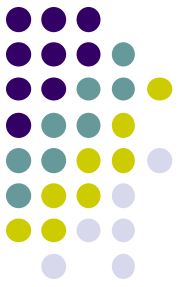


## Hermetikus hűtőközeg szivattyú

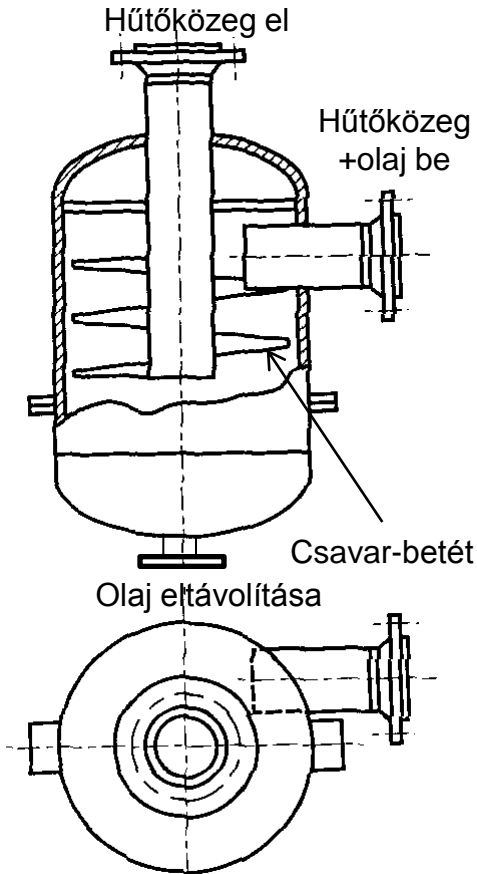


Nagyüzemi, kétfokozatú hűtésnél (fagyasztásnál) a nedves, elárasztott (recirkulációs rendszerű) elpárolgatókba (ld. 1. előadás 7. dia) a hűtőközeget csővezetéken, szivattyúkkal juttatják el - az előző dián tárgyalt - folyadék-leválasztó (-gyűjtő) tartályokból. Ezek a gépek általában többfokozatú centrifugál szivattyúk. A szivattyú egység és a hajtómotor összekapcsolása szerint – a kompresszorokhoz hasonlóan - ezek is lehetnek: nyitott, félhermetikus vagy hermetikus kivitelűek. Ma már szinte kizárólag az utóbbiakat használják, és erre mutat példát a fenti ábra. A hűtőközeg szivattyút a hűtőközeg gyűjtőtartálya alatt nagyobb (kb. 2 m) távolságra kell elhelyezni, és a rávezető csövet szigetelni kell! Ezzel meg lehet akadályozni, hogy a külső hőmérséklet hatására a hűtőközeg egy része elpárolgjon, és így a szivattyúba gőz kerüljön, ami „kavitációt” és a járókerekek törését okozza.

# OLAJLEVÁLASZTÓK

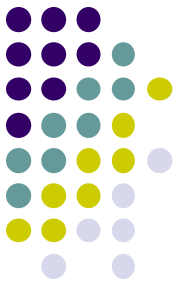


## Spirálbetétes olajleválasztó



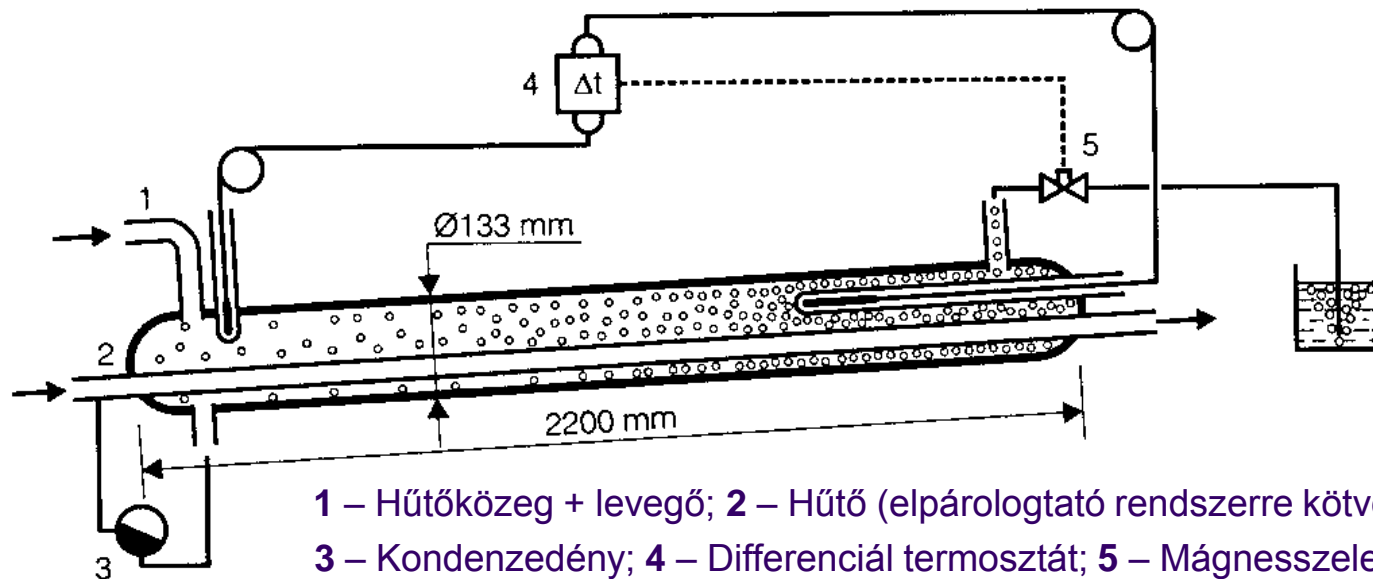
A hűtőközeg és a kompresszor kenőolaja a hűtőrendszerben érintkeznek, keverednek, oldódnak egymásban (ld. 1. előadás 3. dia). A hűtőközeg által „elszállított” olaj a rendszer különböző helyein kiválhat, lerakódhat, és rontja a hőátadást. Az olajelvitel korlátozására a hűtőkompresszor után olajleválasztókat építenek be, amelyek általában az olajnak a kompresszorba való visszajutását is biztosítják. Az olaj kiválásának megakadályozására a hűtőközegnek a csővezetékben (és a szerkezeti elemekben) megfelelő – általában:  $v > 5 \text{ m/s}$  – sebességgel kell áramolnia. Az olaj visszanyerésére a különböző szerkezeti elemekben (pl. az elpárologtatókban) olajgyűjtő „zsompot” és olajleeresztő nyílást építenek be. Sokféle olajleválasztó ismert, amelyek mechanikai műveletekkel, sebességcsökkentéssel, irányváltással, ütköztetéssel, szűrővel, centrifugális erővel, valamint kifűtéssel és hűtéssel biztosítják a leválasztást. Az ábrán látható leválasztónál a csavar-alakú betétek a tangenciálisan belépő gőzök további körforgását és lefelé haladását biztosítják, miközben az olajcseppek elválnak a hűtőközegetől

# LÉGTELENÍTŐK



**A légtelenítők feladata:** a hűtőközegben lévő levegő vagy más nem-kondenzálódó, ún. „inert-gázok” leválasztása, amelyek jelentősen csökkentik a kondenzátor teljesítményét. A levegő koncentrációja a kondenzátor végén, és a folyadékgyűjtőben a legnagyobb, tehát a levegőt itt kell eltávolítani a rendszerből.

## Automatikus légtelenítő



Többféle légtelenítő ismert, amelyek közül az ábra egy házi fejlesztésű változatot mutat. A hűtőközeg+levegő keverék az (1) csonton lép be. A (2) jelű cső lényegében az elpárolgató része, és hűti a keveréket. Mivel a levegő a cső végén gyűlik össze, így itt magasabb a hőmérséklet, mint a cső elején. Ezt a hőmérsékletkülönbséget érzékeli a differenciál termosztát (4), és a beállított „ $\Delta t$ ” értéknél nyitja a mágnesszelepet (5) és kiengedi a levegőt a rendszerből.