Szakaszos gyors- és sokkoló hűtés a gyakorlatban

Beruházói verzió

2017 március

Budapest

1. Előszó

1.1. Jelen anyag célja, hogy a hűtéstechnikában kevésbé jártas beruházók, végfelhasználók, esetleg a projekt megvalósításában közreműködők (pl. társ tervezők) számára köznapi megfogalmazásban tegyük érthetővé a szakaszos gyors- és sokkoló hűtést, ennek követelményeit, a rendelkezésre álló és a célszerűen alkalmazandó műszaki megoldásokat. Bemutatjuk a különböző megközelítési lehetőségeket, valamint ezek eltérő beruházási / üzemeltetési költségeit is annak érdekében, hogy egy a céloknak megfelelő, az elvárt eredményt biztosító, de feleslegesen nem túl nagyra méretezett (esetleg túl kicsire) és/vagy túlbonyolított, ezen keresztül felesleges többletköltséget okozó berendezés és rendszer kerüljön megvalósításra.
Nem foglalkozunk ugyanakkor a kereskedelmi forgalomban készen kapható kis teljesítményű hűtő/sokkoló szekrényekkel (ezek egy külön szegmenst képviselnek, hasonlóképen ahhoz, hogy egy háztartási hűtőszekrényt sem tekintünk tervezendő hűtés feladatnak). Jelen anyagban a kisebb/nagyobb termelő és gyártó üzemek egyedileg tervezendő és építendő gyorshűtő megoldásait célozzuk meg.

2. Mit nevezünk szakaszos hűtésnek?

2.1. Szakaszos hűtésnek/fagyasztásnak nevezzük azon hűtési eljárásokat, ahol a hűtendő termék nem folyamatosan megy be pl. egy hűtő alagútba vagy spirálhűtőbe, hanem az egyszerre lehűtendő teljes termék mennyiséget egyszerre, egy időben tárolják be egy helyiségbe, rázárják az ajtót, majd akkor nyitják csak ki, ha a teljes termék mennyiség lehűlt, megfagyott, stb.

2.2. Szakaszos hűtés/fagyasztás esetében elméletileg nincs korlát az egy időben/ egy helyiségben lehűtendő termék mennyiségére vagy maghőmérsékletére vonatkozóan, a kapacitás az 50-100 kg/1-2 órától az n*100 tonna/6-24 óra kapacitás között változhat avval a megjegyzéssel, hogy műszaki kialakítás tekintetében nyilván jelentős az eltérés ezek között.

2.3. Kiemelten fontos megjegyzés, hogy egy szakaszos hűtő/fagyasztó berendezés/rendszer beruházási költsége lényegileg alacsonyabb, mint egy folyamatos fagyasztóé, így nem ritka, hogy egy-egy ismert multinacionális gyártó cég is szakaszos hűtőbe/fagyasztóba ruház be folyamatos fagyasztó helyett.

3. Mitől függ a hűtés sebessége?

3.1. A hűtési időt (elméletben) a következő fő tényezők befolyásolják.

- Az egy időben lehűteni vagy lefagyasztani kívánt termék mennyisége.
- A hűteni vagy fagyasztani kívánt termék fajtája (hús, zöldség, stb.), hővezető képessége (hűlési sebesség), szükséges esetben figyelembe véve a szárazanyag és nedvesség tartalmát.
- A termék induló maghőmérséklete és az elérni kívánt vég mag hőmérséklet, valamint kiemelten az, hogy van-e benne fagyasztási fázis is vagy sem?
- A beépített hűtőteljesítmény.

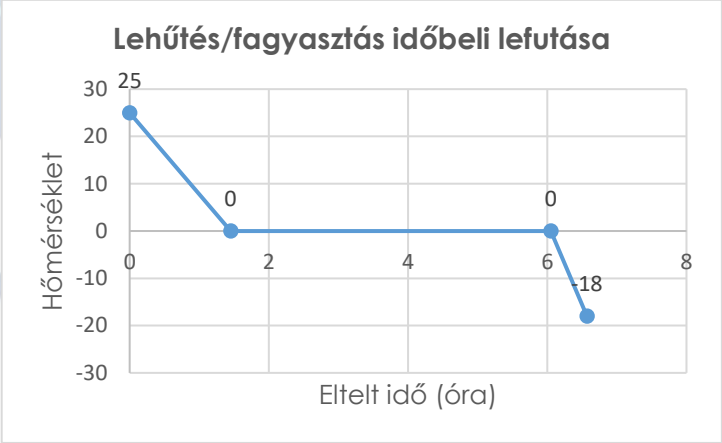
3.2. A hűtési időt a valóságban is befolyásoló egyéb tényezők.

- A termékek csomagolásának anyaga, módja és a kiszerelési egység tömege.
- A szakaszos hűtőben/fagyasztóban biztosított légsebesség és az, hogy mennyire tudja a hideg levegő körül járni az egyes csomagolási egységeket.
- A termék aktuális hőmérséklete és az azt körülvevő hűtött levegő hőmérsékletének különbsége.
- Az, hogy a hideg levegő, mennyire kényszerül a termékkel találkozni, vagy esetleg a hibás kialakítás miatt egyéb útvonalon elkerüli, és nem hűti azt.

- A levegő nedvesség tartalma.
- Milyen egyéb lehűtendő tárgyak (pl. tároló kocsi, stb.) vannak a helyiségben?
- A hűtendő terméknek van-e jelentős érés- vagy légzés hője? (zöldség, gyümölcs)
- Stb.

3.3. Egy adott termék lehűtése és lefagyasztása között jelentős differencia van. Ez abból származik, hogy egy termék/anyag ún. fajhője és ún. fagyás, vagy a másik irányból, ha épp felolvasztani szeretnénk, az olvadás hője között egy nagyságrendi eltérés van, valamint a folyékony és jég halmazállapotú fajhő közt is eltérést találunk (noha jól lehet itt nem ekkora a különbség), melyet a következő példán keresztül szemléltetünk.

A példa feladatban 10 liter +25˚C-ra (szobahőmérsékletűre) előhűtött leves lehűtésének majd lefagyasztásnak időbeli lezajlását mutatjuk be egy 200W hasznos hűtőteljesítménnyel rendelkező hűtőszekrényben, idealizált esetet feltételezve (a számításban nem vettünk figyelembe hővezetést/átadást, a jég szigetelő hatását és egyéb külső körülményeket), így a valóságban a lehűtés ennél tovább tart, azaz a példa csak a hűtés, megfagyasztás és fagyott állapotban történő tovább hűtés közti időbeli eltéréseket szemlélteti.



A vízszintes hőmérséklet vonal azt jelöli, hogy hőfokváltozás nélküli halmazállapot változás megy végbe, azaz a leves 0˚C-os folyadék állapotból 0˚C-os jég állapotba megy át. A fagyott állapotban történő tovább hűtés (0˚C → -18˚C) hűlési görbéje pedig azért meredekebb, mint a folyékony halmazállapotú hűtés során, mert a jég fajhője csak mintegy 50..60%-a a folyadék fajhőjének.

3.4. Fentiek alapján elméletben kijelenthető lenne, hogy a lehűtés időtartama kizárólag a beépített teljesítményen múlik (azonos termék, kiszerelési egység, kezdeti és vég hőmérséklet, stb. esetén), de ez nem így van.

Köznapi példával élve hasonló a helyzet azon ismert találós kérdéshez, melyben az hangzik el, hogy „…ha egy ember egy gödröt egy óra alatt ás ki, akkor 100 ember milyen gyorsan ássa ki ugyan azt a gödröt ?".
Erre a nyilvánvaló válasz az, hogy nem férnek hozzá, tehát hiába áll ott 100 ember (hiába áll rendelkezésre az az „erőforrás" vagy teljesítmény), mely a feladat arányosan rövidebb idő alatt történő elvégzéséhez elméletileg szükséges lenne, ha a fizikai akadálya van a hozzáférésnek, úgy a feladat elvégzése nem lehetséges az elképzelések szerint.

A hozzáférhetőség hiánya hűtési feladat esetében azt jelenti, hogy ha a hűtendő termékek egységre vetített tömege (súlya) nagy és evvel fordítottan arányosan a külső felülete kicsi, akkor hiába fújjuk rá a hideg levegőt, a termék „vastagsága" okán egyszerűen nem tud egy adott sebességnél gyorsabban áthűlni. Ebből nyilvánvaló, hogy minél vastagabb a termék, annál hosszabb idő kell arra, hogy áthűljön vagy átfagyjon, hiszen gondoljunk csak bele, hogy egy szelet hús vagy egy fél sertés lehűtése micsoda különbséget jelent a teljesítménytől függetlenül is.

4. Milyen megoldások léteznek a hűtés hatásfokának javítására?

4.1. Az első kézenfekvő tényező a hűtési teljesítmény maga, azaz elméletben kétszer akkora teljesítménnyel elvben fele idő alatt lehet egy adott terméket hűteni vagy fagyasztani. Ugyanakkor az előzőek alapján már látható, hogy ez a valóságban nem így van, tehát hiába duplázzuk meg a teljesítményt, a lehűtés sebessége nem fog arányosan változni.

4.2. A lehűtés sebességében kiemelt szerepe van annak a hőmérséklet különbségnek, ami a termék aktuális hőmérséklete és az arra „ráfújt" hűtött levegő hőmérséklete között van. Nem véletlen, hogy sokkoló vagy gyorsfagyasztó esetében a pluszos terméket -30˚C, vagy még ennél alacsonyabb hőmérsékletű levegővel hűtünk pontosan azért, hogy a hűtési hatás intenzívebb legyen.

4.3. Szintén kiemelt szerepet kap az, hogy milyen módon van betárolva a hűtő/sokkoló helyiségbe a hűtendő termék. Kisebb egységekben, 0,1..0,5..1,0..2,0 kg-os jól szétválasztott egységekben lényegesen jobban járja körül a levegő az egyes termékeket és mivel a kiszerelési egységek tömege kicsi, azok belsejéből a hő könnyebben távozik.

4.4. A hűtőhatás jelentősen fokozható/csökkenthető a légáramlás célszerű terelésének kialakításával. A megfelelően, a termékek megkerülhetetlenségét biztosító, kellően nagy mennyiségű levegő jól irányított áramoltatásával a hűtés sebessége felgyorsítható.

4.5. Nyilvánvaló szerepe van a csomagolásnak, hiszen annak szigetelő hatása van. A csomagolatlan termék hűtése minden esetben könnyebb/gyorsabb, mint a csomagolt termékeké. Ez esetben azonban számolni kell a hűtés termék-szárító esetleges hatásával.

4.6. Elsősorban futószalag rendszerek esetében, azaz folyamatos hűtési/fagyasztási rendszerek esetében nem ritka a vizes előhűtés (ha ez HACCP szempontjából megengedhető) ahol permetezéssel vagy merítéssel hűtik elő a terméket, ráadásul a nedves felület párolgása is tovább javítja a hűtőhatást.
Ilyen megoldások találhatóak a tőkehús vagy baromfi feldolgozó iparban is, ugyanakkor ez nem jellemző a szakaszos hűtési feladatok esetében.

4.7. Nem elterjedt ugyan, de létezik pl. folyékony nitrogénnel történő hűtési megoldás, ahol a terméket folyékony nitrogén légköri nyomáson közvetlenül a termékre történő porlasztásával végeznek. Ilyen megoldás esetén a termék fagyási ideje igen rövid, hiszen a nitrogén légköri nyomáson -195,8˚C-on párolog.
Ez nyilvánvalóan egy igen drága technológia, de van példa a gyakorlati alkalmazására.

5. Eltérő termék = eltérő teljesítmény

5.1. A különböző termékek, húsok, zöldség-gyümölcs, vagy épp pékáru (stb., stb. stb.) jelentős különbséget mutat a szükséges hűtőteljesítmény tekintetében is, de még egyes azonos termékfajtákon belül is találunk eltérést pl. abban az esetben, ha egy adott hústermék zsír- és nedvesség tartalma eltérő.

Az egyes termékek a hűtés szempontjából fontos elsődleges jellemzőjét az ún. fajhő adja meg, mely azt definiálja, hogy egy adott termékfajta mennyi belső hőenergiát tartalmaz „meleg", vagy épp fagyott állapotban.

Ennek mértékegysége a kJ/kg*K, azaz ez azt mondja meg, hogy hány kJ hőmennyiséget kell elvonni tőle ahhoz, hogy 1 kg-nyi termék hőmérséklete 1˚C-al csökkenjen.

Fontos megjegyzés, hogy a fajhő a pozitív hőmérsékleten eltérő, mint már megfagyott állapotban.

5.2. Fagyasztás esetén egy további adattal is számolni kell, mely az ún. fagyás hő.
Ennek mértékegysége a kJ/kg, azaz azt mutatja meg, hogy hány kJ hőmennyiséget kell elvonni tőle ahhoz, hogy 1 kg-nyi pluszos hőmérsékletű termék 1 kg-nyi fagyott termékké váljon. Ennél már látható, hogy hőmérsékletváltozás nem játszik szerepet, hiszen hőmérsékletváltozás nélküli halmazállapot változásról van szó, ami az ún. „rejtett hő" függvénye.

5.3. A víz és néhány alap élelmiszer fajhő és fagyáshő értékei

	Fajhő (kJ/kg*K)	Fagyott fajhő (kJ/kg*K)	Fagyás (olvadás) hő (kJ/kg)
Víz	4,18	2,1	335
Marhahús (sovány)	3,25	1,76	234
Marhahús (zsíros)	2,00	1,49	172
Borjú	2,95	1,68	209
Sertés (sovány)	2,60	1,31	124
Sertés (zsíros)	2,13	1,34	129..154
Baromfi	2,85	1,52	213
Kenyér	2,93	1,42	125

Látható, hogy igen nagy különbség található az egyes termékfajták között, mely a gyakorlatban annyit tesz, hogy pl. a pékipar számára gyártott sokkoló szekrényre megadott kapacitás adatok (pl. ennyi-annyi péksütemény fagyasztása óránként) már nem érvényesek abban az esetben, ha a szekrényt pl. egy meleg konyha használja készételek fagyasztására.

5.4. Az élő, azaz zöldség gyümölcs termékekre jellemző további adatok az ún. légzés és érés hő. Ez azt jelenti, hogy a termék önmagában hőt termel, mely hőtermelést a hűtése során figyelembe kell venni. Ezen belül is vannak olyan termékek, melyek érés hője olyan mértékű, hogy többszörös igényt jelentenek a szimpla lehűtéshez tartozó igényen felül (pl. banánérlelés).

Ugyanakkor ezen termékekkel, illetve hűtésükkel (ULO tárolásukkal és érlelésükkel) jelen anyagban nem foglalkozunk, azt csak mint érdekesség említettük meg.

6. Az „IDŐ" a kulcskérdés!

6.1. Az előzőek alapján világossá vált, hogy a hűtés és fagyasztás, pontosabban a szükséges technológiák, a beépített teljesítmény és megfelelő hűtési hőfok megválasztásának szempontjából az egyik legfontosabb tényező - akár technológiai, akár élelmiszerbiztonsági szempontból – az, hogy mennyi a termék lehűtésére rendelkezésre álló maximális idő. Hiszen nyilvánvaló, hogy a hosszabb lehűtési idő kisebb teljesítményt, magasabb hőfokot, vagyis kisebb és olcsóbb hűtőberendezést jelent, ami egyszerűbb műszaki megoldásokat, azaz alacsonyabb beruházási és üzemeltetési költséget eredményez.

6.2. Kiemelten fontos megjegyzés, hogy a hűtéstechnikai optimalizációs lehetőségek és beruházási megtakarítási célok természetesen nem írhatják felül a hűtési sebesség vagy hőfok a termék minőségére (eltarthatóság, élvezeti jellemzők, kristályszerkezet, száradási káló, stb.) gyakorolt hatásait, azaz, ha bármely okból gyorsabb vagy alacsonyabb hőmérsékletű hűtés szükséges, akkor ahhoz kell ragaszkodni.

Annak meghatározására, hogy az adott termékre vonatkozóan milyen hűtési követelmények vonatkoznak, magának az élelmiszer gyártójának, ill. az élelmiszer technológus tervezőnek HACCP kompatibilis iránymutatásai az elsődlegesek, mely műszaki követelmények hűtéstechnológiai teljesítése a hűtős feladata.

6.3. Nem egyszer találkoztunk már olyan szituációval, amikor a termék lefagyasztására a technológiai tervező nagyvonalúan beírt egy -35C-os hőfokot egy sokkolónak hívott kamrába, de amikor mélyebben belekérdeztünk a részletekbe, akkor derült ki, hogy mindössze néhány száz kg termék fagyasztása volt a feladat avval, hogy a maghőt 24 óra alatt kellett elérnie. A 24 óra az adott esetben pedig már olyan hosszú időt jelentett, hogy nem volt szükség semmiféle extra kialakításra, pláne nem -35C-ra, így a feladatot a normál -20C kamrában némi plusz teljesítmény beépítésével meg lehetett oldani.

6.4. Összegezve, ha lehetőség van hosszabb idő alatt történő hűtésre is, akkor célszerű arra méretezni (nyilvánvalóan némi biztonsági tartalékkal számolva) annak érdekében, hogy a feladatra alkalmas, de ezen belül a legkedvezőbb beruházási és üzemeltetési költségű megoldás valósulhasson meg.

7. De hogyan is álljunk neki?

7.1. Ahhoz, hogy a lehető legjobb végeredmény (az optimális megoldás) születhessen meg, a következő alapvető kérdéseket kell megválaszolunk magunknak:

- Mennyi terméket (kg, tonna) szeretnék hűteni /fagyasztani egy időben?
- Milyen típusú termékeket szeretnék hűteni/lefagyasztani?
- Mennyi idő áll rendelkezésre a hűtésre/lefagyasztásra? (mi az a leghosszabb idő, ami alatt el kell érni a megfelelő maghőt?) Ha pl. 12 óra is megfelel, akkor ne adjunk meg 4 órát).
- Mi a termék kezdeti és elvárt vég maghőmérséklete?
- Mennyi egy termék jellemző kiszerelési egység tömege, méretei, csomagolva van-e, stb.? (minél kisebb egy-egy termék kiszerelési egysége, illetve ha nincs a hűtéskor becsomagolva, az a legkedvezőbb a hűtés szempontjából)
- Hogyan szeretném a termékeket betárolni a sokkolóba? (raklapon tálcázva, kocsin, stb.)

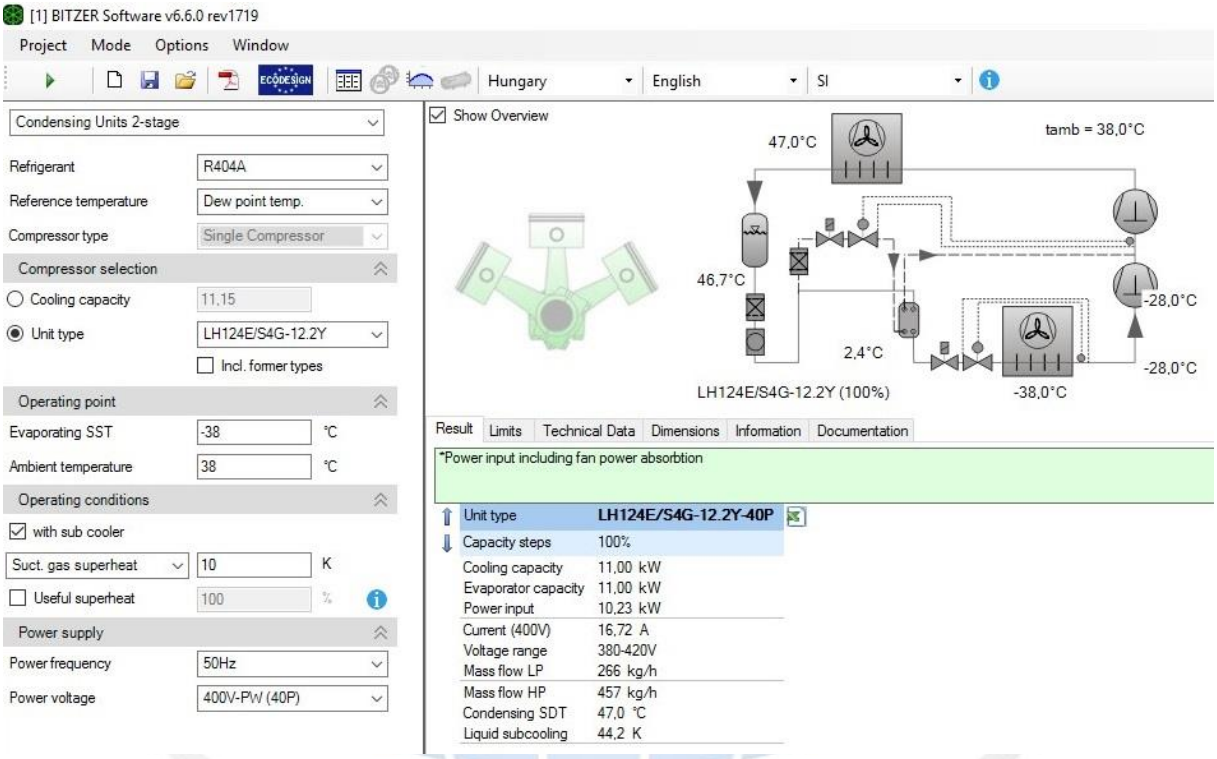
7.2. Bizonyára Önök is voltak olyan szituációban már, amikor egy beruházás, pl. építkezés igényeinek meghatározásakor az árak ismerete nélkül ötleteltek az építész tervezőnek avval, hogy még ezt is és azt is jó lenne megvalósítani, majd amikor megkapták a kivitelezői ajánlatot, akkor kezdték el lehúzogatni az extrákat annak érdekében, hogy a beruházási keretbe beleférjenek.
Nos, egy feleslegesen elbonyolított és túllőtt hűtőberendezés akár a sokszorosába is kerülhet a tényleg szükségesnek, így ha a feladatot az elején jól fogalmazzák meg, akkor el lehet kerülni a felesleges többlet beruházást is.

7.3. Példa:

A példa feladatban 1 tonna kis kiszerelési egységű (pl. 1 kg-os egységek) hús termék lefagyasztását végezzük el +5˚C induló és -18˚C vég mag hőmérséklettel, melyre elsőként egy 4 órás fagyasztási időt, másodikként pedig egy 20 órás fagyasztási időt adunk meg a beépítendő berendezéseknek.
Terméknek sovány sertéshúst vettünk alapul 2,6 kJ/kg*K és 1,31 kJ/kg*K pluszos és fagyott fajhővel, ill. 124 kJ/kg fagyáshővel

7.3.1. 4 órás fagyasztás

A 4 órás fagyasztáshoz szükséges elvi hűtőteljesítmény 11,15 kW, valamint mivel a fagyasztási idő relatív rövid, így szükséges is a -30˚C... -32˚C levegő hőmérséklet, melyet egy ~ -38˚C-os elpárolgási hőmérséklettel rendelkező hűtőgép tud biztosítani.



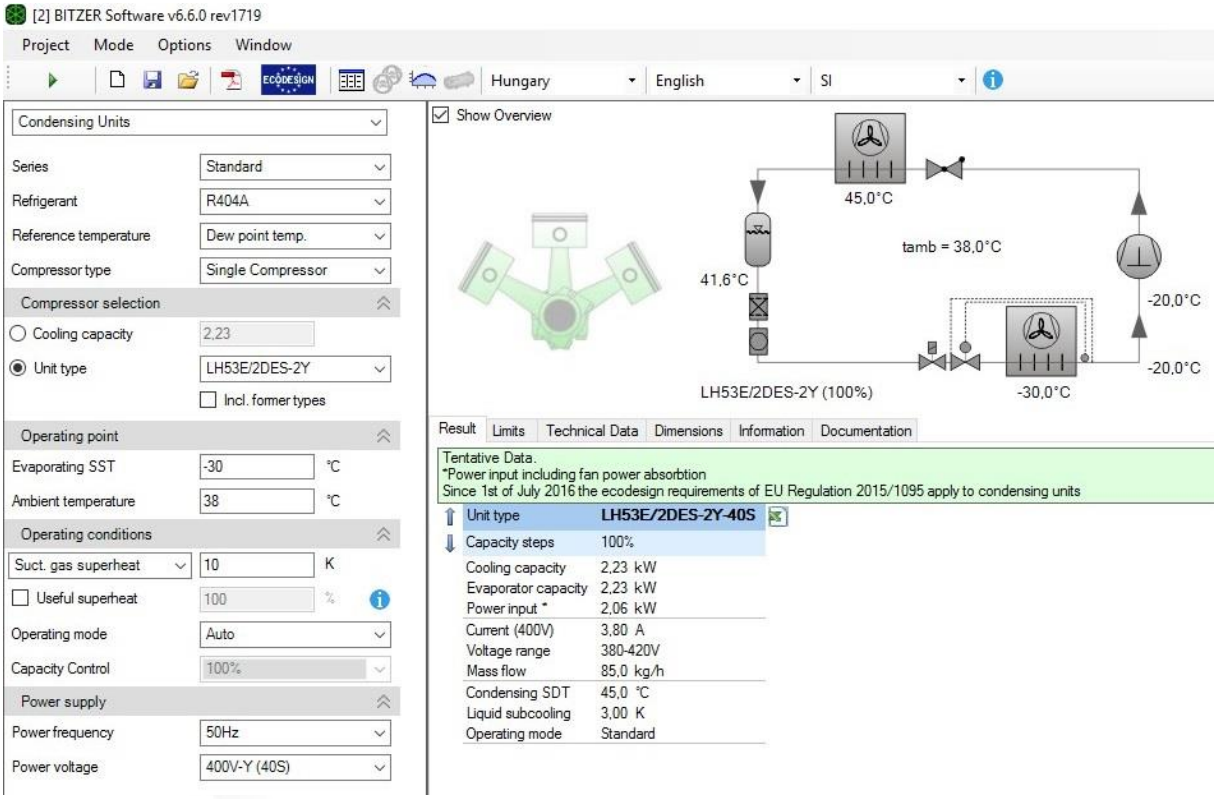
Reklám célok nélkül a megfelelő berendezést a Bitzer méretező programmal választottuk ki, melyből látható, hogy ez a következő adatokkal rendelkezik.

Típus: LH124E/S4G-12.2Y-40P
Hűtőteljesítmény: 11,00 kW (To: -38C, Tamb: +38C)*
Villamos telj.: 10,23 kW
*To = Elpárolgási hőmérséklet; Tamb = környezeti hőmérséklet

7.3.2. 20 órás fagyasztási idő

A 20 órás fagyasztáshoz szükséges elvi hűtőteljesítmény már csak 2,23 kW, valamint mivel a fagyasztási idő relatív hosszú, így elegendő a ~-22˚C..-24˚C levegő hőmérséklet, melyet egy ~ -30˚C-os elpárolgási hőmérséklettel rendelkező hűtőgép tud biztosítani.

Qplan refrigeration



Típus: LH53E/2DES-2Y-40S
Hűtőteljesítmény: 2,23 kW (To: -30C, Tamb: +38C)
Villamos telj.: 2,06 kW

7.3.3. És most lássuk a beruházási költségeket megközelítőleg

4 órás fagyasztás		**20 órás fagyasztás**	
LH124E/S4G-12.2Y-40P hűtő aggregát	4 425 870 Ft	LH53E/2DES-2Y-40S hűtő aggregát	1 124 680 Ft
11 kW-os Güntner léghűtő elektromos olvasztással	1 778 470 Ft	2,3 kW-os Güntner léghűtő elektromos olvasztással	385 950 Ft
Villany, vezérlés, csövezés, szelepek és szerelvények	1 280 000 Ft	Villany, vezérlés, csövezés, szelepek és szerelvények	866 000 Ft
Összesen:	**7 484 340 Ft**	**Összesen:**	**2 376 630 Ft**

Látható, hogy a két megoldás között több, mint 3x-os ár eltérés van!

Megjegyzések:

- A berendezések árát listaáron vettük, így azok a valóságban a beszerzési forrástól függően olcsóbbak, de ettől függetlenül az arányok közelítőleg helyesek.

- A kalkulált teljesítmények csak a termék hűtéséhez szükséges elvi igények, azokban sem a helyiség hűtése, sem egyéb szükséges teljesítmény (ventilátorok kompenzációja, olvasztások idő kisesése, stb.) többlet és tartalék sincs benne.

7.3.4. Érdekesség képen említjük meg, hogy folyamatos fagyasztók (spirál, kartonos fagyasztó, flowfreeze, stb.) esetében ökölszabály jelleggel (persze ez nagymértékben függ a terméktől, hőfokoktól, csomagolástól, stb.), 100..140 kW * tonna / óra a szükséges hűtőteljesítmény.

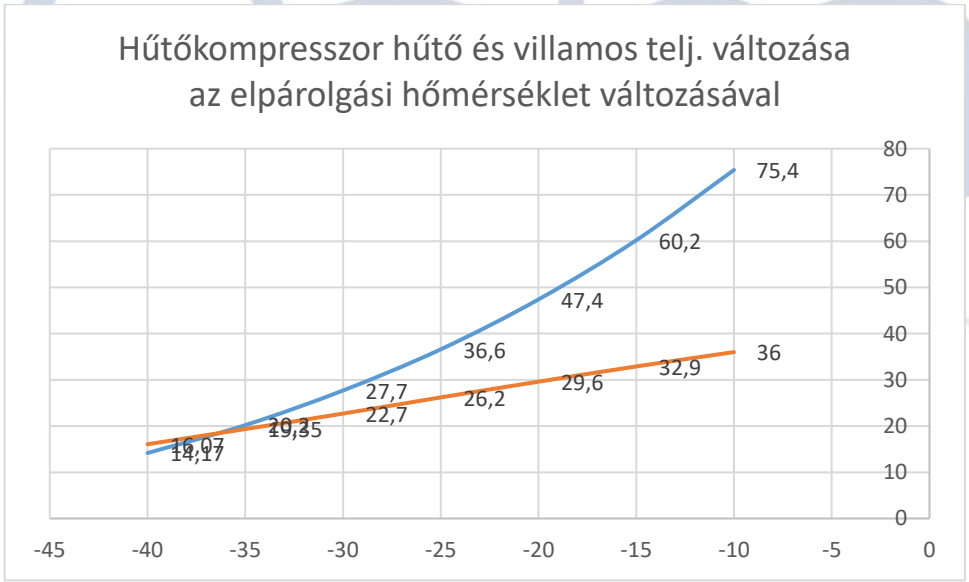
8. A hűtőgép további optimalizálási lehetőségei

8.1. A folyamatos fagyasztás igényeitől eltérően a szakaszos fagyasztás esetében lehetőség van egy olyan optimalizált hűtőberendezés kialakítására, mely az ún. csúszó elpárolgást alkalmazza.
Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy a berendezést, annak teljesítményét nem a vég maghőhöz illeszkedően tervezzük meg, hanem annál néhány fokkal (akár 5K..10K-is) magasabb értékre választjuk ki, - feltéve persze hogy a hűtőrendszer többi eleme is ehhez illeszkedik-, akkor összességében jobb végeredményt ad.

De miből is származik ez?

Ugye korábban már részleteztük (3.3 pont), hogy a fagyasztás időben úgy zajlik le, hogy a legnagyobb energia igény a hűtési ciklus eleje/közepe tájékán szükséges, amikor a halmazállapot változás (olvadt állapotból jég állapotba lép) megtörténik. Ez viszont jóval magasabb hőmérsékleten (0˚C környékén) következik be, mint a kívánt vég maghőmérséklet. Ehhez viszont nem szükséges pl. -30˚C-os léghőmérséklet (hacsak nem nagyon rövid idejű hűtésről van szó), ami jelentősen kisebb hűtőteljesítményű berendezést igényel.

Az előzőekhez természetesen fontos hozzá tenni, hogy egy hűtőkompresszor hűtési teljesítménye is alapvetően azon múlik, hogy mennyi az elpárolgási hőmérséklet, melyet a következő diagramon szemléltetünk.



Kék: Hűtőteljesítmény kW-ban kifejezve

Narancs: Elektromos teljesítmény kW-ban kifejezve

Látható, hogy minél magasabb az elpárolgási hőmérséklet, egy kompresszor annál nagyobb hűtőteljesítményt képes biztosítani magasabb hatásfok mellett, míg minél alacsonyabb az elpárolgási hőmérséklet annál jobban csökken a hűtőteljesítmény és nő fajlagosan a szükséges villamos energia is.

Az előző összegzést felhasználva jutunk el arra megállapításra is, hogy ha egy olyan feladat esetében pl., ahol normál esetben -40˚C elszívásra méreteznénk a hűtőkompresszort (és ehhez az üzemállapothoz az összes egyéb rendszerelemet is), azt eltoljuk -35˚C… de akár -30˚C-ra, azaz kisebb kompresszort választunk, de megtartjuk a nagyobb teljesítményhez szükséges léghűtőt és kondenzátort (valamint egyéb rendszerelemeket), akkor közel azonos költséggel összességében jobb eredményt érhetünk el, mert a berendezés teljesítménye pont abban a hőmérséklet tartományban lesz nagyobb, ahol az szükséges.

9. Szakaszos hűtők kialakítása

9.1. Ahogyan azt korábban is érintettük már (4.3; 4.4 ponok), hogy egy szakaszos „sokkoló" hűtő jó működése nem csak a beépített hűtőteljesítményen és hőfokszinteken múlik, hanem legalább ugyanilyen mértékben azon is, hogy a hűtőteljesítményt mennyire jól lehet közölni a termékkel, hiszen legyen beépítve bármekkora teljesítmény is, (állja körül a gödröt bármennyi gödör ásó szakember), ha az nem, vagy rosszul közlődik a termékkel, akkor a lehűtés az elvárt idő alatt nem valósul meg.

9.2. Jellemző konstrukciók

9.2.1. <u>Hűtőkamra, beépített többlet hűtőteljesítménnyel kiegészítve</u>

Tulajdonképpen ez a lehető legegyszerűbb megoldás a maga korlátaival. Ebben az esetben ugye nem készül külön sokkoló egység, hanem a kamra normál léghűtőinek és persze a hűtőberendezésnek a teljesítménye van annyival megnövelve, amennyi a lehűteni kívánt terméknek pluszban szükséges.
Ennek a megoldásnak nyilvánvaló hátránya, hogy a termék nem találkozik nagy mennyiségű (sebességű) hűtött levegővel, azaz ez a megoldás csak relatív kis mennyiségű és hosszú idejű (24-48 óra) hűtésre vagy fagyasztásra alkalmas csak.

9.2.2. <u>Hűtőkamra, kiegészített sokkoló hűtő hőcserélővel</u>

Ennél a kialakításnál a hűtőkamra léghűtőin felül magába a tárolásra (is) szolgáló kamrába egy olyan további hőcserélő is beépítésre kerül, melyet csak akkor kapcsolnak be, ha van olyan termék, amit pluszban kell hűteni vagy fagyasztani.

Ez a plusz hőcserélő lehet pl. földön álló ún. „blast freezer" konstrukció is, mely elé tolva a terméket (pl. raklapra pakolva) a hőcserélő nagy teljesítményű ventilátorainak köszönhetően intenzívebb hűtés valósítható meg.
Ez a megoldás persze kényelmetlenséget okoz, hiszen ugyan abban a kamrában történik a hűtés és fagyasztás is, amiben egyébként a normál tárolás, így bent nagy huzat és zaj van üzem közben.

Bár ez a megoldás kétségtelenül hatékonyabb, mint az előzőleg részletezett, amelynél a levegő ki tudja kerülni a terméket. Azonban a hűtés hatása itt is messze van a tökéletestől, azaz, ez is csak fél-professzionális megoldás, amelyet elsősorban csak kis üzemek, vagy csak eseti hűtési feladatok esetén célszerű alkalmazni, kisebb termékmennyiségnél.

9.2.3. Ház a házban nyitott fagyasztó box

Ez tulajdonképpen az ipari szint előszobája, melynek működése alapvetően megegyezik az előző pontban részletezett kialakítással avval a kiegészítéssel, hogy itt már kiegészítő panelezéssel kényszerítik a levegőt úgy áramolni, hogy annak nagy része a termékek között áramoljon és ne kerülje meg azt.
A megoldás hátránya, hogy kötött betárolási rendet igényel, azaz csak teljesen feltöltött állapotban lehet a hűtést bekapcsolni, mivel eltérő esetben a légzárás, azaz a kényszer áramlás nem alakul ki, mely miatt nagymértékben romlik a hatásfok.

Az adott megoldással már nagyobb mennyiségű, boxonként akár 20..30 tonna termék is sokkolható egy időben (nyilván nagy belmagasságú fagyasztó tárolók esetében) akár 8-24 órás ciklusokban. A boxok többszörözésével pedig sokszorozható a kapacitás is.

A megoldás előnye, hogy építészeti szempontból nem jelent mértékadó többletköltséget.

9.2.4. Különálló sokkoló alagút

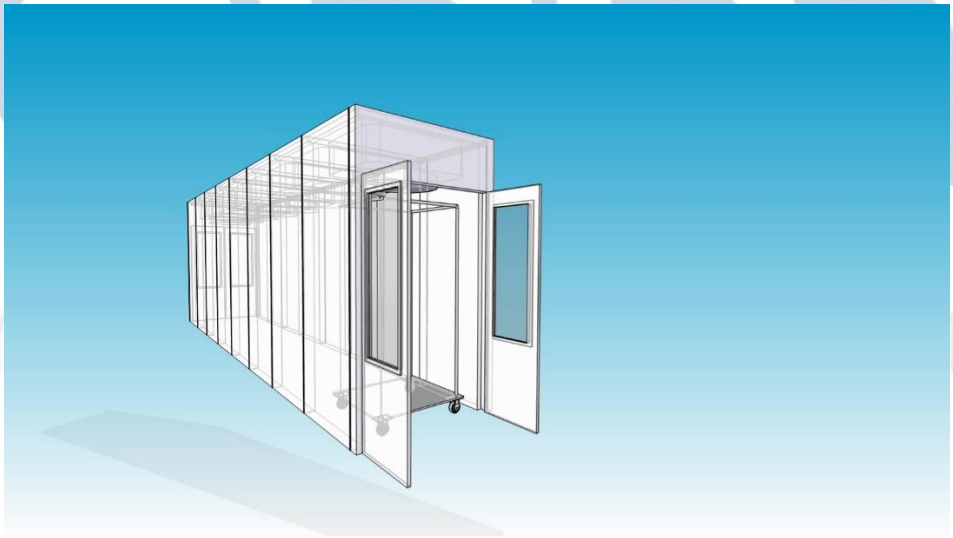
Igazság szerint ez a kialakítás tekinthető professzionális szintnek, hiszen itt egy építészetileg is kifejezetten szakaszos hűtésre kialakított létesítményről beszélünk.
Előnye az előző verzióhoz képest az, hogy a vertikális elrendezés miatt részlegesen feltöltött állapotban is működik, azaz a kapacitásánál lényegesen kisebb töltöttség esetén sincs veszteség.

Saját praxisunkban ~400 tonna / 24 óra (kartonozott sertéshús, +5˚C → -18˚C) volt a legnagyobb egy berendezéssel megvalósított feladat, azt is mellé téve, hogy ezt nem egy, hanem 3 db azonos kapacitású alagúttal valósítottunk meg.

Az adott megoldás már nagyüzemek termelési kapacitását is képes kiszolgálni.

9.2.5. Egyéb speciális megoldások

Fentieken felül természetesen a legkülönbözőbb egyedi igényeknek megfelelő kialakítások is lehetségesek, melynek szinte csak a képzelet szabhat határt. Előfordult, hogy a terméket tálcázva és azokat görgős kocsikra téve kívánták hűteni, melyre pl. az alábbi konstrukciót dolgoztuk ki.



Görgős kocsin tálcázott (pl. szelet húsok, péksütemény, stb.) vagy függesztett termékek hűtésére opcionálisan fél-automatizált láncos kocsi továbbítással 1-4 tonna / óra kapacitással.

10. Felhasználási és felelősségi nyilatkozat

10.1. Jelen anyag célja, hogy általános tájékoztatást adjon a részletezett műszaki megoldásokról és lehetőségekről, teljesítmény-hőfok és beruházási összefüggésekről, így jelen tájékoztatás nem minősül sem tervnek, sem olyan szintű adatszolgáltatásnak, mely egy megvalósuló hűtőrendszer megkonstruálásához nélkülözhetővé tenné a gyakorlott tervező(k) bevonását és a megfelelő szakmai gondossággal felmért feladat szerinti tervezési fázisokat.
Ennek megfelelően a QPLAN Hűtéstechnikai Tervező és Szolgáltató Kft., mint jelen tájékoztató anyag szerzője semmi nemű felelősséget sem vállal a tájékoztatóban megadott adatokért és információkért, valamint nyomtatási hibákért, így jelen tájékoztatóban megadott semmilyen adat és információ sem lehet hivatkozási alap egy megvalósuló hűtőrendszer által elért eredmény esetleges elégtelenségéért.
QPLAN Hűtéstechnika mindennemű evvel kapcsolatos felelősséget kizár!

Bízunk benne, hogy az olvasottak hasznosnak bizonyulnak Önnek és örömmel vesszük, ha konkrét igényével is megkeres bennünket.

Budapest,
2017.03.02.

QPLAN Hűtéstechnikai Tervező és Szolgáltató Kft.
H-1037 Budapest, Csillaghegyi út 43.
www.qplan.hu, qplan@qplan.hu
Tel: +36 1 250 8707, Fax: +36 1 3689562