



## 2.2 RAK típusjelű kaloriferek

### Alkalmazási terület

A kényszeráramlású RAK kaloriferek a FÜTÖBER által gyártott különféle klímaberendezések fűtő- vagy hűtőregiszter elemeiben, továbbá önállóan légcsatornába szerelve is felhasználhatók.

A RAK kalorifer kényszeráramlású hőcserélőként alkalmazható a légtechnika valamennyi területén, azaz a feltétellel, hogy a kaloriferbe közvetlenül belépő fűtendő vagy hűtendő levegő nem tartalmaz szilárd szennyeződést, vagy csak olyan folyékony vagy gáznemű anyagokat tartalmaz, amelyek nem támadják meg a készülék szerkezeti anyagát.

A fűtő- vagy hűtőközeg lehet víz vagy egyéb — a szerkezeti anyagot nem károsító — folyékony közeg. A fűtő- illetve hűtőközeg belépési hőmérséklete  $-10$  és  $+150$  °C között lehet, a megengedett legnagyobb nyomás pedig 6 bar.

Ez az ismertetés csak víz fűtő- vagy hűtőközeg és levegő esetére nyújt méretezési eljárást.

### Szerkezeti anyagok, beépítés

A RAK kaloriferek fűtőeleme réz fűtőcsőből és a ráhúzott alumínium lamellákból áll, melyeket a cső feltágításával rögzítenek.

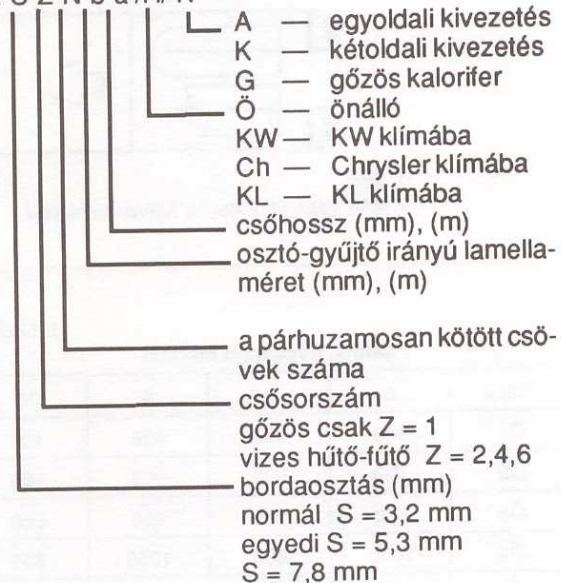
A csöves kialakítású osztók-gyűjtőkhöz keményforrasztással rögzítik a fűtőcsöveket. A keret horganyzott acéllemezéből készül, csatlakozó peremmel.

A kalorifer — légtelenítés és ürítés szempontjából — függőleges és vízszintes tengellyel egyaránt beépíthető.

A hőcserélők — a homlokkeresztmetszet, illetve a fűtőfelület növelése érdekében — egymás mellé és egymás fölé is helyezhetők, azaz legoldalon párhuzamosan és/vagy sorosan kapcsolhatók.

### Típusjelölés:

RAK-S-Z-N-b-a /H/ K



*Példa:* RAK-3.2-2-06-1250-1000/Ö/A

— önálló, 3,2 mm bordaosztású RAK kalorifer, kétsoros, N= 6; b = 1250; a = 1000 mm.

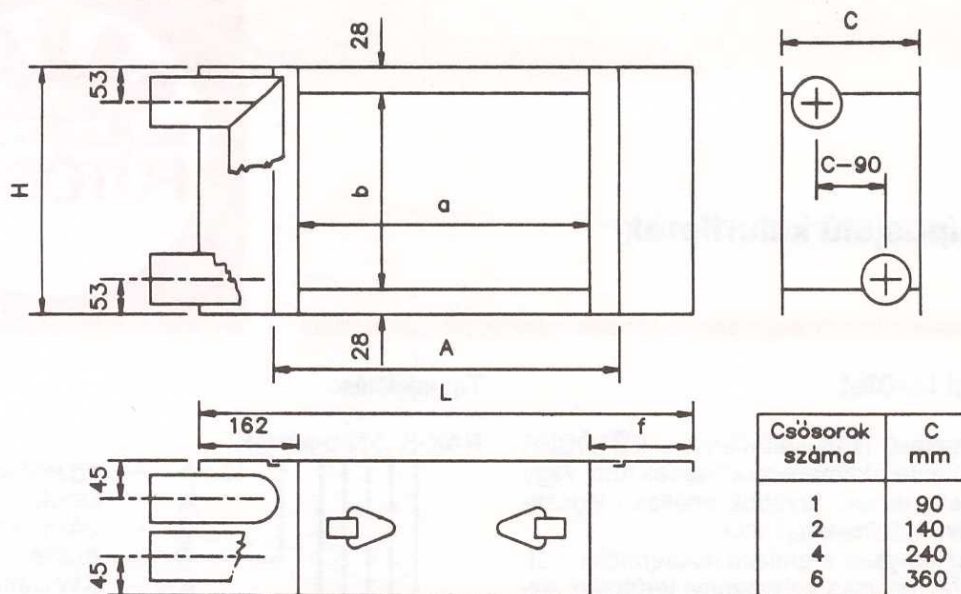
### Műszaki adatok

A kaloriferek műszaki adatait az 1–8. táblázat és az 1–7. ábra tartalmazza.

### Méretválaszték

A RAK kaloriferek sorozatban gyártott típusválasztékát és a fő méreteket az 1. ábra és az 1–3. táblázat mutatja. A táblázatok azt is tartalmazzák, hogy az adott kaloriferhez milyen csőkapcsolások alkalmazhatók.

A 4–7. táblázat a lehetséges csőkapcsolásokat és csőkméreteket adják meg.



1. ábra  
A RAK típusjelű kalorifer körvonalméretei

1. táblázat

Önálló hőcserélő méretei

Típus	a	b	A	H
Ö1	400	400	456	456
Ö2	500	500	556	556
Ö3	600	600	656	656
Ö4	1000	800	1056	856
Ö5	1000	1000	1056	1056
Ö6	1250	1000	1306	1056
Ö7	1600	1250	1656	1306
Ö8	2000	1650	2056	1656
Ö9	2000	2000	2056	2056

3. táblázat

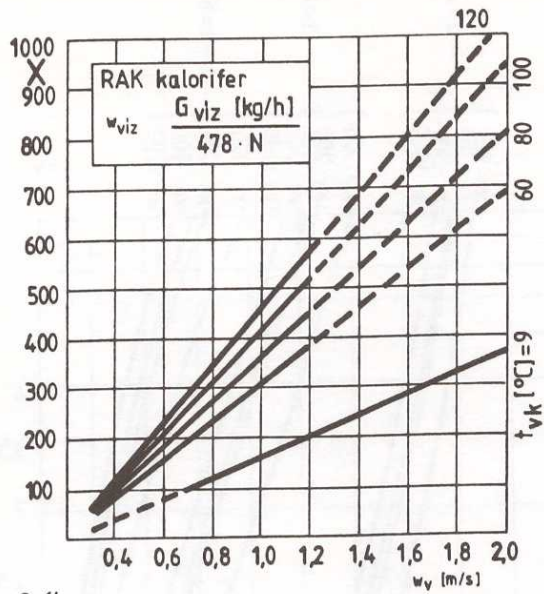
A KL klímaberendezés kalorifereinek méretei

Típus	a	b	A	H	L	f
KL 3	375	600	431	656	606	69
KL 4	700	600	756	656	940	78
KL 5	700	850	756	906	940	78
KL 8	700	850	756	906	904	78
KL 13	1200	1100	1256	1156	1440	78
KL 20	1700	1100	1756	1156	1940	78
KL 32	2100	1350	2156	1406	2340	78
KL 50	2700	1750	2756	1806	2940	78
KL 65	2700	1850	2756	1906	2940	78

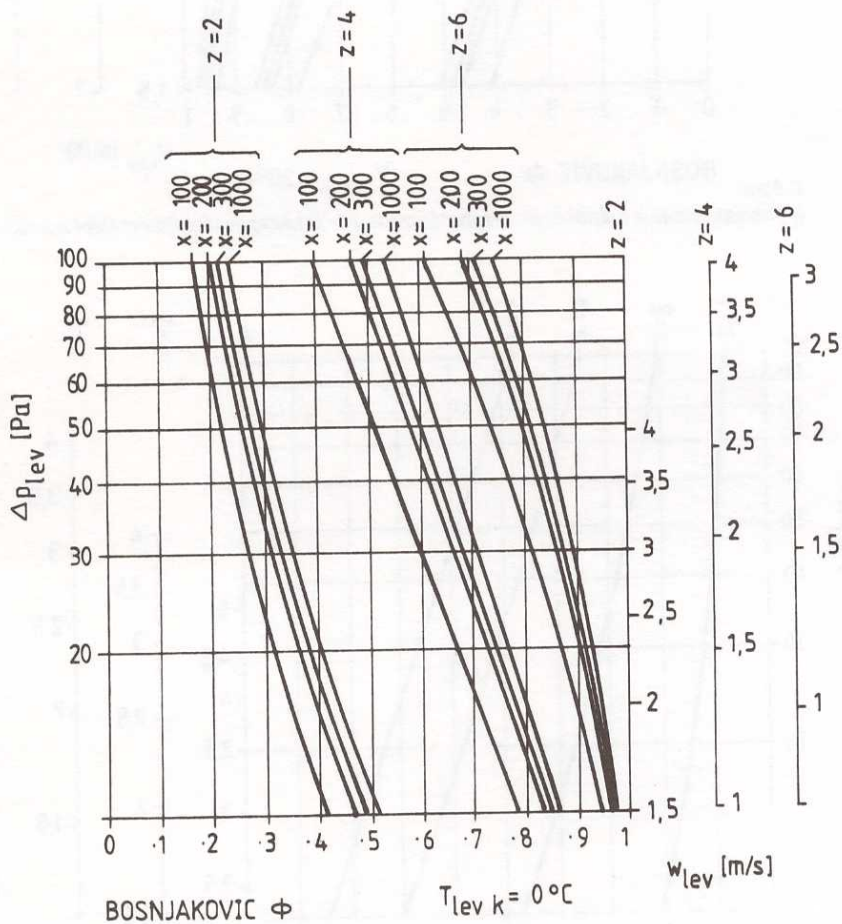
2. táblázat

A KW klíma hőcserélőinek méretei

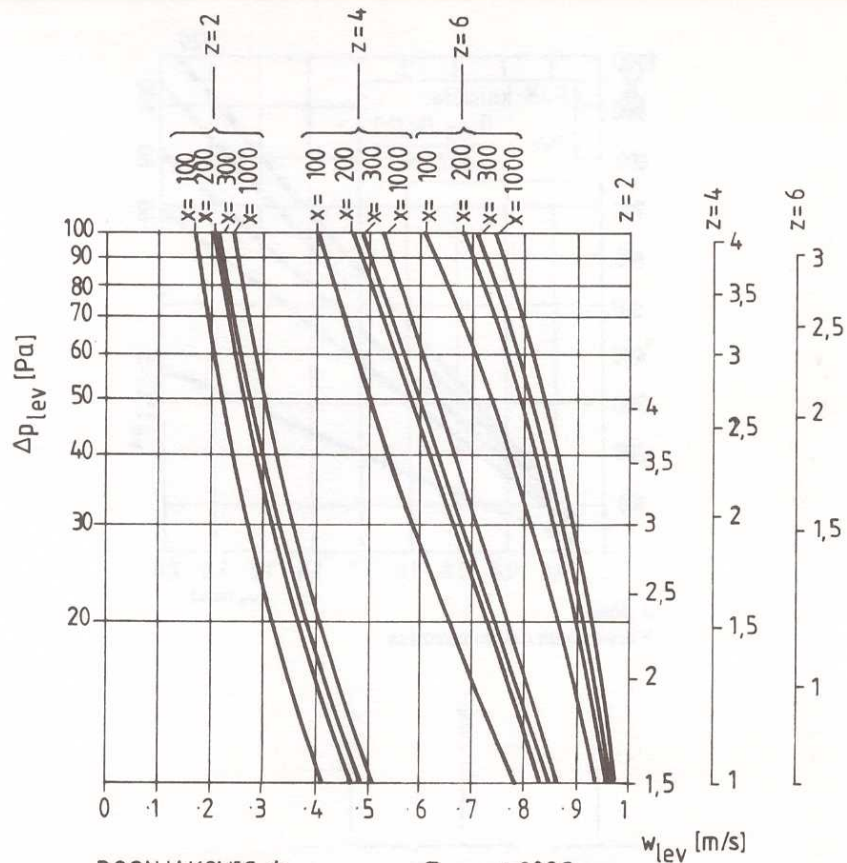
Típus	a	b	A	H	L	f
KW 3	375	450	431	506	597	60
KW 5	500	600	556	656	722	60
KW 8	750	850	806	906	972	60
KW 13	1000	1100	1056	1156	1222	60
KW 20	1250	1350	1306	1406	1472	60
LW 32	1750	1850	1806	1906	1972	60
KW 50	2000	2100	2056	2156	2222	60



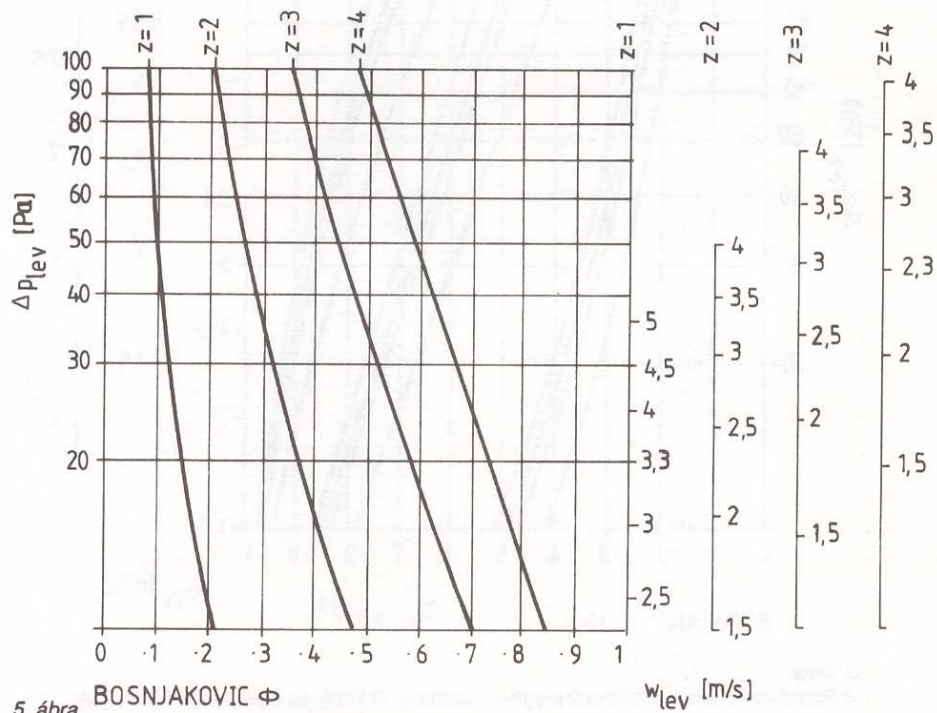
2. ábra  
X értékeinek meghatározása



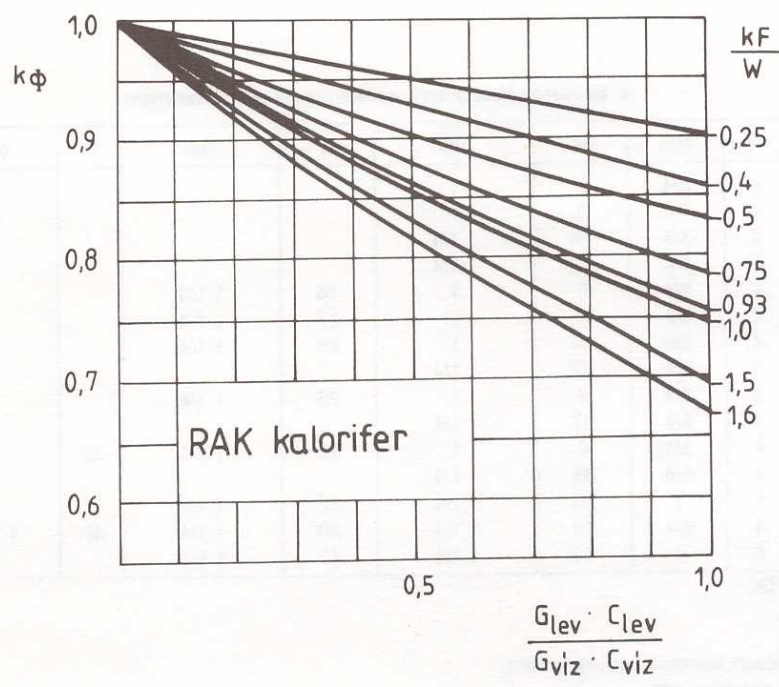
3. ábra  
A Bosnjakovic-féle  $\phi$  értékének meghatározása 0 °C közepes léghőmérséklet esetén



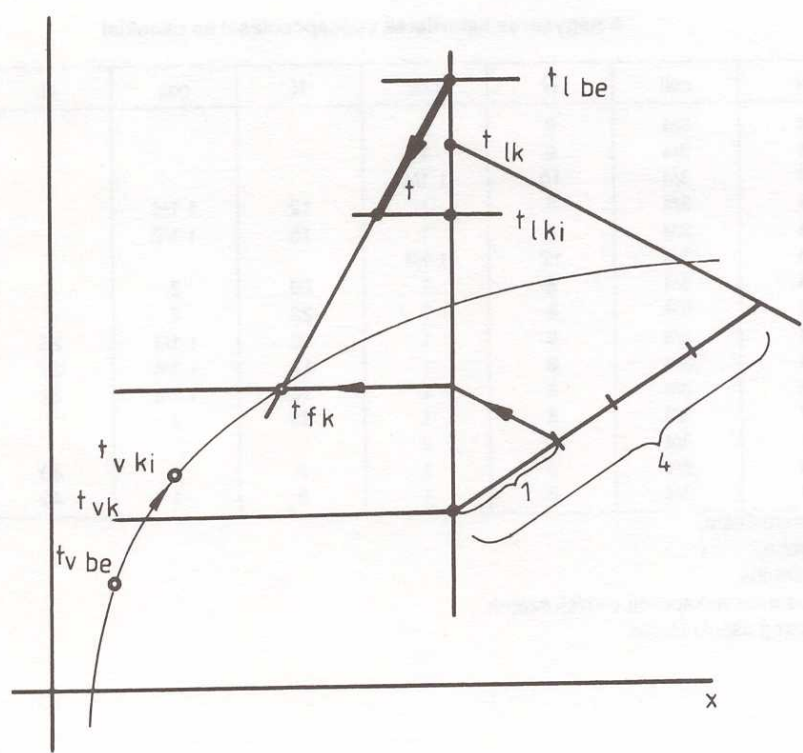
4. ábra BOSNJAKOVIC  $\Phi$   $T_{lev} k = 20^\circ C$   
 A Bosnjakovic-féle  $\Phi$  értékének meghatározása 20 °C közepes léghőmérséklet esetén



5. ábra BOSNJAKOVIC  $\Phi$   
 A Bosnjakovic-féle  $\Phi$  értékének meghatározása gőzfűtés esetén



6. ábra  
 $K\phi$  értékének meghatározása



7. ábra  
 Nedves hőcsere végállapotának közelítő meghatározása

4. táblázat

## A hétsoros kaloriferek csőkapcsolásai és csonkjai

b	N	coll	N	coll	N	coll	N	coll	N	coll	alkalmas
400	2	3/4	4	3/4	8	1					Ö
450	2	3/4	4	3/4	9	1					KW
500	2	3/4	4	3/4	10	1 1/4					Ö
600	2	3/4	4	3/4	12	1 1/4					Ö, KW, KL
800	2	3/4	4	3/4	8	1	16	1 1/4			Ö
850	2	3/4	4	3/4	8	1	17	1 1/4			KW, KL
1000	2	3/4	4	3/4	8	1	20	1 1/4			Ö
1100	2	3/4	4	3/4	22	1 1/4					KW, KL
1250	2	3/4	4	3/4	6	1	25	1 1/4			Ö
1350	2	3/4	4	3/4	27	1 1/4					KW, KL
1600	2	3/4	4	3/4	8	1	16	1 1/4	32	1 1/4	Ö
1750	2	3/4	4	3/4	35	1 1/4					KL
1850	2	3/4	6	1	12	1 1/4	37	1 1/4			KW, KL
2000	2	3/4	4	3/4	10	1 1/4	20	1 1/4	40	1 1/4	Ö
2100	2	3/4	8	1	10	1 1/4	42	1 1/4			KW

Ö — önálló hőcserélők,

KW — Weiss klímába,

KL — lemezklímába,

ahol N — a párhuzamosan kapcsolt csövek száma,

coll — a fűtőközeg csonkmérete

5. táblázat

## A négysoros kaloriferek csőkapcsolásai és csonkjai

b	N	coll	N	coll	N	coll	N	coll	alkalmas
400	4	3/4	8	1					Ö
450	4	3/4	9	1					KW
500	4	3/4	10	1 1/4					Ö
600	4	3/4	8	1	12	1 1/4			Ö, KW, KL
800	4	3/4	8	1	16	1 1/2			Ö
850	4	3/4	17	1 1/4					KW, KL
1000	4	3/4	8	1	20	2			Ö
1100	4	3/4	8	1	22	2			KW, KL
1250	4	3/4	8	1	12	1 1/4	25	2	Ö
1350	4	3/4	8	1	12	1 1/4	27	2	KW, KL
1600	4	3/4	8	1	16	1 1/2	32	2	Ö
1750	4	3/4	8	1	35	2			KL
1850	4	3/4	37	2					KW, KL
2000	4	3/4	8	1	8	1	40	2	Ö
2100	4	3/4	8	1	8	1	42	2	KW

Ö — önálló hőcserélőként,

KW — Weiss klímába,

KL — KL lemezklímába,

ahol N — a párhuzamosan kapcsolt csövek száma,

coll — a fűtőközeg csonkmérete

6. táblázat

## A hatsoros kaloriferek csőkapcsolásai és csonkjai

b	N	coll	N	coll	N	coll	N	coll	N	coll	N	coll	alkalmas
400	6	1	8	1	12	1 1/4							Ö KW
450	6	1	9	1	12	1 1/4							Ö
500	6	1	10	1 1/4									Ö, KW, KL
600	6	1	12	1 1/4	18	1 1/4							Ö
800	6	1	12	1 1/4	16	1 1/2							KW, KL
850	6	1	12	1 1/4	17	1 1/2	17	1 1/2	24	2			Ö
1000	6	1	12	1 1/4	20	1 1/2							KW, KL
1100	6	1	12	1 1/4	22	2	30	2					Ö
1250	6	1	12	1 1/4	18	1 1/2	25	2					KW, KL
1350	6	1	18	1 1/2	27	2	36	2					Ö
1600	6	1	12	1 1/4	24	2	32	2					KL
1750	6	1	12	1 1/4	35	2							KW, KL
1850	6	1	12	1 1/4	18	1 1/2	37	2					Ö
2000	6	1	12	1 1/4	30	2	40	2					KW
2100	6	1	12	1 1/4	24	2	30	2	42	2	60	2	

Ö — Önálló hőcserélőként,

KW — Weiss klímába,

KL — KL lemezklímába,

ahol N — a párhuzamosan kapcsolt csövek száma,

coll — a fűtőközeg csonkmérete

7. táblázat

## A gőzüzemű kaloriferek csonkjai

b	gőzcsonk (coll/mm)	kondenz (coll/mm)	alkalmas
400			Ö KW
450			Ö
500	5/4/32	1/25	Ö, KW, KL
600			Ö
800			KW, KL
850			
1000			Ö
1100	2/50	1/25	KW, KL
1250			Ö
1350			KW, KL
1600			Ö
1750			KL
1850	2 1/2/25	1/25	KW, KL
2000			Ö
2100			KW

Csak egysoros gőzkalorifer készül, többsoros ezekből a helyszínen állítható össze.





a 8. táblázat folytatása

2. SOROZ RAKHUTO

BORDAOSTAS= 3,2[mm]
T1(viz/bel).....[fok.C]= 6,00
Beljeo nevesseg...[l/s]= 60,00

Table with columns: MW, Tiki, G, FI, MW=2,5m/s, Tiki, G, FI, MW=3m/s, Tiki, G, FI, MW=5m/s, Tiki, G, FI. Rows contain numerical data for various flow rates and temperatures.

2. SOROZ RAKHUTO

BORDAOSTAS= 3,2[mm]
T1(viz/bel).....[fok.C]= 6,00
Beljeo nevesseg...[l/s]= 60,00

Table with columns: MW, Tiki, G, FI, MW=2,5m/s, Tiki, G, FI, MW=3m/s, Tiki, G, FI, MW=5m/s, Tiki, G, FI. Rows contain numerical data for various flow rates and temperatures.

2. SOROZ RAKHUTO

BORDAOSTAS= 3,2[mm]
T1(viz/bel).....[fok.C]= 6,00
Beljeo nevesseg...[l/s]= 60,00

Table with columns: MW, Tiki, G, FI, MW=2,5m/s, Tiki, G, FI, MW=3m/s, Tiki, G, FI, MW=5m/s, Tiki, G, FI. Rows contain numerical data for various flow rates and temperatures.

a 8. táblázat folytatása

2. SZOROS RAKHOTO

Table with columns: MW, DTW, Tiber=20,00, Tiki, G, FI, ML=2m/s, Tiber=24,00, Tiki, G, FI, ML=2,5m/s, Tiber=28,00, Tiki, G, FI, ML=3m/s, Tiber=32,00, Tiki, G, FI. Rows contain numerical data for various conditions.

2. SZOROS RAKHOTO

Table with columns: MW, DTW, Tiber=20,00, Tiki, G, FI, ML=2m/s, Tiber=24,00, Tiki, G, FI, ML=2,5m/s, Tiber=28,00, Tiki, G, FI, ML=3m/s, Tiber=32,00, Tiki, G, FI. Rows contain numerical data for various conditions.

2. SZOROS RAKHOTO

Table with columns: MW, DTW, Tiber=20,00, Tiki, G, FI, ML=2m/s, Tiber=24,00, Tiki, G, FI, ML=2,5m/s, Tiber=28,00, Tiki, G, FI, ML=3m/s, Tiber=32,00, Tiki, G, FI. Rows contain numerical data for various conditions.

2. SZOROS RAKHOTO

Table with columns: MW, DTW, Tiber=20,00, Tiki, G, FI, ML=2m/s, Tiber=24,00, Tiki, G, FI, ML=2,5m/s, Tiber=28,00, Tiki, G, FI, ML=3m/s, Tiber=32,00, Tiki, G, FI. Rows contain numerical data for various conditions.



BIRDADISTAS: 3,2[mm]
BIR: (V12/Re).....(fok):= 6,00
MW DTW: .....(L):= 40,00

4. SOROZAT
RAKHUTO

BIRDADISTAS: 3,2[mm]
BIR: (V12/Re).....(fok):= 6,00
MW DTW: .....(L):= 60,00

4. SOROZAT
RAKHUTO

BIRDADISTAS: 3,2[mm]
BIR: (V12/Re).....(fok):= 6,00
MW DTW: .....(L):= 80,00

4. SOROZAT
RAKHUTO

Table with columns for MW, DTW, Tibe=20,00, Tibe=24,00, Tibe=28,00, Tibe=32,00, Tiki G, F1, Tiki G, F1, Tiki G, F1, Tiki G, F1, Tiki G, F1, Tiki G, F1, Tiki G, F1, Tiki G, F1. The table contains multiple columns of numerical data representing flow, pressure, and other parameters for different flow rates (20, 24, 28, 32 L/s) across various flow velocities.



a. táblázat folytatása

SAKUDT

Table with columns: MW, DTU, Tibe=20.00, Tiki, G, Fi, ML=2.5m/s, Tibe=24.00, Tiki, G, Fi, ML=3m/s, Tibe=32.00, Tiki, G, Fi, ML=2.5m/s. Rows include data for various MW values (0.5 to 2.5) and DTU values (4.0, 60.0).

SAKUDT

Table with columns: MW, DTU, Tibe=20.00, Tiki, G, Fi, ML=2.5m/s, Tibe=24.00, Tiki, G, Fi, ML=3m/s, Tibe=32.00, Tiki, G, Fi, ML=2.5m/s. Rows include data for various MW values (0.5 to 2.5) and DTU values (4.0, 60.0).

SAKUDT

Table with columns: MW, DTU, Tibe=20.00, Tiki, G, Fi, ML=2.5m/s, Tibe=24.00, Tiki, G, Fi, ML=3m/s, Tibe=32.00, Tiki, G, Fi, ML=2.5m/s. Rows include data for various MW values (0.5 to 2.5) and DTU values (4.0, 60.0).

SAKUDT

Table with columns: MW, DTU, Tibe=20.00, Tiki, G, Fi, ML=2.5m/s, Tibe=24.00, Tiki, G, Fi, ML=3m/s, Tibe=32.00, Tiki, G, Fi, ML=2.5m/s. Rows include data for various MW values (0.5 to 2.5) and DTU values (4.0, 60.0).

SAKUDT

Table with columns: MW, DTU, Tibe=20.00, Tiki, G, Fi, ML=2.5m/s, Tibe=24.00, Tiki, G, Fi, ML=3m/s, Tibe=32.00, Tiki, G, Fi, ML=2.5m/s. Rows include data for various MW values (0.5 to 2.5) and DTU values (4.0, 60.0).

SAKUDT

Table with columns: MW, DTU, Tibe=20.00, Tiki, G, Fi, ML=2.5m/s, Tibe=24.00, Tiki, G, Fi, ML=3m/s, Tibe=32.00, Tiki, G, Fi, ML=2.5m/s. Rows include data for various MW values (0.5 to 2.5) and DTU values (4.0, 60.0).

a 8. táblázat folytatása

4. SOROS RAKHUTO

BRUGAZIATAS= 3,2(tem)
T(IV)/7(bel).....f(ok)= 6,00
Belepo nedvesseg.....(%)= 80,00

Table with columns: MW, DTW, Tibe=20,00, Tibe=24,00, Tibe=28,00, Tibe=32,00, Tibe=36,00, Tibe=40,00, Tibe=44,00, Tibe=48,00, Tibe=52,00, Tibe=56,00, Tibe=60,00, Tibe=64,00, Tibe=68,00, Tibe=72,00, Tibe=76,00, Tibe=80,00, Tibe=84,00, Tibe=88,00, Tibe=92,00, Tibe=96,00, Tibe=100,00. Rows contain numerical data for various parameters.

4. SOROS RAKHUTO

BRUGAZIATAS= 3,2(tem)
T(IV)/7(bel).....f(ok)= 6,00
Belepo nedvesseg.....(%)= 60,00

Table with columns: MW, DTW, Tibe=20,00, Tibe=24,00, Tibe=28,00, Tibe=32,00, Tibe=36,00, Tibe=40,00, Tibe=44,00, Tibe=48,00, Tibe=52,00, Tibe=56,00, Tibe=60,00, Tibe=64,00, Tibe=68,00, Tibe=72,00, Tibe=76,00, Tibe=80,00, Tibe=84,00, Tibe=88,00, Tibe=92,00, Tibe=96,00, Tibe=100,00. Rows contain numerical data for various parameters.

4. SOROS RAKHUTO

BRUGAZIATAS= 3,2(tem)
T(IV)/7(bel).....f(ok)= 6,00
Belepo nedvesseg.....(%)= 40,00

Table with columns: MW, DTW, Tibe=20,00, Tibe=24,00, Tibe=28,00, Tibe=32,00, Tibe=36,00, Tibe=40,00, Tibe=44,00, Tibe=48,00, Tibe=52,00, Tibe=56,00, Tibe=60,00, Tibe=64,00, Tibe=68,00, Tibe=72,00, Tibe=76,00, Tibe=80,00, Tibe=84,00, Tibe=88,00, Tibe=92,00, Tibe=96,00, Tibe=100,00. Rows contain numerical data for various parameters.

a 8. táblázat folytatása

6. SOROS RAKHUTO

BORDAOSZTAS: 3,2(mm) TI (v1z/bs):.....(fok.C)= 8,00

Belepo nedvesség.....(z)= 80,00

WV DTW Tiki G FI

Time=20,00 Tiki G FI

Time=24,00 Tiki G FI

Time=28,00 Tiki G FI

Time=32,00 Tiki G FI

6. SOROS RAKHUTO

BORDAOSZTAS: 3,2(mm) TI (v1z/bs):.....(fok.C)= 8,00

Belepo nedvesség.....(z)= 60,00

WV DTW Tiki G FI

Time=20,00 Tiki G FI

Time=24,00 Tiki G FI

Time=28,00 Tiki G FI

Time=32,00 Tiki G FI

6. SOROS RAKHUTO

BORDAOSZTAS: 3,2(mm) TI (v1z/bs):.....(fok.C)= 8,00

Belepo nedvesség.....(z)= 40,00

WV DTW Tiki G FI

Time=20,00 Tiki G FI

Time=24,00 Tiki G FI

Time=28,00 Tiki G FI

Time=32,00 Tiki G FI

6. SOROS RAKHUTO

BORDAOSZTAS: 3,2(mm) TI (v1z/bs):.....(fok.C)= 8,00

Belepo nedvesség.....(z)= 80,00

WV DTW Tiki G FI

Time=20,00 Tiki G FI

Time=24,00 Tiki G FI

Time=28,00 Tiki G FI

Time=32,00 Tiki G FI

6. SOROS RAKHUTO

BORDAOSZTAS: 3,2(mm) TI (v1z/bs):.....(fok.C)= 8,00

Belepo nedvesség.....(z)= 80,00

WV DTW Tiki G FI

Time=20,00 Tiki G FI

Time=24,00 Tiki G FI

Time=28,00 Tiki G FI

Time=32,00 Tiki G FI

6. SOROS RAKHUTO

BORDAOSZTAS: 3,2(mm) TI (v1z/bs):.....(fok.C)= 8,00

Belepo nedvesség.....(z)= 60,00

WV DTW Tiki G FI

Time=20,00 Tiki G FI

Time=24,00 Tiki G FI

Time=28,00 Tiki G FI

Time=32,00 Tiki G FI

6. SOROS RAKHUTO

BORDAOSZTAS: 3,2(mm) TI (v1z/bs):.....(fok.C)= 8,00

Belepo nedvesség.....(z)= 40,00

WV DTW Tiki G FI

Time=20,00 Tiki G FI

Time=24,00 Tiki G FI

Time=28,00 Tiki G FI

Time=32,00 Tiki G FI

Table with 11 columns: WV, DTW, Tiki, G, FI for five different conditions. Each condition has 5 rows for time intervals 20, 24, 28, and 32. Values include Tiki (e.g., 12.83, 13.02, 13.33), G (e.g., 21.4, 21.6, 21.9), and FI (e.g., 63.7, 64.2, 65.2).



## Méretezés

### Jelölések:

$V$ ( $m^3/s$ ), ( $m^3/h$ )	— a levegő térfogatárama,
$T_1$ ( $^{\circ}C$ )	— a víz belépő hőmérséklete,
$T_2$ ( $^{\circ}C$ )	— a víz kilépő hőmérséklete,
$T_3$ ( $^{\circ}C$ )	— a levegő belépő hőmérséklete,
$T_4$ ( $^{\circ}C$ )	— a levegő kilépő hőmérséklete,
$t_{vk}$ ( $^{\circ}C$ )	— közepes vízhőmérséklet,
$p_g$ (bar)	— a gőz nyomása,
$T_g$ ( $^{\circ}C$ )	— a gőz hőmérséklete,
$w_{v\acute{v}z}$ (m/s)	— a vízsebesség a csőben,
$\rho_{v\acute{v}z}$ ( $kg/m^3$ )	— a víz sűrűsége,
$w_{lev.}$ (m/s)	— a kalorifer homlok-keresztmetszetre számított légsebesség,
$G_{v\acute{v}z}$ (kg/h)	— a víz tömegárama,
$G_{lev.}$ (kg/h)	— a levegő tömegárama,
$c_{v\acute{v}z}$ (kJ/kg, fok)	— a víz fajhője,
$c_{lev.}$ (kJ/kg, fok)	— a levegő fajhője,
$x_1$ (gr/kg)	— a levegő abszolút nedvességtartalma,
$\phi$ (%)	— a levegő relatív nedvességtartalma,

Bosnjakovic  $\Phi =$

=  $\frac{\text{a kisebb vízértékű közeg felmelegedése}}{\text{belépő hőmérséklet-különbség}}$

$x$ (—)	— segédtegyező a méretezéshez,
$\Delta p_{v\acute{v}z}$ (kPa)	— a vízdoldali ellenállás,
$\Delta p_{lev.}$ (Pa)	— a légoldali ellenállás,
$a$ (m), (mm)	— a csőhossz,
$b$ (m), (mm)	— az osztó-gyűjtő irányú lamella-méret,
$z$	— a csősorszám,
$n$	— a párhuzamosan kötött csövek száma,
$S$ (mm)	— a bordaosztás,
*	— az elvárt paraméterek jelzése, hőátviteli tényező · fűtőfelület
$kF/(G_{lev.}, G_{v\acute{v}z.})$	— $\frac{1}{G_1 \cdot c_1}$

ahol: az 1 index a kisebb vízértékű közeget jelenti (legtöbbször a levegő).

### A méretezés elvi menete

A hűtő- és fűtőtestek méretezése azonos elvek alapján azonos módszerrel történik: segédértékek kiszámítása után diagramokból. Ettől csak a nedveshőcserés hűtőtestek méretezése tér el.

A fűtőtestek és a száraz hűtőtestek méretezéséhez a következő adatok szükségesek:

$T_1, T_2^*$	— a víz belépő és elvárt kilépő hőmérséklete,
$T_g$	— a gőz hőmérséklete,
$T_3, T_4^*$	— a levegő belépő és (elvárt) kilépő hőmérséklete,
$V$	— a levegő térfogatárama,

$a, b$	— a kalorifer fő méretei
$z$	— a kalorifer csősorszám,
$n$	— a kalorifer párhuzamosan kötött csöveinek száma.

- Kiszámítjuk a hőteljesítmény elvárt értékét:  
 $Q = V \cdot c_{lev.} \cdot \rho_{lev.} \cdot \Delta T$  (kW).
- Kiszámítjuk a víz tömegáramát:  
 $G_{v\acute{v}z} = Q / (c_{v\acute{v}z} \cdot \Delta T)$ .
- Kiszámítandó a víz közepes hőmérséklete:  
 $t_{vk} = (T_1 + T_2^*)/2$ .
- A 2. ábrából az előző adatok birtokában leolvasható az  $x$  segédérték.
- Kiszámítandó légsebesség:  
 $w_{lev.} = V / (3600 \cdot a \cdot b)$ , (m/s).
- A 3-4. ábrából leolvashatók a Bosnjakovic-féle  $\phi$ , illetve a  $\Delta p_{lev.}$  értékei.
- A Bosnjakovic-féle  $\phi$  értékét természetesen a vízértékáramok arányában korrigálni kell. Ehhez meg kell határozni a levegő és a víz vízértékáram-arányát =  $G_{lev.} \cdot c_{lev.} / (G_{v\acute{v}z} \cdot c_{v\acute{v}z})$ , majd ennek birtokában a 6. ábrából a  $k_{\phi}$  korrekciós tényezőt. Előzetes számítás esetén, az üzemmódnak megfelelő értékkel vegyük figyelembe a  $kF/(G_1 \cdot c_1)$  értékét. Ha nem előzetes számítás végzünk, a pontosabb számítás kedvéért a 6. ábrán feltüntetett képlet segítségével meghatározzuk a  $kF/(G_1 \cdot c_1)$  értékét is. Ily módon a  $k_{\phi}$  pontosabb értéke adódik.
- A Bosnjakovic-féle  $\phi$  értéke ennek alapján:  
 $f = (3-4. \text{ ábrából leolvasott } \phi) \cdot k_{\phi}$ .
- A  $T_4$  kilépő léghőmérséklet a Bosnjakovic-féle  $\phi$  alapértelmezése alapján már könnyen számítható.
- A vízdoldali ellenállás kiszámítása a következő képlet segítségével:  
$$\Delta P_{v\acute{v}z} = 256 \frac{a \cdot b \cdot z}{N} \left( \frac{G_{v\acute{v}z}}{N} \right)^2, \text{ (kPa)}$$

ahol:  
 $a$  — (m),  
 $b$  — (mm),  
 $G_{v\acute{v}z}$  — ( $m^3/h$ ).
- Gőzfűtésű kalorifer méretezésére az 5. ábrán lévő diagram szolgál, amelyből a pontos Bosnjakovic-féle  $\phi$  értéke meghatározható. Módosításra nincs szükség.
- Ha a hűtőtestek méretezésénél a levegő belépő relatív nedvességtartalma 30-40%-nál nagyobb, a nedves levegő entalpiájával kell számolni. Ebben az esetben a diagramok helyett a méretezés a táblázatok segítségével végezhető. A táblázatok könnyen kezelhetők, alkalmazásuk különösebb magyarázatot nem igényel. Amennyiben a keresett adat a táblázatokban nem található, akkor azt interpoláció segítségével kell meghatározni. Ha még ennél is pontosabb méretezés szükséges, akkor a FÜTŐBER IBM XT/AT-re készített számítógépes programok használhatóak.

tók. A programok a FÜTŐBER-től megvásárolhatók, de megrendelhető a számítás elvégzése is.

### Példák

#### Méretezés vízfűtésre

##### Adott

- $V = 10000 \text{ m}^3/\text{h}$ ,
- $a = 1000 \text{ mm}$ ,  $b = 1000 \text{ mm}$ ,
- $S = 3,2 \text{ mm}$
- a víz belépő hőmérséklete,  $T1_* = 90 \text{ }^\circ\text{C}$ ,
- az elvárt kilépő hőmérséklet  $T2_* = 70 \text{ }^\circ\text{C}$ ,
- a levegő belépő hőmérséklete,  $T3_* = -15 \text{ }^\circ\text{C}$ ,
- az elvárt kilépő hőmérséklet  $T4 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ .

##### Az előzetesen felvett adatok:

- a párhuzamosan kapcsolt csövek száma,  $N = 20$
- a csősorszám = 2.

##### Az eljárás lépései:

1.  $G_{\text{víz}} = 10000 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 30 / (20 \cdot 4,1868) = 4657 \text{ kg/h}$ .
2.  $w_{\text{víz}} = 4657 / (478 \cdot 20) = 0,4895 \text{ m/s} > 0,3 \text{ m/s}$ , megfelelő.
3. A 2. ábrából  $t_{\text{vk}} = 80 \text{ }^\circ\text{C}$  esetén:  $X = 140$ .
4.  $w_{\text{lev}} = 10000 / (3600 \cdot 1 \cdot 1) = 2,78 \text{ m/s}$ .
5. Ezen adatok birtokában a 3. ábrából: Bosnjakovic  $\phi = 0,31$ ;  $\Delta p_{\text{lev}} = 28 \text{ Pa}$ .
6. A Bosnjakovic  $\phi$  korrekciója a 6. ábra alapján (előzetes számításra):  
 $G_{\text{lev}} C_{\text{lev}} / (G_{\text{víz}} C_{\text{víz}} = 10000 \cdot 1,3 \cdot 1 / (4657 \cdot 4,1868) = 0,667$ .  
 Alapulvétel:  $k_{\phi} = 0,91$ .  
 Tehát Bosnjakovic  $\phi = 0,31 \cdot 0,91 = 0,2831$ .  
 Az alapértelmezés szerint a levegő kilépő hőmérséklete,  $T4 = 0,2821 \cdot 105 - 15 = 14,6 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  
 $T4 \approx 15 \text{ }^\circ\text{C}$ , tehát a választott hőcserélő megfelelő, típusjele: RAK-3.2-2-20-1-1000/Ö/A.

#### Méretezés száraz hűtésre

##### Adott:

- $V = 10000 \text{ m}^3/\text{h}$ ,
- $a = 1000 \text{ mm}$ ,  $b = 1000 \text{ mm}$ ,
- $S = 3,2 \text{ mm}$ ,
- a víz belépő hőmérséklete,  $T1_* = 6 \text{ }^\circ\text{C}$ ,
- az elvárt kilépő hőmérséklet,  $T2 = 12 \text{ }^\circ\text{C}$ ,
- a levegő belépő hőmérséklete,  $T3 = 32 \text{ }^\circ\text{C}$ ,
- az elvárt kilépő hőmérséklet,  $T4^* = 22 \text{ }^\circ\text{C}$ .

##### Az előzetesen felvett adatok:

- a párhuzamosan kötött csövek száma,  $N = 8$ ,
- a csősorszám = 4.

##### Az eljárás lépései:

1.  $G_{\text{víz}} = 10000 \cdot 1 \cdot 1,2 (32-22) / (4,1868 \cdot 6) = 4777 \text{ kg/h}$ .
2.  $w_{\text{víz}} = 4777 / (478 \cdot 8) = 1,2492 \text{ m/s} > 0,6 \text{ m/s}$ , megfelelő.
3.  $t_{\text{vk}} = 9 \text{ }^\circ\text{C}$  esetén  $X = 205$ .
4.  $w_{\text{lev}} = 10000 / (3600 \cdot 1 \cdot 1) = 2,78 \text{ m/s}$ .

#### 5. Ezen adatokkal a 3. ábrából:

Bosnjakovic-féle  $\phi = 0,67$ ;  $\Delta p_{\text{lev}} = 28 \text{ Pa}$ .  
 $\phi$  korrekciója előméretezéshez ( $kF / (G_1 C_1 = 0,75)$ )  
 $G_{\text{lev}} \cdot C_{\text{lev}} / (G_{\text{víz}} \cdot C_{\text{víz}} = 10000 \cdot 1,2 \cdot 1 / (4777 \cdot 4,1868) = 0,6$

Alapulvétel a 6. ábrából:  $k_{\phi} = 0,86$ , amivel Bosnjakovic-féle  $\phi = 0,67 \cdot 0,86 = 0,5762$ .

Az alapértelmezés szerint a levegő kilépő hőmérséklete:  $T4 = 32 - 0,5762 \cdot 26 = 17,02 \text{ }^\circ\text{C} < T4 = 22 \text{ }^\circ\text{C}$ , tehát a választott hőcserélő megfelelő, típusjele: RAK-3.2-4-08-1000-1000/Ö/A.

#### Méretezés gőzfűtésre

##### Adott:

- $V = 10000 \text{ m}^3/\text{h}$ ,
- $p_g = 0,05 \text{ bar}$  túlnyomás ( $T_{\text{gőz}} = 105 \text{ }^\circ\text{C}$ ),
- a levegő belépő hőmérséklete,  $T3_* = -15 \text{ }^\circ\text{C}$ ,
- az elvárt kilépő hőmérséklete,  $T4 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ,
- $a = 1000 \text{ mm}$ ,  $b = 1000 \text{ mm}$ ,
- $S = 3,2 \text{ mm}$ .

##### Az előzetesen felvett adatok:

- csősorszám = 2 db egysorosból összerakva (gőzkalorifer csak egysoros készül).

##### Az eljárás lépései:

1.  $w_{\text{lev}} = 10000 / (3600 \cdot 1 \cdot 1) = 1,78 \text{ m/s}$ .
2. Az 5. ábrából Bosnjakovic-féle  $\phi = 0,34$ ;  
 $\Delta p_{\text{lev}} = 28 \text{ Pa}$ .
3. Az alapértelmezés szerint a kilépő léghőmérséklet:  $T4 = 0,34 (105 + 15) - 15 = 25,8 \text{ }^\circ\text{C} > T4 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ , tehát a választott hőcserélő megfelelő. A választott hőcserélő típusjele, mivel gőzfűtésre csak egysoros kalorifer készül: RAK-3.2-1-00-1000-1000/Ö/G, 2 db.

#### Méretezés nedves hőcsere figyelembevételével

##### Adott:

- $V = 9000 \text{ m}^3/\text{h}$ ,
- $a = 1000 \text{ mm}$ ,
- $b = 1000 \text{ mm}$ ,
- $N = 20$ ,
- $S = 3,2 \text{ mm}$ ,
- $Z = 4 \text{ sor}$ ,
- $T1_* = 6 \text{ }^\circ\text{C}$ ,
- $T2 = 12 \text{ }^\circ\text{C}$ ,
- $T3_* = 32 \text{ }^\circ\text{C}$ ,
- $T4 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ ,
- $\phi_{\text{be}} = 60\%$ .

##### Az eljárás lépései:

1.  $w_{\text{lev}} = 9000 / (3600 \cdot 1 \cdot 1) = 2,50 \text{ m/s}$ .
2. Az  $i-x$  diagram felhasználásával a 7. ábra szerinti közepes felületi hőmérséklet meghatározása alapján meghatározható a levegő várható állapotváltozása, illetve a hűtési teljesítmény.

Esetünkben ez:  $Q = 9000 \cdot 1,16 (79-43) / 3600 = 104,4 \text{ kW}$ .

- Ebből a hűtő vízáram:  
 $G_{\text{víz}} = 104,4 \cdot 860 / 6 = 14964 \text{ kg/h}$ .
- Így a vízsebesség egy csőben, 20 csövet kapcsolva párhuzamosan:  $w_{\text{víz}} = 14964 / (478 \cdot 20) = 1,565 \text{ m/s}$ , megfelelő.
- A táblázatok közül az erre vonatkozó alapján:  
 $Z = 4$ ,  $w_{\text{víz}} = 1,565 \text{ m/s}$ ,  $w_{\text{lev}} = 2,5 \text{ m/s}$ ,  
 $T_2 - T_1 = 6 \text{ °C}$ ,  $\phi = 60\%$  alapulvételével nyilvánvalóan interpolálni kell.

A számítás  $w_{\text{lev}} = 2,5 \text{ m/s}$  esetére a következő összeállításból olvasható ki:

	T4	Q kW/m <sup>2</sup>	$\phi_{\text{xi}}$
$w_{\text{víz}} = 1,5 \text{ m/s}$	12,56	125,7	100
$w_{\text{víz}} = 1,565 \text{ m/s}$	12,5	126,1	100
$w_{\text{víz}} = 2 \text{ m/s}$	12,21	128,3	100

ahol:

- $w_{\text{lev}}$  — 2,5 m/s,
- T4 — 12,5 °C,
- Q — 126,1 kW/m<sup>2</sup>,
- $\phi_{\text{ki}}$  — 100%.

A vízsebesség helyes megállapítása érdekében a kapott adatokkal a számítást szükség szerint meg kell ismételni.

A választott hőcserélő típusjele: RAK-3.2-4-20-1000-1000/Ö/A.

## Üzembe helyezés, üzemeltetés, karbantartás

### Víz fűtő- vagy hűtőközeggel működő kaloriferek

A kaloriferek beemelésére a keretlemezén lévő emelőfülek szolgálnak; a csatlakozó csonkoknál fogva nem szabad emelni.

A feszültségmentes csőcsatlakozások kialakítására ügyelni kell.

A kalorifer elé, az előremenő csonknál célszerű szűrőt beépíteni. Fagyveszély esetén a kalorifert víztelepíteni kell; légtelenítésre, ürítésre is a csatlakozó csonkok szolgálnak.

### Gőzüzemű kaloriferek

Ha fagyponthoz alatti levegő éri a kalorifert, az üzeme fagyveszélyes lesz.

A gőz ki-bekapcsolással szabályozott kalorifernél a fagyveszély kikapcsolásakor áll elő. Ekkor a bennmaradó gőz kondenzálódva igen jelentős vákuumot hoz létre, ami kondenzvizet szívhat vissza a kondenzrendszerből és nem engedi elfolyni a kondenzátumot. A visszaszívott, illetve elfolyni nem tudó kondenzvíz megfagyva tönkretelheti a készüléket.

Ha a kalorifer gőz alatt van, de a ventilátor motorját szakaszosan leállítják, nem áll elő fagyveszély, még közvetlen külső falsík melletti elhelyezés esetén sem.

A töltésszabályozással üzemelő készülékeknek a kalorifernek csak egy része van gőz alatt, a többi részben a közepes hőmérsékletnek megfelelő gőz, levegő és kondenz van. Ahogy a kondenzvíz végigfolyik a csövön, elegendően hideg csőfal esetén odafagyhat; a ráfagyás miatt a cső melegítése leáll, és a cső teljesen elfagy. Az elfagyás veszélye természetesen akkor nagyobb, ha a beszívott levegő fagyponthoz alatti, és a gép kis töltéssel jár. A túlméretezés tehát ebben az esetben nem kívánatos.

Amikor a töltés kicsi, a beszívott külső levegő már 0 °C is lehet. A tendenciák tehát egymással ellentétesek. Van azonban egy határtöltés, ami alatt a fagyveszély fennáll. E határtöltés természetesen az induló gőzhőmérséklettől is függ.

Némely gyártó egy, a töltési fok és gőzhőmérsékleti diagramban a fagyveszélyes mezőt egy határtöltést megadó vonallal határolja.

A NORDISK hasonló kaloriferének adatait felhasználva, közelítő diagramok láthatók a *8. ábrán* az elfagyási veszély és a töltési állapot feltüntetésével. A diagramok szerint a függőleges légáramlású kaloriferek kevésbé fagyveszélyesek.

Az előbbieken alapján a FÜTŐBER javasolja, hogy ha töltésszabályozás kívánatos és a fagyveszély lehetősége elvben fennáll, meg kell vizsgálni a tervezéskor, hogy a fagyhatárt jelentő levegő beáramlása esetén a kritikus töltés feletti vagy alatti-e a helyzet. Fagyzónába kerülés esetén töltésszabályozás helyett gőz vagy ventilátormotor ki-bekapcsolásos szabályozást, zsalus megkerülő vezetékkel, a levegő előkeverését kell megtervezni és kivitelezni.

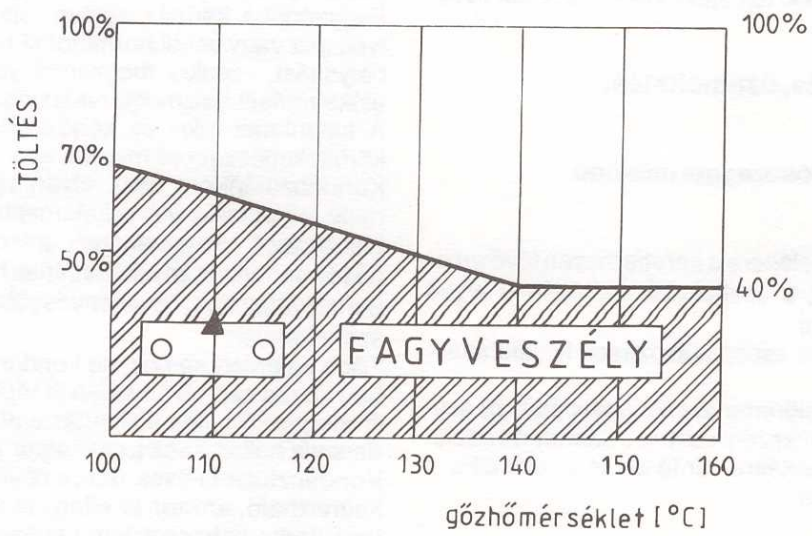
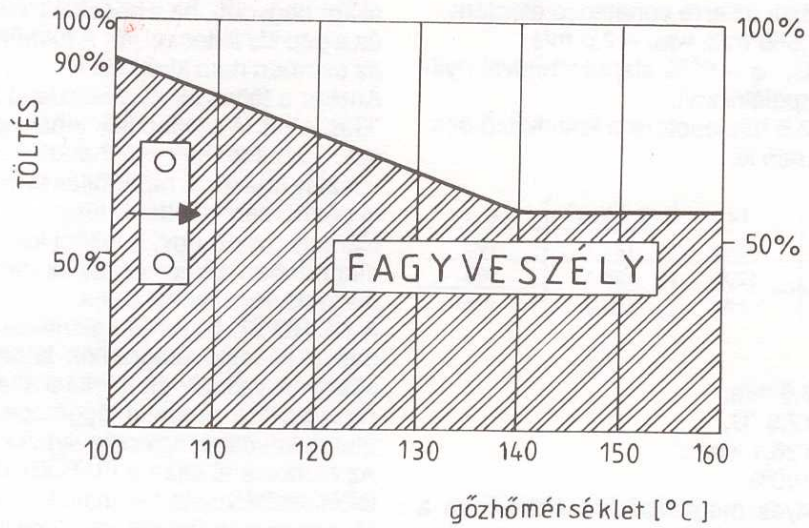
A kaloriferek gőz- és kondenzcsatlakozásait kellő körültekintéssel kell megtervezni és kivitelezni. Kondenzürítőként csak olyan típus alkalmazható, mely folyamatos elárasztásmentes kondenzelvezetést biztosít. Alkalmatlanok a termikus elven működő (a kondenzátum túlűtésének hatására nyitó) kondenzelvezetők: legelőnyösebbek az úszógolyós szerelvények.

Több kalorifert se gőz, se kondenzoldalon nem szabad közös szerelvényeken át táplálni vagy üríteni. A megfelelő lejtés kialakításával elkerülhető a kondenzvíz hullámozása („csattogás”) a csövekben. Kondenzátumelvezésű ürítés csak olyan esetben alkalmazható, amikor az elfagyás lehetősége kizárt (a kaloriferbe sohasem kerül nullponthoz alatti levegő, pl. recirkulációs üzem).

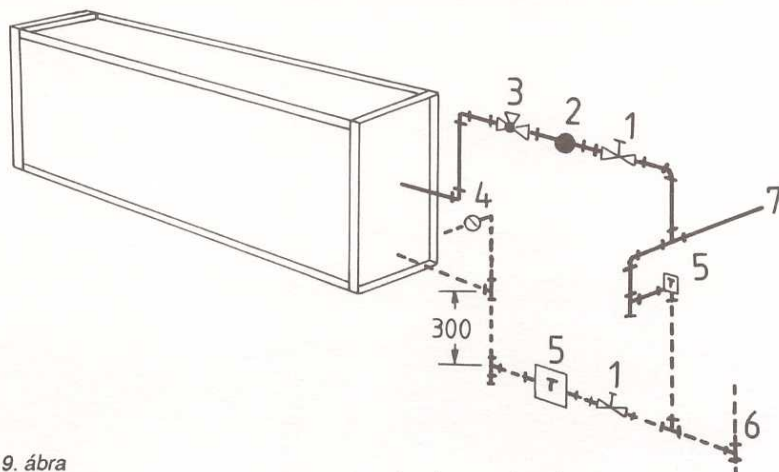
A kondenzedényt mindig olyan mélyen kell elhelyezni, hogy az esés a kondenzedény átfolyási ellenállását legyőzhesse.

A légtelenítő, légbeszívó hiánya a leállást követő, vagy a töltésszabályozásos üzem közben a vákuumképződés miatt állandó fagyveszélyt jelent.

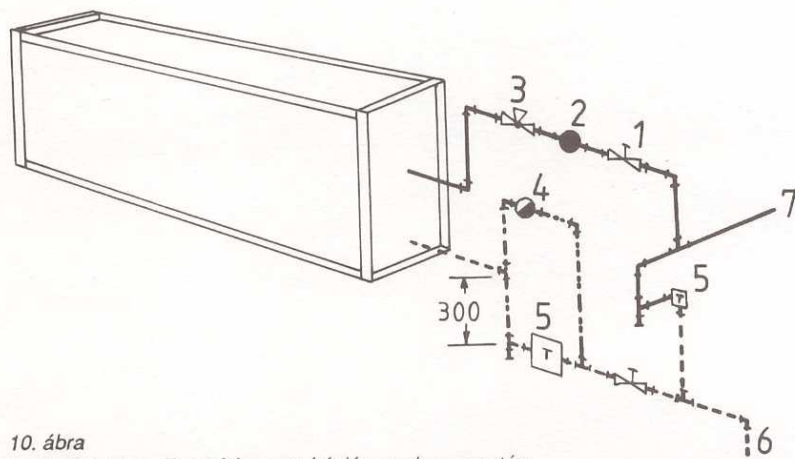
Ha a kalorifer száraz ürítését kellő biztonsággal szükséges megvalósítani, még egy második biztonsági edényt is be lehet építeni. Előnyös, ha a gőzoldalon szárazon tartani kívánt csőszakaszba próbacsapot is szerelnek.



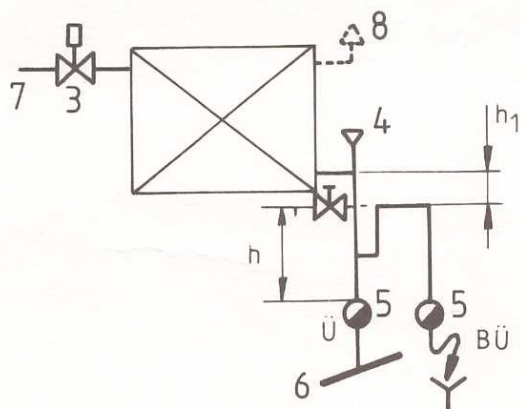
8. ábra  
Fagyveszély bemutatása gőzfűtés esetén



9. ábra  
A gőzfűtési kalorifer üritése (túlnyomásos kondenzrendszer)  
1 – gőz-, illetve kondenzfőelzáró, 2 – cseppleválasztó, 3 – szabályzó szelep, 4 – biztonsági kondenzürítő, 5 – üzemi kondenzürítő, 6 – kondenzvezeték



10. ábra  
A gőzfűtési kalorifer üritése gravitációs rendszer esetén  
1 – gőz-, illetve kondenzfőelzáró, 2 – cseppleválasztó, 3 – szabályzó szelep, 4 – biztonsági kondenzürítő, 5 – üzemi kondenzürítő, 6 – kondenzvezeték



11. ábra  
A biztonsági ürités értelmezése  
3 – szabályzó szelep, 4 – légtelenítő, 5 – kondenzürítő, 6 – kondenzvezeték, 7 – gőzvezeték

Kalorifereket nem szabad sorosan kapcsolni; a beavatkozó szerelvények előtti csőszakaszt külön kell üríteni.  
Beépítési, üritési példák a 9–11. ábrán láthatók.

**A VÁLTOZTATÁS JOGÁT  
FENNTARTJUK!**

