

# HŰTÉSTECHNIKA ALAPJAI

## 5. ELŐADÁS

### A HŰTŐGÉP- TELJESÍTMÉNY ÉS A FELEZÉSI IDŐ MÉRÉSE/ SZÁMÍTÁSA



# I. HŰTŐGÉP-VIZSGÁLAT



## CÉL

Adott hőmérsékletű glikol + víz hűtőfolyadék előállítása során a kompresszor elméleti hűtőtéljesítményének és hajtótéljesítmény-igényének, valamint teljesítménytényezőjének ( $COP_o$ ) meghatározása

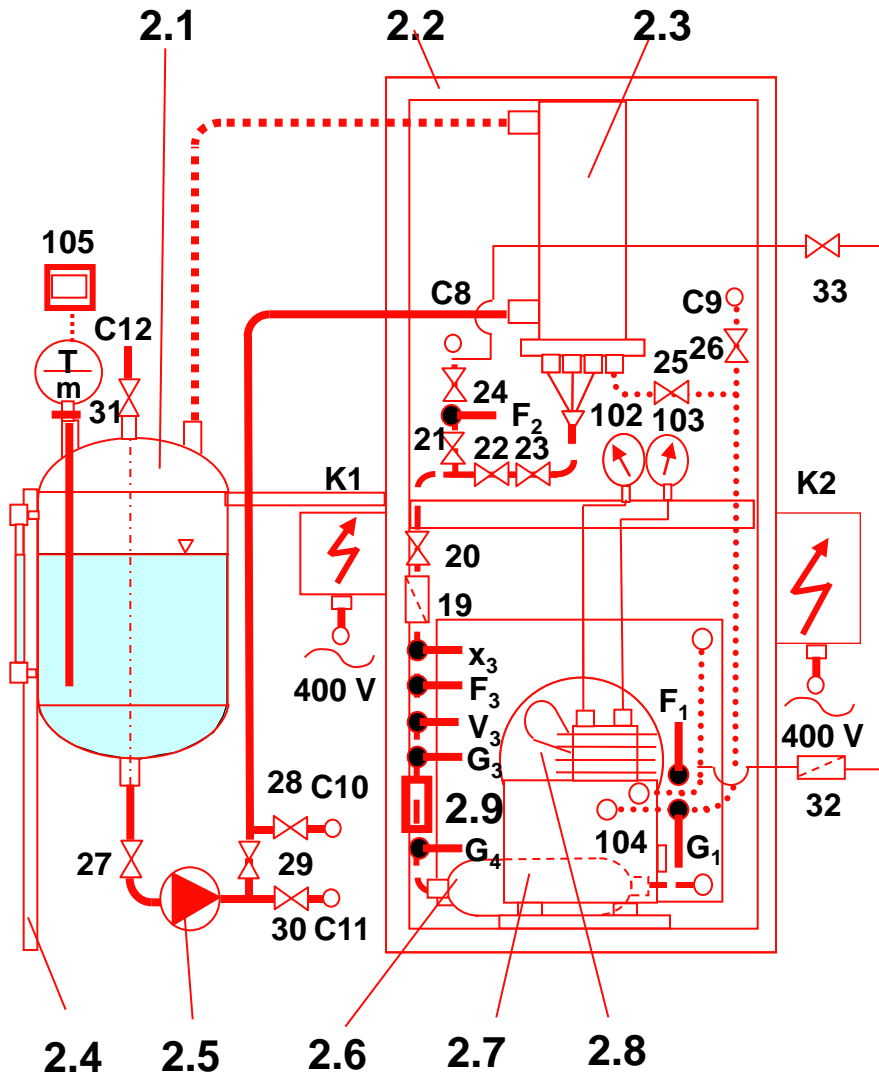
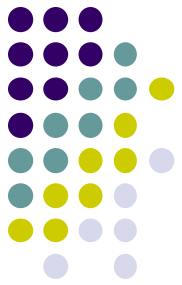
## ANYAG

Hűtőközeg: R22, hűtőfolyadék (közvetítőközeg): glikol + víz

## MÓDSZER ÉS ESZKÖZ

**Hűtőfolyadék előállítása:** glikol + víz hűtőfolyadék hőmérsékletének ( $T_h$ ), a hűtőközeg nyomásának ( $p_e$  és  $p_k$ ) és hőmérsékletének ( $T_e$  és  $T_k$ ) mérése a hűtési idő ( $t_h$ ) függvényében. A mérőpanelként egy folyadékűtőt használunk, amelyet az 1. ábra szemléltet. A vizsgált hűtőkompresszor a folyadékűtő készülék része (2.7). A folyadékűtő készülékek kapcsolószekrényeit a 2. ábra szemlélteti. **Hűtőtéljesítmény és hajtótéljesítmény-igény elméleti értékeinek meghatározása:** az elpárologtatási és kondenzációs nyomás ( $p_e$ ;  $p_k$ ) valamint hőmérséklet ( $T_e$ ;  $T_k$ ) mérésével a hűtőközeg logp-h diagramja alapján történik. A tényleges jellemzők közelítő értékét a hatásfokok felvétele után számíthatjuk, melyek átlagos, becsült értéke:  $\eta=0,7-0,9$  közé esik. (Alacsonyabb elpárologtatási hőmérsékletnél ( $T_e$ ) a kisebb értékeket kell választani!)

# 1. ÁBRA: Folyadékhűtő



## Szerkezeti elemek:

**2.1** – Közvetítőközeg (glikol) tartály; **2.2** – Váz; **2.3** – Elpárologtató; **2.4** – Tartó; **2.5** – Keringtető szivattyú; **2.6** – Hűtőközeg tartály; **2.7** – Hűtőkompresszor; **2.8** – Kondenzátor; **2.9** – Utóhűtő a méréshez

## Szerelvények:

**19** – Hűtőközeg szűrő; **20** – Hűtő mágnesszelep; **21** – Szelep; **22** – Szelep; **23** és **24** - Adagolószelep; **25** - Szelep; **26** - Szelep; **27** - Golyós csap; **28** – Golyós csap; **29** - Golyós csap; **30** - Golyós csap; **31** – Golyós csap; **32** – Szűrő; **33** – Leolvasztó mágnesszelep

## Műszerek és szabályozók:

**102** – Elpárologtató nyomás-, és hőmérsékletmérő; **103** - Kondenzátornyomás-, és hőmérsékletmérő; **104** - Presszosztátok; **105** – (Glikol) Hőmérő és termosztát; **F<sub>1</sub>**, **F<sub>2</sub>**, **F<sub>3</sub>**, **G<sub>1</sub>**, **G<sub>2</sub>**, **G<sub>3</sub>**, **G<sub>4</sub>** – Hőmérők és nyomásmérők; **V<sub>3</sub>** – Térfogatáram-mérő; **x<sub>3</sub>** – Olajtartalom-mérő

## Csonkok:

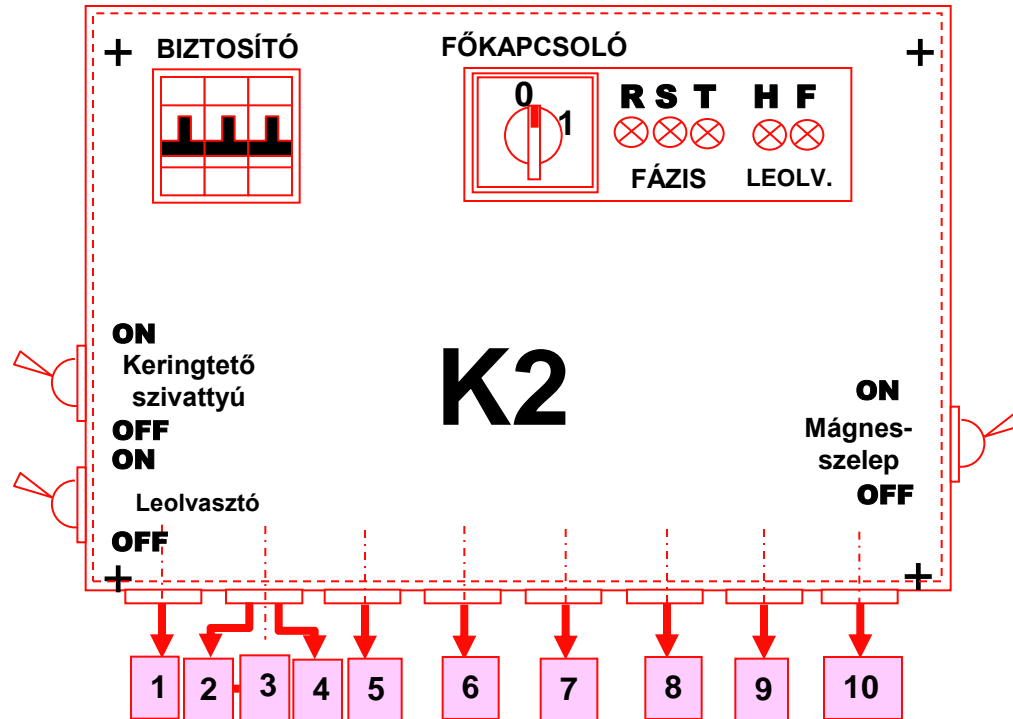
**C7** – Direkt hűtés hűtőközeg szívó; **C8** – Direkt hűtés hűtőközeg nyomó; **C9** – Indirekt hűtés közvetítőközeg vissza; **C10** – Indirekt hűtés közvetítőközeg el; **C11** – Légtelenítő

## Kapcsolószekrények:

**K1** – Vákuumszivattyú; **K2** - Hűtőgép (ld. 4. ábra)

# 2. ÁBRA: Kapcsolószekekrény

## I. TÁBLÁZAT: Adatlap



I. TÁBLÁZAT: Adatlap  
MÉRT ADATOK JELÖLÉSE

### Kapcsolószekekrény

- 1 – Csatlakozó
- 2 – Hűtőkompresszor (2.7)
- 3 – Légekondenzátor (2.8)
- 4 – Elosztó
- 5 – Presszosztát szívó (104)
- 6 – Mágnesszelep (20)
- 7 – Termosztát (105)
- 8 – Presszosztát nyomó (104);
- 9 – Földvezeték (2.2)
- 10 – Keringtető szivattyú 2. (2.5)

- $T_e$  – elpárologtatási hőmérséklet
- $p_e$  – elpárologtató nyomás
- $T_k$  – kondenzációs hőmérséklet
- $p_k$  – kondenzátor nyomás
- $T_h$  – hűtőfolyadék hőmérséklete
- $t_h$  – hűtési idő

# I. VIZSGÁLAT MENETE



## GYAKORLATON A HŰTŐFOLYADÉK - ELŐÁLLÍTÁS KERÜL VÉGREHAJTÁSRA!

- (1)** - A folyadékűtő berendezés (ld. 1. ábra) (21) és (26) szelepeit zárja el, majd a (22) és a (25) szelepeket nyissa ki! Ezzel a vákuuműtő jégkondenzátoratt a hűtőgépről leválasztotta, és helyükbe a folyadékűtő (ld. 1. ábra) elpárologtatóját (2.3) kapcsolta. A hűtőfolyadék előállítása ebben az egységben történik.
- (2)** - Ellenőrizze, hogy a (27) és (29) csapok nyitva, míg a (28) és (30) csapok zárva legyenek!
- (3)** - A folyadékűtő készülék K2 – kapcsolószekrényének (ld. 2. ábra) csatlakozóját (1) kapcsolja a hálózatra (400V, 50 Hz), majd a főkapcsolót állítsa „1” helyzetbe.
- (4)** - Kapcsolja be a hűtőfolyadék keringtető szivattyúját, azaz a 2. ábrán látható kapcsolóját állítsa „ON” helyzetbe!
- (5)** - Kapcsolja be a hűtőgépet, a mágnesszelep kapcsolójának „ON” helyzetbe állításával (ld. 2. ábra)! Néhány másodperc után a hűtőgép megindul. Ezzel a hűtőfolyadék hűtése megkezdődik,  $t_h = 0$  és  $T_h = T_0$ .
- (6)** - A bekapcsolás utáni pillanatban, majd  $\Delta t = 2$  percenként olvassa le a hűtőfolyadék hőmérsékletét ( $T_h$ ), (105), továbbá a hűtőközeg elpárologtatási ( $T_e$ ,  $p_e$ ) valamint kondenzációs hőmérsékletét és nyomását ( $T_k$ ,  $p_k$ ), (102) és (103). A mért adatokat az 6. dián látható I. adatlapon rögzítse
- (7)** - Addig folytassa, amíg a hűtőfolyadék el nem érte a megkívánt véghőmérsékletet!

# I. TÁBLÁZAT: Adatlap



**A mérés végrehajtása a munkautasítás szerint történt? Igen vagy Nem**

A mérés irányításáért felelős személy neve (M):.....Aláírás:.....Dátum:.....

**A „Mérés nyomkövetési és igazoló lap” az Intézet minőségügyi dokumentumaihoz csatolásra került? Igen vagy Nem.**

Minőségirányítási megbízott neve (MB):.....Aláírás:.....Dátum:.....

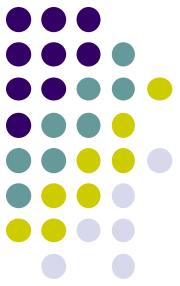
|                                                                                                        |  |                                                                                                                       |        |               |        |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------|--------|---------|
| SZIE GÉK Mechanikai és Géptani Intézet<br>Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Gépek Tanszék<br>GLN – kód: |  | INTÉZET MINŐSÉGIRÁNYÍTÁSI KÉZIKÖNYV<br>7.1 MÉRÉSI GYAKORLATOK<br>7.4 Mellékletek: Mérés nyomkövetési és igazoló lapok |        |               |        |         |
| <b>III. Hűtőgép - mérés</b>                                                                            |  | Laboratórium neve:<br><b>ÉLGÉP laboratórium</b>                                                                       | Dátum: | Lap sorszáma: | L. sz: | : sz.l. |

## HŰTŐGÉP-MÉRÉS JELLEMZŐI

| S. sz. | A művelet megnevezése | Időpont |        | Belső minta és gép |         |         | Külső min. és gép |             |              | Mért műveleti jellemzők |                     |                      |                     |                     |                    | Következő művelet? |             | Jav. int. Sz. | Hulladék | Aláírás        |     |      |
|--------|-----------------------|---------|--------|--------------------|---------|---------|-------------------|-------------|--------------|-------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-------------|---------------|----------|----------------|-----|------|
|        |                       | BE (h)  | KI (h) | JEL (T)            | ME (kg) | MI (VI) | T F E K (8)       | G T I N (9) | S S C C (10) | p <sub>e</sub> (bar)    | T <sub>e</sub> (°C) | p <sub>k</sub> (bar) | T <sub>k</sub> (°C) | T <sub>h</sub> (°C) | t <sub>h</sub> (s) | Y (igen)           | N (nem)     |               |          |                |     |      |
|        |                       |         |        |                    |         |         |                   |             |              |                         |                     |                      |                     |                     |                    |                    | Hova kerül? |               |          |                |     |      |
| (1)    | (2)                   | (3)     | (4)    | (5)                | (6)     | (7)     | (8)               | (9)         | (10)         | (11)                    | (12)                | (13)                 | (14)                | (15)                | (16)               | (17)               | (F) (18)    | (H) (19)      | (Jl)     | (HF) (kg) (21) | (O) | (22) |
| 1.     | Higiéniái             |         |        |                    |         |         |                   |             |              |                         |                     |                      |                     |                     |                    |                    |             |               |          |                |     | (M)  |
| 2.     | Eszközök állapota     |         |        |                    |         |         |                   |             |              |                         |                     |                      |                     |                     |                    |                    |             |               |          |                |     |      |
| 3.     | I. Lehülés mérés      |         |        |                    |         |         |                   |             |              |                         |                     |                      |                     |                     |                    |                    |             |               |          |                |     |      |
| 4.     | II. Lehülés mérés     |         |        |                    |         |         |                   |             |              |                         |                     |                      |                     |                     |                    |                    |             |               |          |                |     |      |
| 5.     | III. Lehülés mérés    |         |        |                    |         |         |                   |             |              |                         |                     |                      |                     |                     |                    |                    |             |               |          |                |     |      |
| 6.     | IV. Lehülés mérés     |         |        |                    |         |         |                   |             |              |                         |                     |                      |                     |                     |                    |                    |             |               |          |                |     |      |
| 7.     | V. „Lehülés mérés     |         |        |                    |         |         |                   |             |              |                         |                     |                      |                     |                     |                    |                    |             |               |          |                |     |      |
| 8.     | VI. Lehülés mérés     |         |        |                    |         |         |                   |             |              |                         |                     |                      |                     |                     |                    |                    |             |               |          |                |     |      |

# I. KIÉRTÉKELÉS

## (LE)HŰTÉSI DIAGRAM



A hűtőfolyadék (le)hűtése során a hőmérséklet ( $T_h$ ) az idő ( $t_h$ ) függvényében változik. A  $T_h = f(t_h)$  diagram a mért adatok alapján megrajzolható!

## (PILLANATNYI) ELMÉLETI (KÖZELÍTŐ) HŰTŐTELJESÍTMÉNY ÉS HAJTÓTELJESÍTMÉNY- IGÉNY

Hűtőteljesítmény ( $Q_{o,e}$ ) egy adott  $t_h$  időpontban, kW:

$$Q_{o,e} = (V_k/v_1) \cdot (h_1 - h_4)$$

Ahol:  $V_k$  – a kompresszor névleges szállítóteljesítménye, m<sup>3</sup>/s, MK - 9,1 kompresszorra

$v_1$  – a hűtőközeg fajtérfogata a hűtőkörfolyamat 1. pontjában, ha az utóhűtési hőmérséklet:  $T_u = 5$  °C és az adagolószelep elszívási hőmérséklet-különbsége:  $\Delta T_e = (T_{el} - T_e) = 5$  °C, a hűtőközeg lg p-h diagramja alapján, m<sup>3</sup>/kg (ld. 1. Előadás, 4. dia), R22 – hűtőközeg lg (p-h) diagramját ld .CoolPack-program (ld. 3. Előadás, 12. dia)

$h_1$  és  $h_4$  – a hűtőközeg entalpiája a hűtőkörfolyamat 1. pontjában (ld. 1. Előadás, 4. dia)

Hajtóteljesítmény – igény ( $P_e$ ) a  $t_h$  időpontban:

$$P_e = (V_k/v_1) \cdot (h_2 - h_1)$$

Ahol:  $h_2$  - a hűtőközeg entalpiája a hűtőkörfolyamat 2. pontjában (ld. 1. Előadás, 4. dia)

## (LE)HŰTÉS HŰTŐTELJESÍTMÉNY ÉS HAJTÓTELJESÍTMÉNY – IGÉNY DIAGRAM

A  $t_h$  időpontokhoz tartozó teljesítmények az előző pont szerint számíthatók, és ezek ismeretében a diagramok –  $Q_{o,e} = f(t_h)$  és  $P_e = f(t_h)$  - a teljes hűtésre megrajzolhatók.

# II. ALMA FELEZÉSI IDEJE



## CÉL

Alma felszínére és magjára vonatkozó felezési időK meghatározása az adott pontok hűlésének mérésével

## ANYAG

szabadon választott fajtájú alma

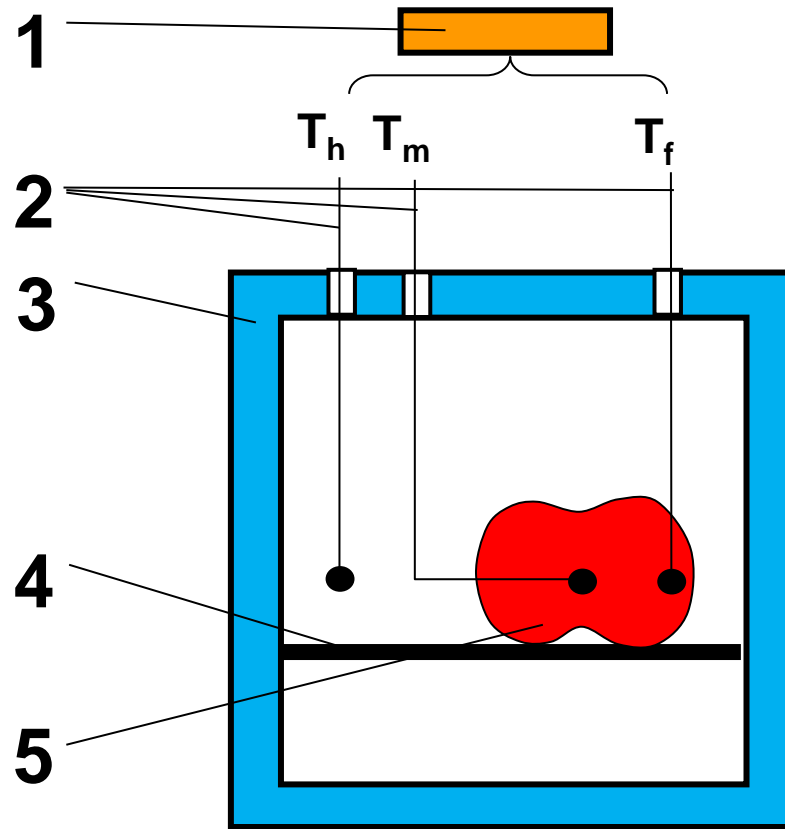
## MÓDSZER ÉS ESZKÖZ

A vizsgálat egy háztartási hűtőszekrényben történik az 1. ábra szerint.

A hőmérsékleteket ( $T_h$ ,  $T_m$ , és  $T_f$ ) K-típusú hőelemmel mérjük,  $\Delta t=1$  perc időközönként, és az ALMEMO 2290-8 műszerrel rögzítjük



# 1. ÁBRA: Mérés vázlatja



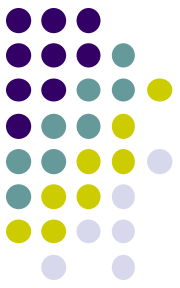
$T_h$  – kamra hőmérséklete

$T_m$  – maghőmérséklet

$T_f$  – felület hőmérséklete

1 – Mérő adatrögzítő: ALMEMO 2290-8; 2 – Termoelemek: K – típus; 3 – Hőszigetelt kamra; 4 – Tartólap; 5 – A vizsgált élelmiszer (alma)

# II. VIZSGÁLAT MENETE



- (1)** - A hűtőszekrény (ld. 1. ábra) megkívánt léghőmérsékletét ( $T_h$ ), valamint annak tartományát ( $\Delta T_h$ ) állítsa be a termosztáton!
- (2)** – Indítsa el a hűtőszekrény hűtését, és hűtse le a levegőjét a beállított hőmérsékletre ( $T_h$ )! A hőmérsékletet a szekrénybe helyezett K-típusú termoelemmel mérje, ellenőrizze!
- (3)** – Helyezze be a kamrába a lehűtendő terméke(ke)t! A termék lehet néhány darab, vagy egy rekesz!
- (4)** – Előtte, helyezzen be K-típusú termoelemet a termék(ek)be, úgy, hogy az érzékelők végpontja a termék(ek) magjába (kb. a tömegközéppontjába), illetve a felülete közelébe (közvetlenül a héja alá) essen!
- (5)** –  $\Delta t = 1$  perc időközönként olvassa le a hűtőszekrény belső hőmérsékletének ( $T_h$ ), valamint a termék(ek) felületi ( $T_f$ ) és maghőmérsékletének ( $T_m$ ) változását!
- (6)** – A hűtést addig folytassa, amíg a termék(ek) kezdeti hőmérsékletének ( $T_{fo} = T_{mo}$ ) és a kamrahőmérsékletnek ( $T_b$ ) különbsége a felére nem esik!
- (7)** – A mért adatokat az ALMEMO 2290-8 –vel, és a 11. dián lévő II. adatlapon rögzítse.

# II. TÁBLÁZAT: Adatlap



**A mérés végrehajtása a munkautasítás szerint történt? Igen vagy Nem**

A mérés irányításáért felelős személy neve (M):.....Aláírás:.....Dátum:.....

**A „Mérés nyomkövetési és igazoló lap” az Intézet minőségügyi dokumentumaihoz csatolásra került? Igen vagy Nem.**

Minőségirányítási megbízott neve (MB):.....Aláírás:.....Dátum:.....

|                                                                                                        |  |                                                                                                                       |        |               |        |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------|--------|---------|
| SZIE GÉK Mechanikai és Géptani Intézet<br>Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Gépek Tanszék<br>GLN – kód: |  | INTÉZET MINŐSÉGIRÁNYÍTÁSI KÉZIKÖNYV<br>7.1 MÉRÉSI GYAKORLATOK<br>7.4 Mellékletek: Mérés nyomkövetési és igazoló lapok |        |               |        |         |
| <b>IV. Hűtőkamra - mérés</b>                                                                           |  | Laboratórium neve:<br><b>ÉLGÉP laboratórium</b>                                                                       | Dátum: | Lap sorszáma: | L. sz: | : sz.l. |

## HŰTŐKAMRA-MÉRÉS JELLEMZŐI

| S. sz. | A művelet megnevezése | Időpont |        | Belső minta és gép |         |         | Külső min. és gép |         |         | Mért műveleti jellemzők |                     |                      |                     |                     |       | Következő művelet? |              | Jav. int. Sz. | Hul-la-dék | A-lái-Rás      |     |      |
|--------|-----------------------|---------|--------|--------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|-------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-------|--------------------|--------------|---------------|------------|----------------|-----|------|
|        |                       | BE (h)  | KI (h) | JEL (T)            | ME (kg) | MI (VI) | T F E K           | G T I N | S S C C | T <sub>a</sub> (°C)     | T <sub>h</sub> (°C) | ΔT <sub>h</sub> (°C) | T <sub>f</sub> (°C) | T <sub>m</sub> (°C) | t (s) | Y (igen)           | N (nem)      |               |            |                |     |      |
|        |                       |         |        |                    |         |         |                   |         |         |                         |                     |                      |                     |                     |       |                    | Hova került? |               |            |                |     |      |
| (1)    | (2)                   | (3)     | (4)    | (5)                | (6)     | (7)     | (8)               | (9)     | (10)    | (11)                    | (12)                | (13)                 | (14)                | (15)                | (16)  | (17)               | (F) (18)     | (H) (19)      | (Jl)       | (HF) (kg) (21) | (O) | (22) |
| 1.     | Higiéniiai            |         |        |                    |         |         |                   |         |         |                         |                     |                      |                     |                     |       |                    |              |               |            |                |     | (M)  |
| 2.     | Eszközök állapota     |         |        |                    |         |         |                   |         |         |                         |                     |                      |                     |                     |       |                    |              |               |            |                |     |      |
| 3.     | I. Kamrafal           |         |        |                    |         |         |                   |         |         |                         |                     |                      |                     |                     |       |                    |              |               |            |                |     |      |
| 4.     | II. Kamrafal          |         |        |                    |         |         |                   |         |         |                         |                     |                      |                     |                     |       |                    |              |               |            |                |     |      |
| 5.     | III. Kamrafal         |         |        |                    |         |         |                   |         |         |                         |                     |                      |                     |                     |       |                    |              |               |            |                |     |      |
| 6.     | I. Termék lehűtés     |         |        |                    |         |         |                   |         |         |                         |                     |                      |                     |                     |       |                    |              |               |            |                |     |      |
| 7.     | II. Termék lehűtés    |         |        |                    |         |         |                   |         |         |                         |                     |                      |                     |                     |       |                    |              |               |            |                |     |      |
| 8.     | III. Termék lehűtés   |         |        |                    |         |         |                   |         |         |                         |                     |                      |                     |                     |       |                    |              |               |            |                |     |      |

# II. KIÉRTÉKELÉS



## Dimenzió nélküli hűtési hőmérséklet ( $\Theta$ ) és a hűtési idő ( $t$ ) összefüggése

$$\Theta = \frac{\Delta T}{\Delta T_o} = \frac{T - T_h}{T_o - T_h} = e^{-\frac{2.302 \cdot t}{f}} = 10^{-\frac{t}{f}}$$

Ahol:  $T_o$  – a termék kezdeti hőmérséklete „ $t=0$ ” - nál, °C

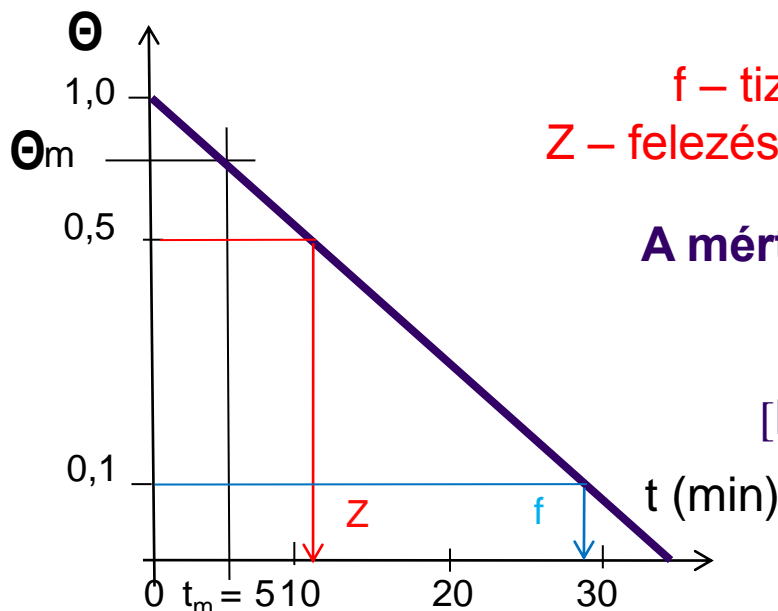
$T$  – a termék (mért vagy megkívánt) hőmérséklete „ $t$ ” idő után, °C

$T_h$  - a hűtőszekrény (kamra) hőmérsékletének átlaga, °C

$t$  – hűtési idő, min

$f$  – tizedelési idő:  $t_{\Theta=0,1}$ , min;

$Z$  – felezési idő:  $t_{\Theta=0,5}$ , min,  $Z = 0,302 \cdot f$



**A mért felezési idő ( $Z_m$ ) a háromszögek hasonlósága alapján:**

$$[\lg(1) - \lg(\Theta_m)]:[\lg(1) - \lg(0,5)] = t_m:Z_m, \text{ ebből:}$$

$$Z_m = t_m \cdot \{0,302/[\lg(1) - \lg(\Theta_m)]\}$$

Ahol: „ $m$ ” – index – a „mért érték” jelölése

$\Theta_m < 0,8$  legyen!