

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

Danfoss plaatsoojusvahetid

10%

Parem soojusülekanne,
kasutades meie
patenteeritud Micro Plate™
tehnoloogiat

Marko Moring
marko.moring@danfoss.ee



Teemad

- Soojusvahetite tööpõhimõte, tehnoloogiad ja tüübid
- Soojusülekanne põhivõrrandid
- Soojusvaheti ülepind
- Soojusvahetite arvutusprogramm Hexselector tutvustus ja näited
<https://hexselector.com>

Milleks plaatsoojusvahetid?

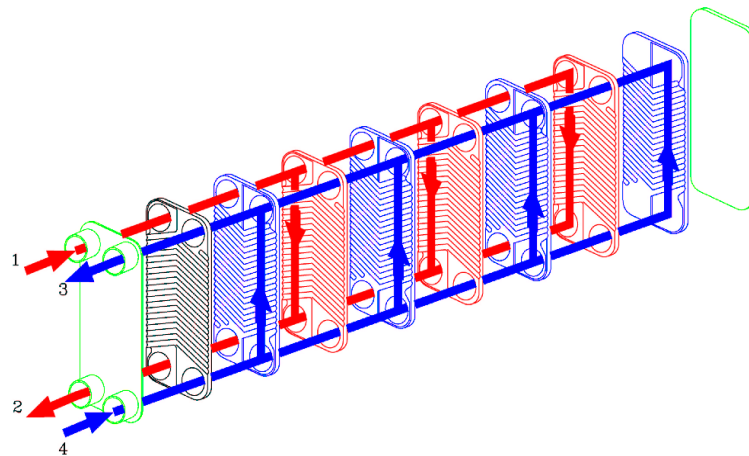
- Soojusvaheti ülesanne on kanda soojust primaarpoolelt soojusvahetusplaatide abil üle sekundaarpoolle, vältides soojuskandjate omavahelise segunemise.
- Soojusvaheti valik on määratud soovitava soojusvõimsuse, nõutud temperatuuride ja lubatavate rõhukadudega.



Plaatsoojusvahetite tööpõhimõte

1-astmeline – paralleelsed voolukanalid

- Soojusvahetid on valmistatud vormipressitud ja kokkujoodetud soojusvahetusplaatidest, mille vahel paiknevad voolukanalid.
- Tugev turbulentsus ja vastuoolu kasutamine tagavad hea soojusülekanne.
- Iga teine plaat on pööratud 180°, et moodustada soojuskandjale eraldi voolukanaleid



1-astmeline

1-astmelisel soojusvahetil on ühendused samal pool ning seega on paigaldamine väga lihtne

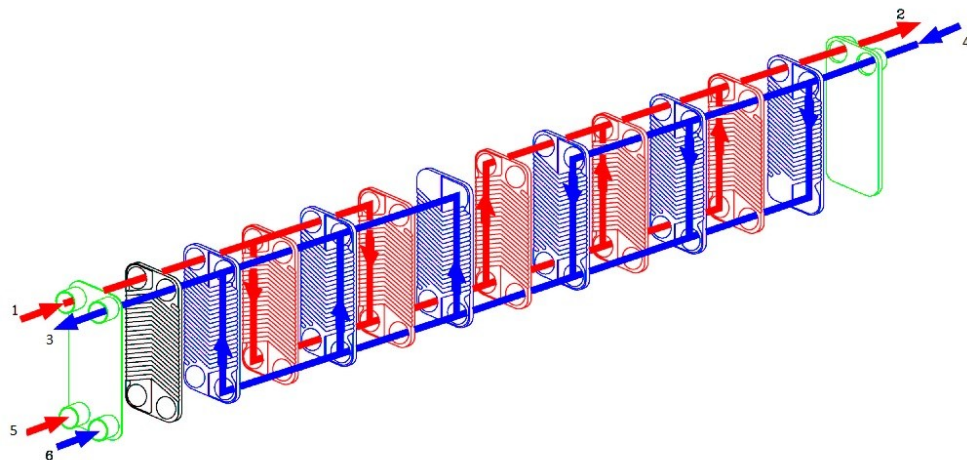
Legend:

- 1 - Primaarpool sisse
- 2 - Primaarpool välja
- 3 - Sekundaarpool välja
- 4 - Sekundaarpool sisse

Plaatsoojusvahetite tööpõhimõte

2-astmeline SV – voolukanalid on jadamisi ja paralleelselt

- 2-astmelisel SV-l on kompaktsem ehitus ja seda saab kasutada paljudes erinevates rakendustes, nt STV valmistamiseks.



2-astmeline

- Rakendused, kus on vajalik väike temperatuurierinevus
- 2-astmeline küttesüsteem järeljahutusega (eelsoojendusega)
- STV valmistamine
- STV valmistamine koos ringlusega

Legend:

- 1 - Primaarpool sisse
- 2 - Primaarpool välja
- 3 - Sekundaarpool välja
- 4 - Sekundaarpool sisse
- 5 - STV
- 6 - STV ringlus

Mikroplaat-muster edestab kalasaba mustrit toimimisinäitajate poolest

Micro Plate™ muster Kalasaba muster

1. Samade kW kohta on vaja VÄHEM PLAATE

Tänu ühtlasemale veevoolu kiirusele vedelik jaotatakse ja segatakse paremini ning soojusülekanne paraneb kuni 10%.

2. Kuni 35% väiksem RÕHUKADU

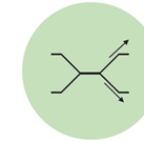
See, kuidas vesi jaotub väiksema plaatide arvuga Micro Plate™ soojusvahetis, vähendab rõhukadu.

3. Pikem TÖÖIGA

Suurem jootepunkt annab tugevama soojusvaheti. Lisaks sellele on, tänu paranenud veevoolule kogu plaadi ulatuses, vähem katlakivi ja saastumist. Isepuhastuv turbulentne voolamine



Ühtlasem jaotus
plaadi ulatuses



Suuremad ja
paremad jootepunktid



Jaotus plaadi ulatuses



Väikesed
jootepunktid



Põhiandmed

- Min. temperatuur -10 °C
- Maks. temperatuur +180 °C
- Maks. töö rõhk 25 bar
- Soojuskandja
 - Kaugküte: Tsirkulatsioonivesi / vesi-glükool kuni 50%
 - Kaugjahutus: etüleen-, propüleen-glükooli vesilahus, etanooli vesilahus jm sobivad soojuskandjad.
- Ühenduse suurus DN 20...100 (keermed või äärikud)



Soojusvahetite plaatide joodised



Standardne korrosioonikindlus vasejoodis. Puhastele vedelikele, mitte agressiivne ja mitte korrodeeruv keskkond



Keskmine korrosioonikindlus. Joodise tüüp nõudlikule kütte-ja soojavee süsteemile



Parim korrosioonikindlus. Roostevaba joodis.

Danfoss plaatsoojusvahetid

Connection size: 3/4" - 2"							
							
XB05	XB06	XBDW22	XB25	XB12	XB37	XB52	XB59
312 x 76 [mm]	320 x 95 [mm]	376 x 119 [mm]	491 x 94,5 [mm]	288 x 118 [mm]	525 x 119 [mm]	466 x 256 [mm]	613 x 186 [mm]
3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	1" & 5/4"	1"	2"	2"
M, X	H+, H, L	DW*	H	H, M, L	H, M, L	M	M
Cu; StS	Cu; CoResist; StS	Cu; CoResist	Cu; CoResist	Cu; CoResist	Cu; CoResist; StS	Cu	Cu
Cu 25 [bar] StS 10 (X plate) [Bar]	Cu, CoResist 25 [bar] StS 16 [bar]	Cu, CoResist 16 [bar]	Cu, CoResist 25 [bar]	Cu, CoResist 25 [bar]	Cu, CoResist 25 [bar] StS 16 [bar]	Cu 25 [Bar]	Cu 25 [Bar]

Danfoss plaatsoojusvahetid

Connection size: 2" - DN100"					
					
SL140	XB61	XB66	SL222	XB71	SL333
607 x 237 [mm]	525 x 243 [mm]	706 x 296 [mm]	748 x 324 [mm]	976 x 373 [mm]	1003 x 380 [mm]
2" & 2½"	2"	2½" & DN65	DN80	DN100	DN100
TL, TK, TM, DW*	H, M, L	H, L	TL	H, M, L	TL, TK, TM
Cu; StS	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu
Cu 25 [Bar] StS 16 [Bar]	Cu 25 [Bar]	Cu 16 (L plate) [Bar] Cu 25 (H plate) [Bar]	Cu 25 [Bar]	Cu 25 [bar]	Cu 25 [Bar]

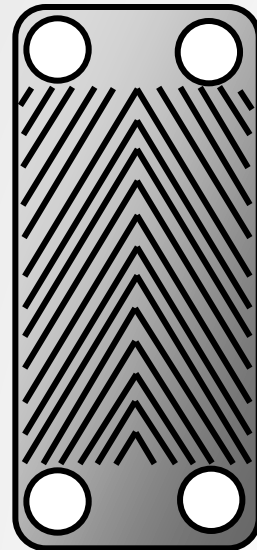
*DW - Double Wall/Sonder Safe

Traditsioonilised soojusvaheti plaadid

Plaatide tüübid



Nürinurk

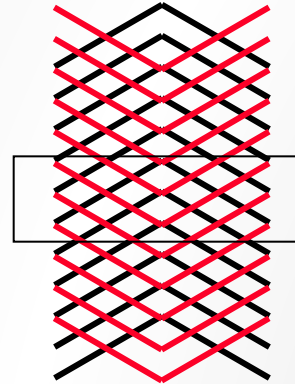


Teravnurk

Soojusvaheti plaadimustrid

H: suurem soojusülekanne ja rõhukadu

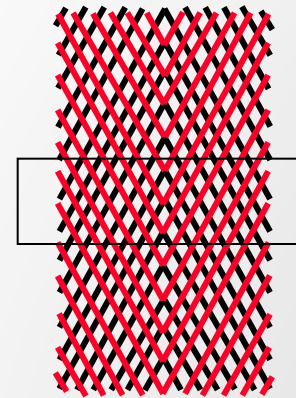
H



Kaks teravnurkset

L: väike soojusülekanne ja rõhukadu

L

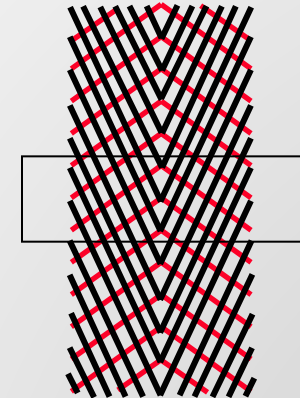


Kaks nürinurkset

H-M-L

M: keskmine soojusülekanne ja rõhukadu

M



Kombineeritud

Parameter	Unit	Value or concentration	Plate	Brazing material		
			AISI 316L W.Nr. 1.4404	Cu	CoResist	StS
pH		< 6,0	o	-	-	o
		6,0 - 7,5	+	o/-	o	+
		7,5 - 10,5	+	+	+	+
		>10,5	+	o	o	+
Conductivity	µS/cm	<10	+	+	+	+
		10 - 500	+	+	+	+
		500 - 1.000	+	o	+	+
		>1.000	+	-	o	+
Free Chlorine	mg/l	<0,5	+	+	+	+
		0,5 - 1	o	+	+	+
		1 - 5	-	o	o	o
		>5	-	-	-	-
Ammonia (NH ₃ , NH ₄ ⁺)	mg/l	<2	+	+	+	+
		2 - 20	+	o	o	+
		>20	+	-	-	+
Alkalinity (HCO ₃)	mg/l	<60	+	+	+	+
		60 - 300	+	+	+	+
		>300	+	o	+	+
Sulphate (SO ₄ ²⁻)	mg/l	<100	+	+	+	+
		100 - 300	+	o/-	o	+
		>300	+	-	-	+
HCO ₃ / SO ₄ ²⁻	mg/l	>1,5	+	+	+	+
		<1,5	+	o/-	o	+
Nitrate (NO ₃)	mg/l	<100	+	+	+	+
		>100	+	o	+	+
Manganese	mg/l	<0,1	+	+	+	+
		>0,1	+	o	o	+
Iron (Fe)	mg/l	<0,2	+	+	+	+
		>0,2	+	o	+	+
*Hardness ratio [Ca2+, Mg2+]/[HCO3-]	/	0 - 0,3	+	-	-	+
		0,3 - 0,5	+	o/-	+	+
		>0,5	+	+	+	+

+	Good corrosion resistance
o	**Corrosion could happen when more parameters are evaluated with o
o/-	Risk of corrosion
-	Use is not recommended

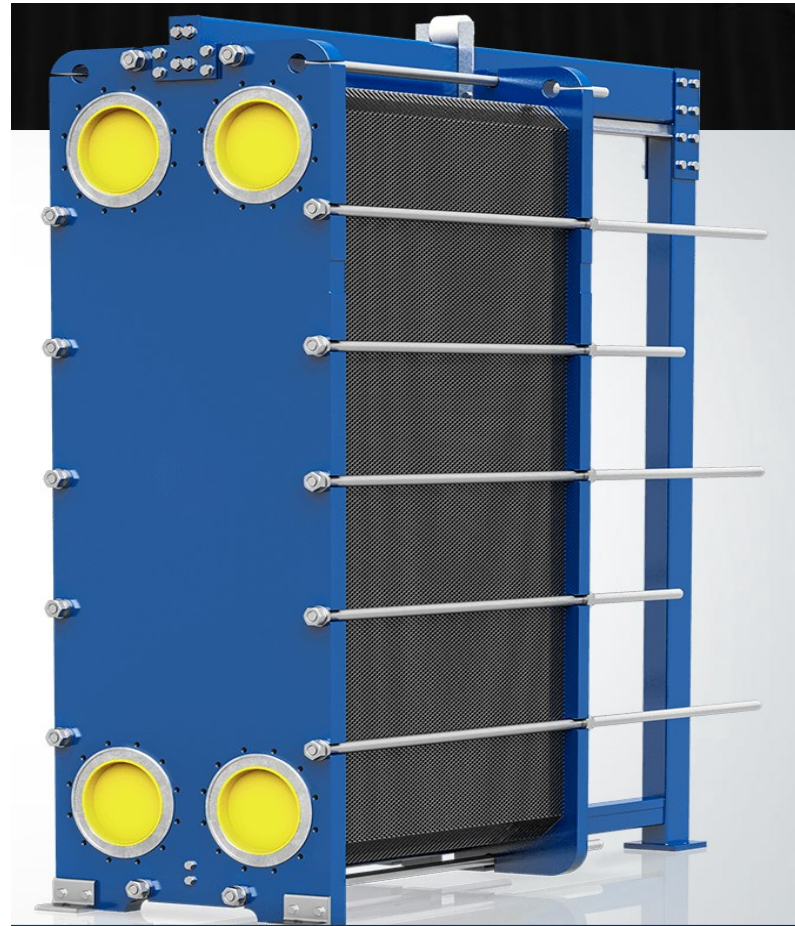
* Hardness ratio limits defined per experience and internal tests in Danfoss laboratory

** In case of three or more parameters evaluated with o consultancy is needed with Consultant for Corrosion & Microbiology or BU HHE Representative

Recommended Chloride concentration to avoid Stress Corrosion Cracking (SCC) in the stainless steel plates:

Application temperature	Chloride concentration
at T ≤ 20°C	max 1.000 mg/l
at T ≤ 50°C	max 400 mg/l
at T ≤ 80°C	max 200 mg/l
at T ≥ 100°C	max 100 mg/l

Sondex avatavad soojusvahetid



Soojusvahetid

Arvutamise ja valiku põhimõtted

- Soojusvahetite valikul tuleb lähtuda soojuskandja arvutuslikest temperatuurigraafikutest - vooluhulkadest (soojusemüüja tehnilistes tingimustes, kütteprojektis) ja etteantud maksimaalsetest rõhulangudest nii primaar- kui ka sekundaarpoolel.
- Soojusvahetite arvutamisel tuleb tagada võimalikult efektiivne kaugküttevee jahutamine kõikides tööolukordades.
- Soojusvahetite vajalik küttepind arvutatakse tavaolukorras ilma parandusteguriteta (näiteks nõutav ülepind, saastumistegur (fouling factor) jmt). *Olukordades, kus neid tegureid on vaja arvestada, peab arvutuste aluseks olevas projektis olema ära toodud ka vastavasisuline põhjendus.*

Arvutamise ja valiku põhimõtted

- Sooja tarbevee soojusvahetid dimensioneeritakse lähtuvalt sojusettevõtte võrguvee parameetritest olukorras "suvi"
- Kütte- ja ventilatsioonisüsteemi soojusvahetid arvutatakse suurimale esinevale arvutuslikule (Tallinnas, välistemperatuuril $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$) küttevõimsusele.
- Soojusvaheti primaarpoole soojuskandja kulu järgi toimub reguleerventiili arvutamine ja valik.

$$Q^{[W]} = k^{\left[\frac{W}{^{\circ}C \cdot m^2}\right]} * F^{[m^2]} * LMTD^{[^{\circ}C]}$$

$$k^{\left[\frac{W}{^{\circ}C \cdot m^2}\right]} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + R + \frac{1}{\alpha_2}}$$

$$\alpha = f(w^{\left[\frac{m}{s}\right]})$$

$$LMTD = \frac{(T_{11}-T_{22})-(T_{12}-T_{21})}{\ln \frac{(T_{11}-T_{22})}{(T_{12}-T_{21})}}$$

$$Q_1^{[W]} = m_1^{\left[\frac{kg}{s}\right]} * C_{p1}^{\left[\frac{J}{kg \cdot ^{\circ}C}\right]} * (T_{11}-T_{12})^{[^{\circ}C]}$$

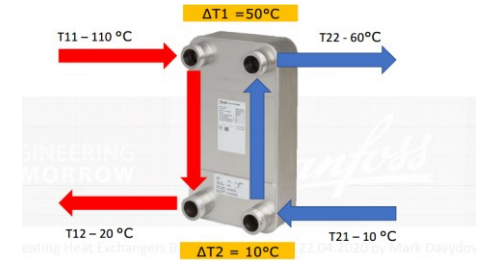
$$Q_2^{[W]} = m_2^{\left[\frac{kg}{s}\right]} * C_{p2}^{\left[\frac{J}{kg \cdot ^{\circ}C}\right]} * (T_{21}-T_{22})^{[^{\circ}C]}$$

$$Q_1^{[W]} = Q_2^{[W]}$$

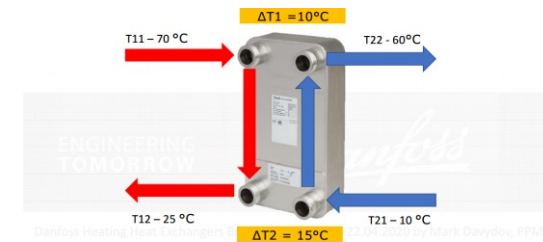
$$m_1^{\left[\frac{kg}{s}\right]} = \rho_1^{\left[\frac{kg}{m^3}\right]} * f_{cs1}^{[m^2]} * w_{cs1}^{\left[\frac{m}{s}\right]}$$

$$m_2^{\left[\frac{kg}{s}\right]} = \rho_2^{\left[\frac{kg}{m^3}\right]} * f_{cs2}^{[m^2]} * w_{cs2}^{\left[\frac{m}{s}\right]}$$

Q- ülekantav võimsus (W)
 k- soojuslähikandetegur soojusvahetis
 F- soojusvaheti küttepind (m²)
 LMTD- logaritmiline temp. erinevus (C)



$$LMTD^{[^{\circ}C]} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}}$$



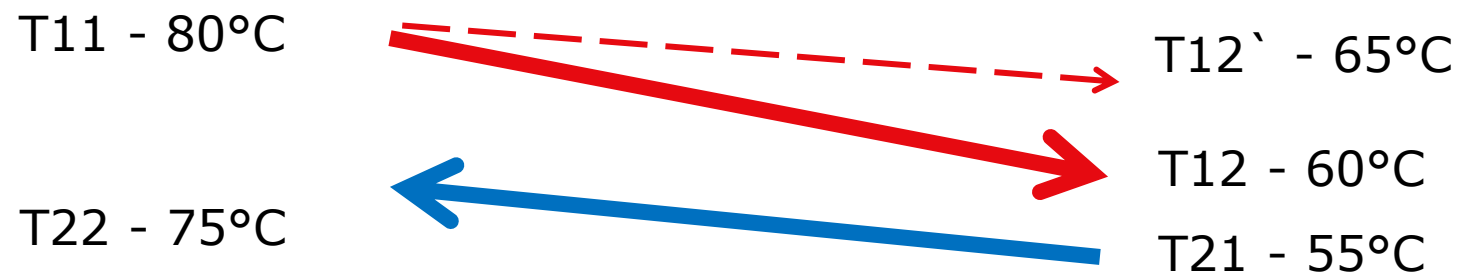
$$LMTD^{[^{\circ}C]} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}}$$

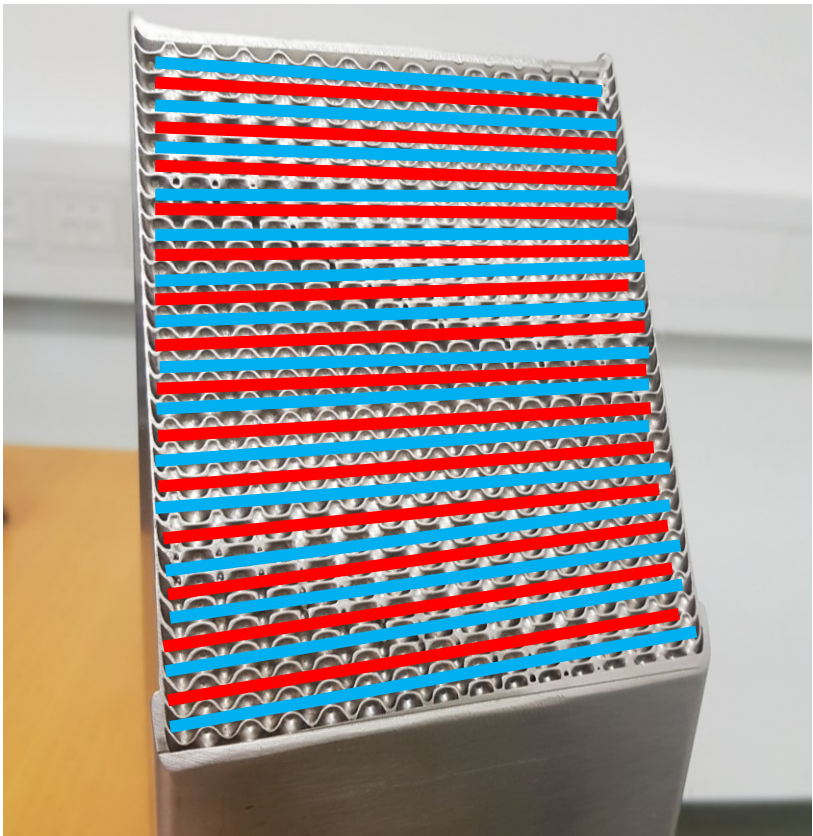
$$k \left[\frac{\text{W}}{^{\circ}\text{C} \cdot \text{m}^2} \right] = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + R + \frac{1}{\alpha_2}} \longrightarrow k \left[\frac{\text{W}}{^{\circ}\text{C} \cdot \text{m}^2} \right] = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + R_{\text{plate}} + R_{\text{dirt}} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

$$Q \left[\text{W} \right] = k \left[\frac{\text{W}}{^{\circ}\text{C} \cdot \text{m}^2} \right] * F \left[\text{m}^2 \right] * \text{LMTD} \left[^{\circ}\text{C} \right]$$

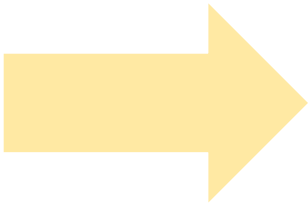
$$\text{LMTD} = \frac{(T_{11} - T_{22}) - (T_{12} - T_{21})}{\ln \frac{(T_{11} - T_{22})}{(T_{12} - T_{21})}}$$

$$Q_1 \left[\text{W} \right] = m_1 \left[\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right] * C_{p1} \left[\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}} \right] * (T_{11} - T_{12}) \left[^{\circ}\text{C} \right]$$





20 plaati



40 plaati

$$m_1 \left[\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right] = \rho_1 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] * f_{cs1} \left[\frac{\text{m}^2}{\text{s}} \right] * w_{cs1} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$
$$m_2 \left[\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right] = \rho_2 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] * f_{cs2} \left[\frac{\text{m}^2}{\text{s}} \right] * w_{cs2} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

$$\alpha \downarrow = f(w \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right])$$

$$k \downarrow \left[\frac{\text{W}}{^{\circ}\text{C} * \text{m}^2} \right]$$

Reynoldsi arv ja soojusvaheti rõhukadu

Iseloomustab soojuskandja voolamise laadi:

- laminaarne
- turbulentne

$$Re = \frac{w \left[\frac{m}{s} \right] * l [m]}{v \left[\frac{m^2}{s} \right]}$$

$Re < 250$ Laminaarne voolamine

Duty & Media					Dimensional Data		Accessories		Punch List	Messages
Calculated Parameters		Unit	Side 1		Side 2					
Flow Type					CounterCurrent					
Heat Load		kW			120.00					
Inlet Temperature		°C	60.0		8.0					
Outlet Temperature		°C	25.0		55.0					
Mass Flow Rate		kg/s	0.82		0.61					
Volumetric Flow Rate		L/min	49.66		36.83					
Total Pressure Drop		kPa	13.84		6.33					
Pressure Drop in Port		kPa	1.56		0.72					
Effective Area		m²			1.90					
Surface Margin		%			5.7					
LMTD		K			9.8					
HTC (Available/Required)		W/m²·K			6792/6427					
Port Velocity		m/s	1.99		1.47					
Shear Stress		Pa	18.97		10.31					
Properties of fluid		Unit	Side 1		Side 2					
Fluid			Water		Water					
Viscosity		mPa·s	0.6264		0.7769					
Density		kg/m³	991.9958		995.8463					
Heat Capacity		kJ/kg·K	4.1755		4.1765					
Thermal Conductivity		W/m·K	0.6303		0.6149					
Technical		Unit	Side 1		Side 2					
Channel Pressure Drop		kPa	12.28		5.61					
Channel Velocity		m/s	0.29		0.20					
Reynold's Number			1373		777					
Film Coefficient		W/m²·K	26284		10807					
Viscosity Wall		mPa·s	0.6787		0.6899					
Reference Temperature		°C	42.5		31.5					
Average Wall Temperature		°C	38.2		37.4					
Volume		l	1.4		1.5					
Net Weight		kg			8.36					



Duty & Media	Dimensional Data	Accessories	Punch List	Messages
Calculated Parameters	Unit	Side 1	Side 2	
Flow Type			CounterCurrent	
Heat Load	kW		120.00	
Inlet Temperature	°C	60.0	8.0	
Outlet Temperature (Specified)	°C	25.0	55.0	
Outlet Temperature (Actual)	°C	23.6	--	
Mass Flow Rate (Actual)	kg/s	0.79	0.61	
Volumetric Flow Rate (Actual)	L/min	47.66	36.83	
Total Pressure Drop	kPa	12.68	6.33	
Pressure Drop in Port	kPa	1.42	0.72	
Effective Area	m²		1.90	
Surface Margin	%		0.0	
LMTD	K		9.3	
HTC (Available/Required)	W/m²·K		6772/6771	
Port Velocity	m/s	1.91	1.47	
Shear Stress	Pa	17.40	10.15	
Properties of fluid	Unit	Side 1	Side 2	
Fluid		Water	Water	
Viscosity	mPa·s	0.6346	0.7769	
Density	kg/m³	992.2733	995.8463	
Heat Capacity	kJ/kg·K	4.1754	4.1765	
Thermal Conductivity	W/m·K	0.6294	0.6149	
Technical	Unit	Side 1	Side 2	
Channel Pressure Drop	kPa	11.26	5.61	
Channel Velocity	m/s	0.28	0.20	
Reynold's Number		1302	777	
Film Coefficient	W/m²·K	25358	10921	
Viscosity Wall	mPa·s	0.6855	0.6960	
Reference Temperature	°C	41.8	31.5	
Average Wall Temperature	°C	37.7	36.9	
Volume	l	1.4	1.5	
Net Weight	kg		8.36	

Ventiil Kv=4,0 Dp=50kPa

Duty & Media	Dimensional Data	Accessories	Punch List	Messages
Calculated Parameters	Unit	Side 1	Side 2	
Flow Type			CounterCurrent	
Heat Load	kW		120.00	
Inlet Temperature	°C	80.0	8.0	
Outlet Temperature (Specified)	°C	25.0	55.0	
Outlet Temperature (Actual)	°C	11.5	--	
Mass Flow Rate (Actual)	kg/s	0.42	0.61	
Volumetric Flow Rate (Actual)	L/min	25.31	36.83	
Total Pressure Drop	kPa	2.57	6.33	
Pressure Drop in Port	kPa	0.26	0.72	
Effective Area	m²		1.90	
Surface Margin	%		0.0	
LMTD	K		10.9	
HTC (Available/Required)	W/m²·K		5772/5772	
Port Velocity	m/s	1.02	1.47	
Shear Stress	Pa	3.56	6.66	
Properties of fluid	Unit	Side 1	Side 2	
Fluid		Water	Water	
Viscosity	mPa·s	0.5909	0.7769	
Density	kg/m³	990.6837	995.8463	
Heat Capacity	kJ/kg·K	4.1768	4.1765	
Thermal Conductivity	W/m·K	0.6343	0.6149	
Technical	Unit	Side 1	Side 2	
Channel Pressure Drop	kPa	2.30	5.61	
Channel Velocity	m/s	0.15	0.20	
Reynold's Number		742	777	
Film Coefficient	W/m²·K	13470	12145	
Viscosity Wall	mPa·s	0.6739	0.6864	
Reference Temperature	°C	45.7	31.5	
Average Wall Temperature	°C	38.6	37.6	
Volume	l	1.4	1.5	
Net Weight	kg		8.36	

Ventiil Kv=4,0 dP= 14kPa

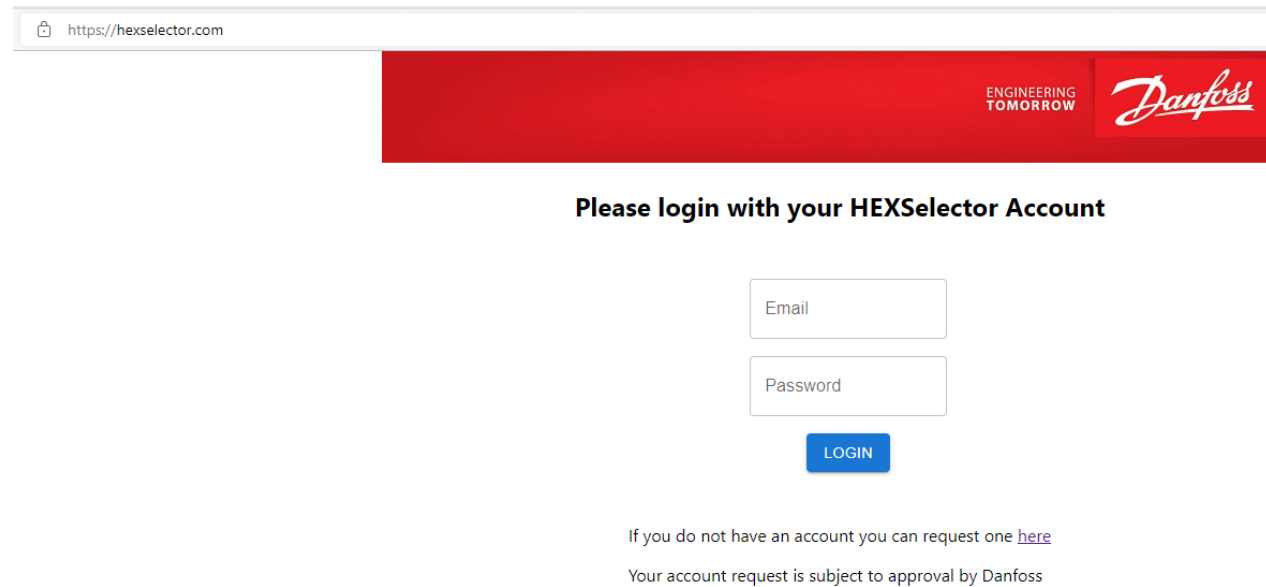
- HEXSelector on arvutus- ja konfigureerimistarkvara Danfossi ja SONDEX® plaatsoojusvahetite jaoks
- Selle kasutamiseks peate taotlema litsentsi ja andma nõusoleku oma andmete salvestamiseks
- Säilitame teie andmeid kooskõlas EL ülemaailmse andmekaitsemääruse ja Danfossi privaatsuspoliitikaga
- Paigaldus- ja registreerimisprotsess nõuab teie kahekordset nõusolekut
 - Esiteks installiprotsessis
 - Teiseks teile saadetud meili teel



Laadige alla ja alustage installimist



- Minge HEXSelector serverisse: <https://hexselector.com>

A screenshot of the HEXSelector login page. The browser address bar shows "https://hexselector.com". The page has a red header with the text "ENGINEERING TOMORROW" and the Danfoss logo. Below the header, the text "Please login with your HEXSelector Account" is centered. There are two input fields: "Email" and "Password". Below these fields is a blue "LOGIN" button. At the bottom, there is a link "here" and a note: "Your account request is subject to approval by Danfoss".

<https://hexselector.com>

ENGINEERING TOMORROW 

Please login with your HEXSelector Account

Email

Password

LOGIN

If you do not have an account you can request one [here](#)

Your account request is subject to approval by Danfoss

Registreerimisprotsess _



- Vajuta registreerimislingile:

https://hexselector.com

ENGINEERING
TOMORROW

Please login with your HEXSelector Account

LOGIN

If you do not have an account you can request one [here](#)

Your account request is subject to approval by Danfoss.

1. Pärast kinnitusmeili saamist minge tagasi oma brauserisse ja URL-i:
 1. <https://hexselector.com>
2. Sisestage registreerimisel kasutatud e-posti aadress ja parool
3. Vajutage nuppu "LOGI sisse"

 <https://hexselector.com>

ENGINEERING
TOMORROW



Please login with your HEXSelector Account

Email

abcd@efgh.com

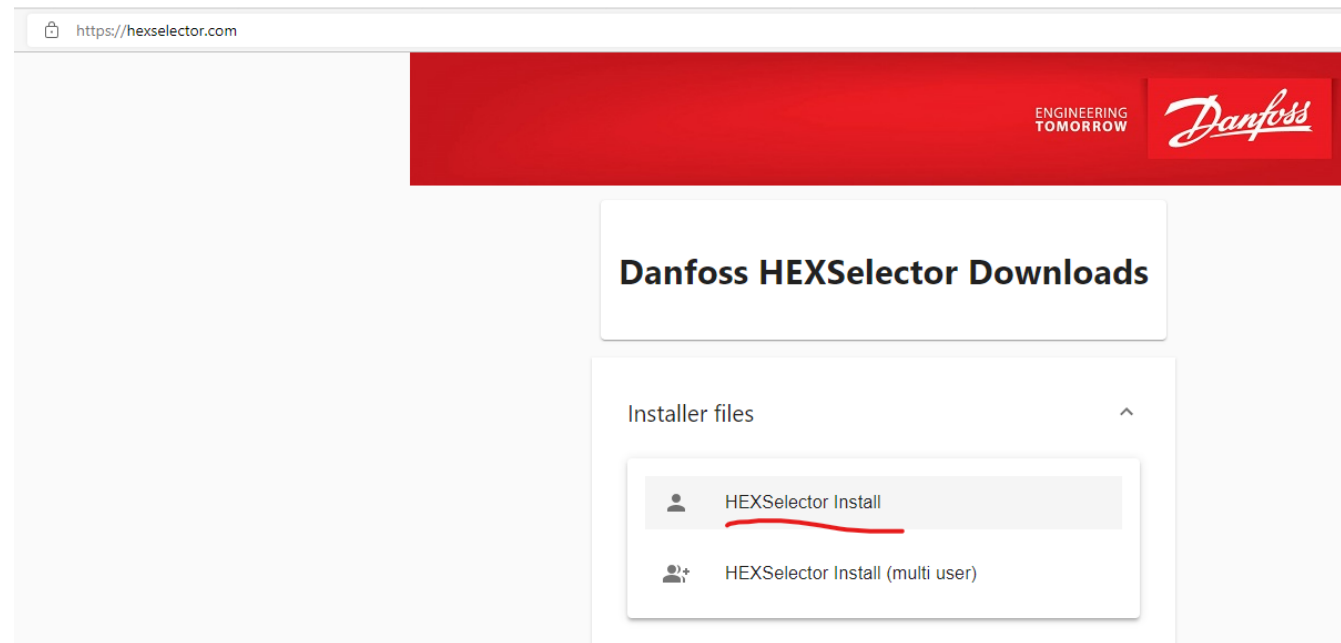
Password

LOGIN

If you do not have an account you can request one [here](#)

Your account request is subject to approval by Danfoss

- Olete nüüd sisse logitud ja saate alustada HEXSelector'i allalaadimist
- Klõpsake rippmenüüs "HEXSelector Install"



TÄNAN KUULAMAST!

Marko Moring
Danfoss AS
E-mail: marko.moring@danfoss.ee