



# EJKÜ SOOJUSSÕLMEDE KOOLITUS 2014

EFIPA OÜ



# Kontaktandmed

Toomas Laur  
Juhatuse liige

Efipa OÜ  
Tartu mnt. 171 / 1, Rae vald  
75312 Harjumaa  
Tel. +372 6012795  
[efipa@efipa.ee](mailto:efipa@efipa.ee)

# Koolituse kava

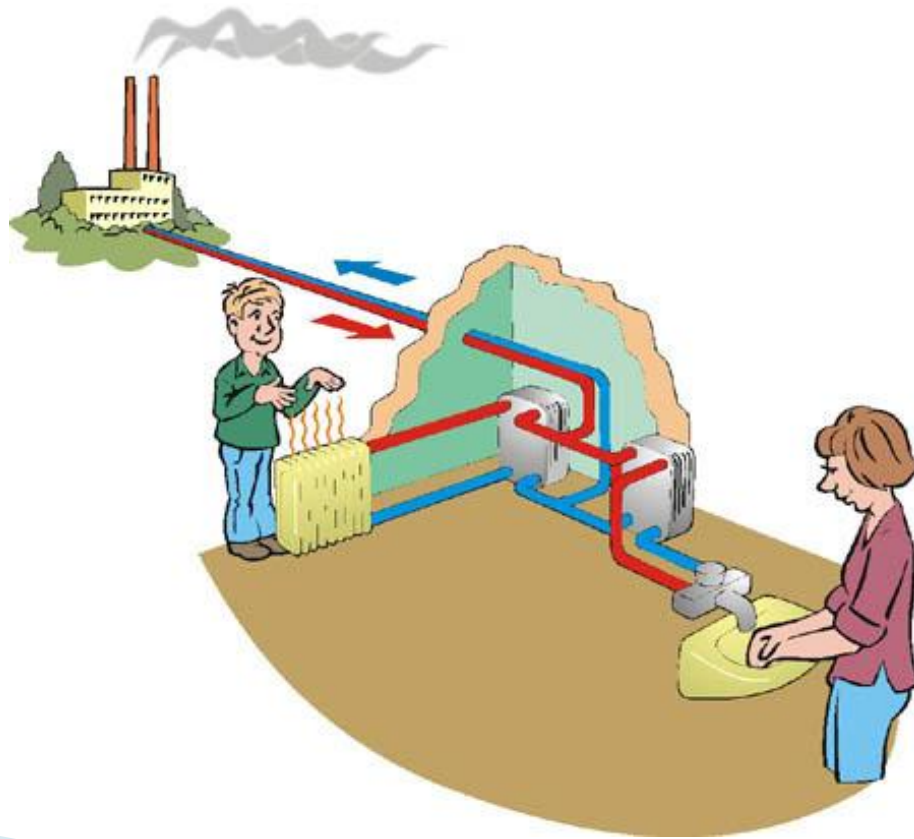
1. Sissejuhatus. Efipa tutvustus
2. Soojussõlmede vajalikkus. Ühendusskeemid
3. Soojussõlmede põhikomponendid
  - a. Soojusvahetid
  - b. Reguleerventiilid
  - c. Kontroller, automaatika
  - d. Pumbad
4. Soojussõlmed koos soojuspumbaga
5. Päikesekütte kollektorid koos soojussõlmega

# EFIPA OÜ



- ▶ Asutatud 1991
- ▶ Töötajaid: 17
- ▶ Põhitegevusalad:
  - Soojussõlmed
  - Õli ja gaasikatlamajad
  - Aurukatlamajad ja tööstuslikud seadmed
  - Biokütusekatlamajad
  - Soojusautomaatika
- ▶ Katlamajade ja soojustehniliste lahenduste projekteerimine
- ▶ Seadmete paigaldus ja käikulaskmine
- ▶ Seadmete hooldus

# Soojussõlm



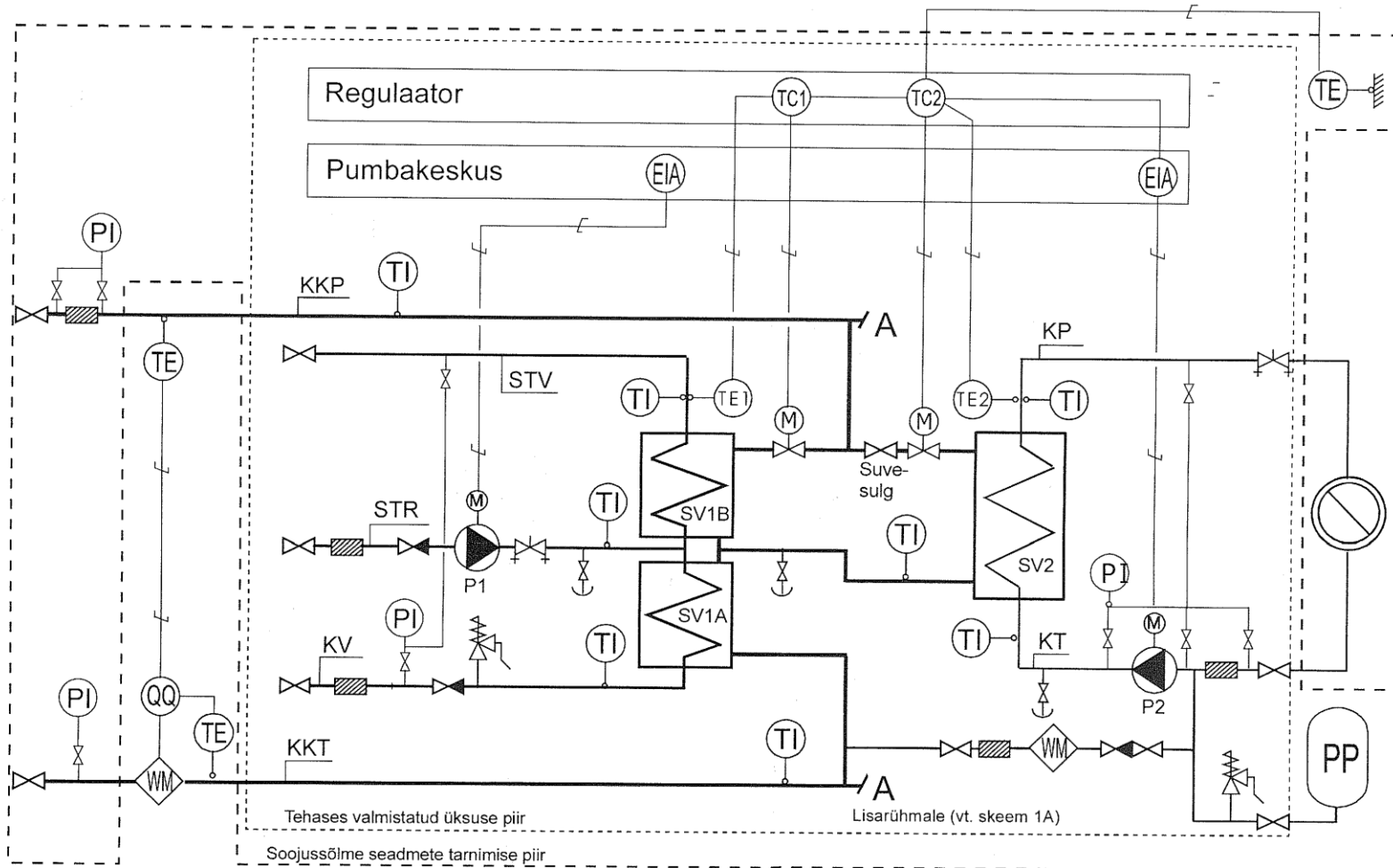
# Soojussõlme tehnilised andmed

- ▶ Võimsused: küte, soe tarbevesi, ventilatsioon
- ▶ Temperatuurid: primaarpoolel ja sekundaarpoolel
- ▶ Rõhkude vahe primaarpoolel
- ▶ Rõhukaod sekundaarpoolel
- ▶ Tehnilised tingimused kaugküttega liitumisel või soojussõlme rekonstrueerimisel

# Soojussõlmede ühendusskeemid

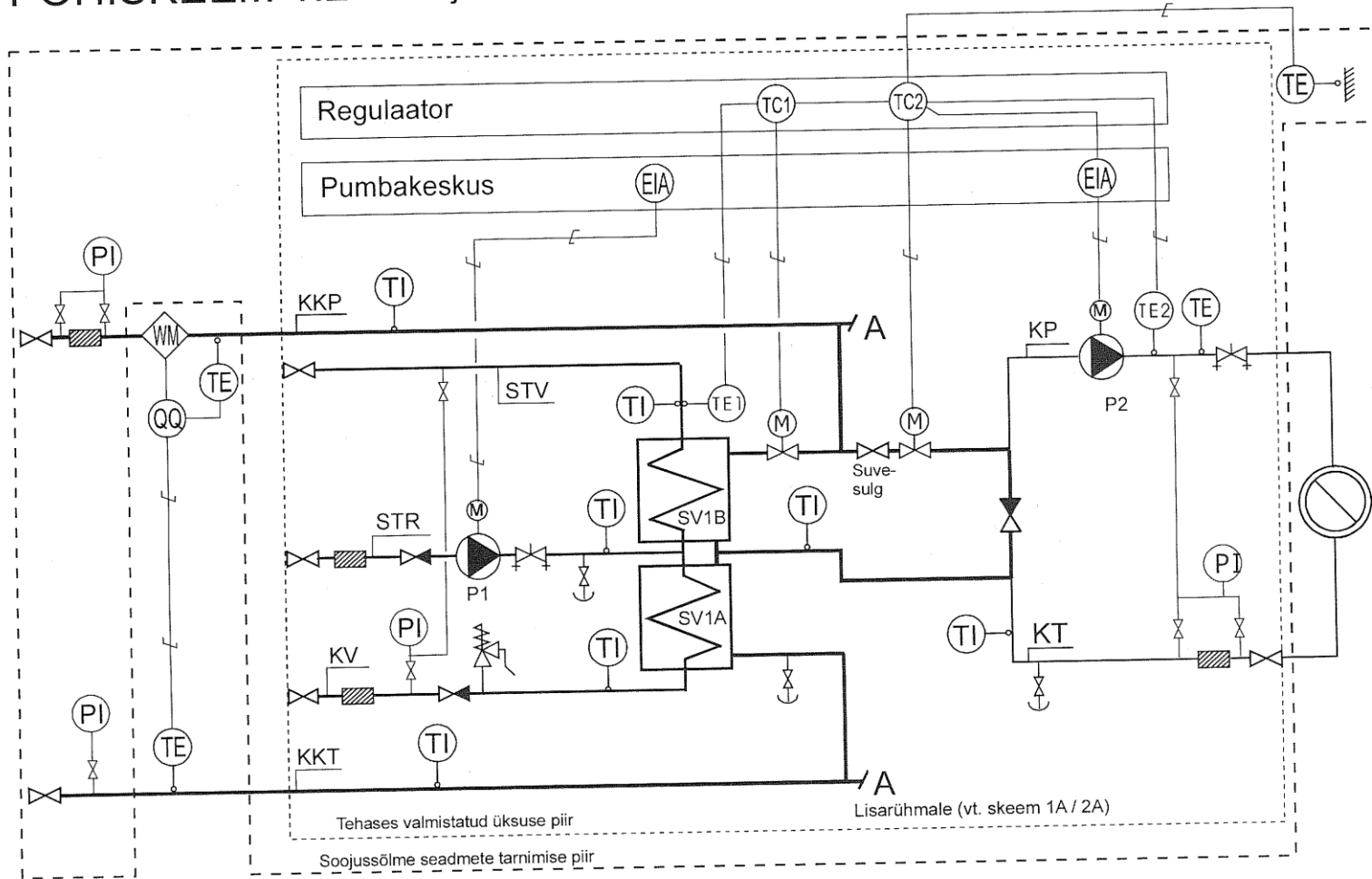
- ▶ Kirjandus: EJKÜ juhend „Soojussõlmed“
- ▶ Põhikomponendid: soojusvahetid, reguleerventiilid koos kontrolloriga ja pumbad
- ▶ Skeemid
  - Põhiskeemid
  - Lisagrupiga skeem
  - Ilma soojusvahetita skeem

# PÕHISKEEM 1 Soojussõlm kütte- ja tarbevee soojusvahetiga



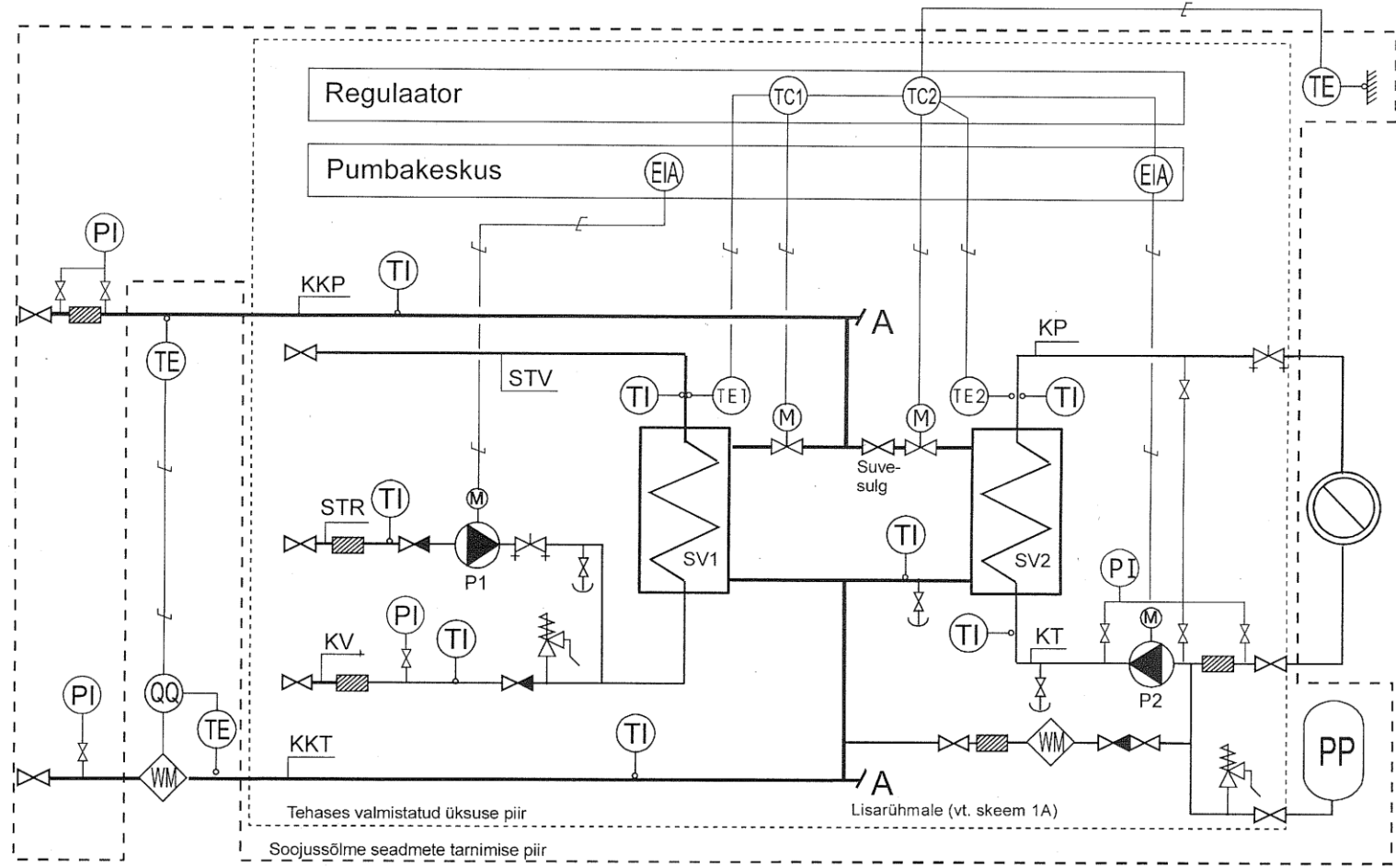


# PÕHISKEEM 1.2 Soojussõlm kütte segmissõlme ja tarbevee soojusvahetiga



# PÕHISKEEM 2

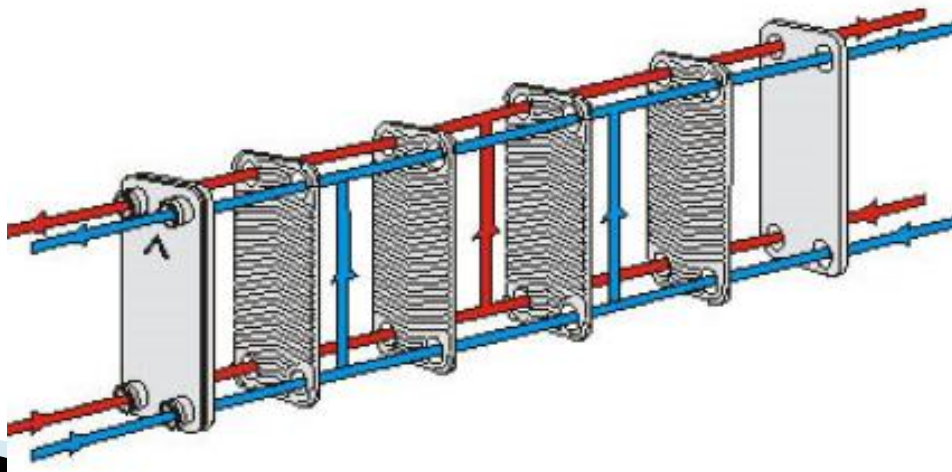
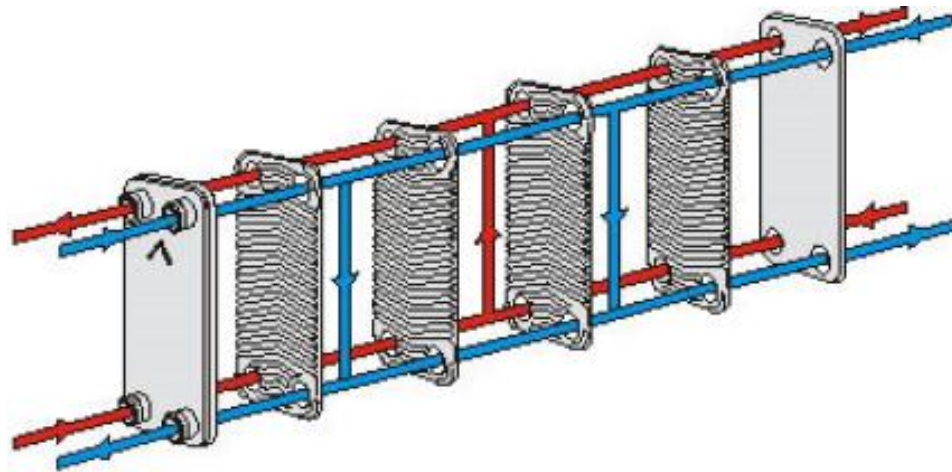
## Soojussõlm kütte- ja tarbevee soojusvahetiga



# Soojusvahetid



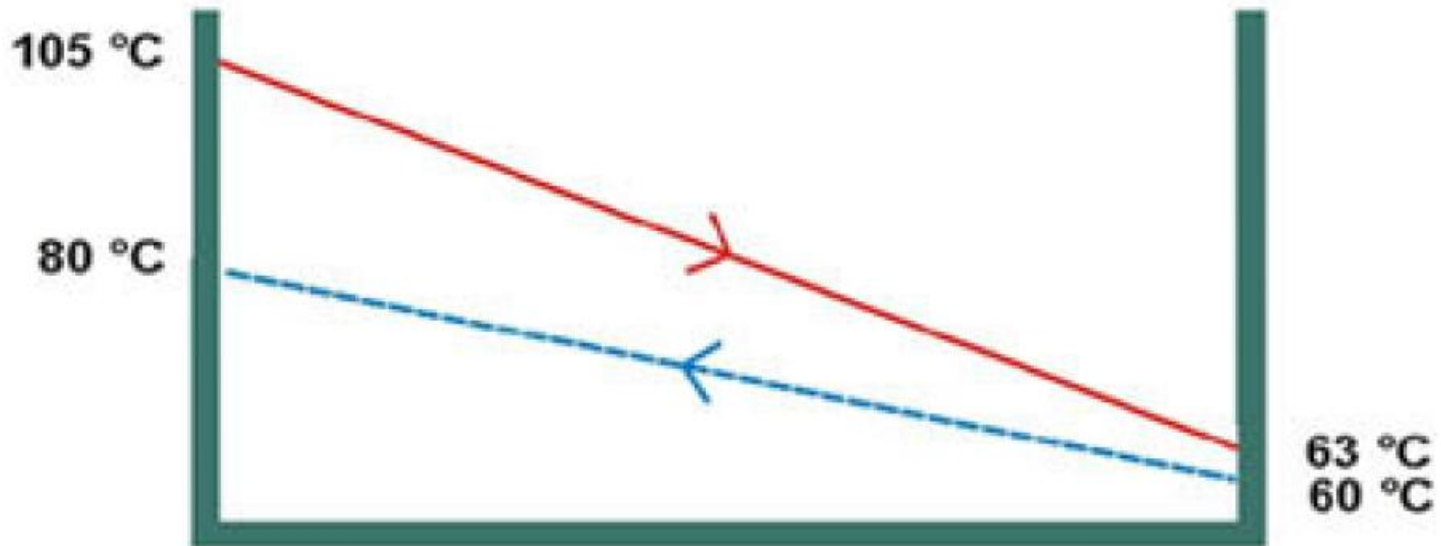
# Vedeliku voolusuunad soojusvahetis



# Arvutused soojusvahetile

- ▶ Võimsus:  $P\{\text{kw}\} = Q \{\text{m}^3/\text{h}\} \times \Delta t \times 1,16$
- ▶ Arvutuslikud temperatuurid:
  - Primaarpool  $T_1 = 115^\circ\text{C}$  ja  $T_2 = 55^\circ\text{C}$
  - Primaarpool soojale tarbeveele:  $T_1 = 65^\circ\text{C}$  ja  $T_2 = 25^\circ\text{C}$
  - Sekundaarpool:
    - Soe tarbevesi:  $T_1 = 5^\circ\text{C}$  ja  $T_2 = 55^\circ\text{C}$
    - Küte:  $T_1 = 50^\circ\text{C}$  ja  $T_2 = 70^\circ\text{C}$
    - Ventilatsioon:  $T_1 = 40^\circ\text{C}$  ja  $T_2 = 70^\circ\text{C}$

# Temperatuurigraafik kütteil



# ÜKS FAAS - Arvutus

## Soojusvaheti : B10Tx38

Soojusk prim.p-l :

Vesi

Soojusk sekund.p-l :

Vesi

Flow Type : Vastuvool

### TEHN LÄHTEANDMED

		Prim.pool	Sekund.pool
Sooj.koorm.	kW	100.0	
Temp sisenemisel	°C	115.00	50.00
Temp väljumisel	°C	55.00	70.00
Soojusk. kulu	kg/s	0.3966	1.195
Maksim rõhukadu	kPa	20.0	20.0
Termil pikkus		3.30	1.10

### PLAATSOOJUSVAHETI

		Prim.pool	Sekund.pool
Kogu soojusvahetuspind	m <sup>2</sup>	1.12	
Soojusv-g	kW/m <sup>2</sup>	89.6	
Keskm temp vahe	K	18.20	
Soojusläbik.tegur (arvutusl/nõutud)	W/m <sup>2</sup> , °C	5180/4920	
Rõhukadu kokku*	kPa	2.32	17.3
- portides	kPa	0.380	3.41
Pordi lm	mm	24.0	24.0
Kanalite arv		18	19
Plaatide arv		38	
Ülepind	%	5	
Saastumistegur	m <sup>2</sup> , °C/kW	0.010	
Reynolds'i arv		1170	2380
Kiirus pordis	m/s	0.905	2.69

### FÜÜSIKAL OMADUSED

		Prim.pool	Sekund.pool
Lähtetemperatuur	°C	85.00	60.00
Dünaam viskoossus	cP	0.334	0.467
Dünaam viskoossus seinal	cP	0.404	0.416
Tihedus	kg/m <sup>3</sup>	968.7	983.2
Erisoojus	kJ/kg, °C	4.203	4.185
Soojusjuhtivus	W/m, °C	0.6728	0.6544
Min soojuskandja temp. seinal	°C	52.07	
Maks soojuskandja temp. seinal	°C		83.90
Kile soojusülekt.tegur	W/m <sup>2</sup> , °C	8830	16800
Min seina temperatuur	°C	69.97	67.92
Vooluk-s kanalis	m/s	0.101	0.283
Nihkepinge	Pa	7.97	57.1

ÜKS FAAS – Arvutus  
 Soojusvaheti : B28x40  
 Soojusk prim.p-l : Vesi  
 Soojusk sekund.p-l : Vesi



<b>TEHN LÄHTEANDMED</b>		<b>Prim.pool</b>	<b>Sekund.pool</b>
Sooj.koorm.	kW	100.0	
Temp sisenemisel	°C	115.00	50.00
Temp väljumisel	°C	50.50	70.00
Soojusk. kulu	kg/s	0.3690	1.195
Maksim rõhukadu	kPa	20.0	20.0
Termil pikkus		6.52	2.02
<b>PLAATSOOJUSVAHETI</b>		<b>Prim.pool</b>	<b>Sekund.pool</b>
Kogu soojusvahetuspind	m <sup>2</sup>	2.28	
Soojusv-g	kW/m <sup>2</sup>	43.9	
Keskm temp vahe	K	9.89	
Soojuslábik.tegur (arvutusl/nõutud)	W/m <sup>2</sup> , °C	4740/4440	
Rõhukadu kokku*	kPa	2.58	21.0
- portides	kPa	0.0909	0.941
Pordi lm	mm	33.0	33.0
Kanalite arv		19	20
Plaatide arv		40	
Ülepind	%	7	
Saastumistegur	m <sup>2</sup> , °C/kW	0.014	
Reynolds'i arv		1000	2260
Kiirus pordis	m/s	0.445	1.42
<b>FÜÜSIKAL OMADUSED</b>		<b>Prim.pool</b>	<b>Sekund.pool</b>
Lähtetemperatuur	°C	82.75	60.00
Dünaam viskoossus	cP	0.343	0.467
Dünaam viskoossus seinal	cP	0.412	0.422
Tihedus	kg/m <sup>3</sup>	970.1	983.2
Erisoojus	kJ/kg, °C	4.201	4.185
Soojusjuhtivus	W/m, °C	0.6716	0.6544
Min soojuskandja temp. seinal	°C	50.20	
Maks soojuskandja temp. seinal	°C		83.50
Kile soojusülekanne tegur	W/m <sup>2</sup> , °C	7850	15800
Min seina temperatuur	°C	68.69	66.99
Vooluk-s kanalis	m/s	0.0886	0.269
Nihkepinge	Pa	5.29	42.6



# Korrosioonikindlus

Table 12.2 Choice of plate material

CHLORIDE CONTENT	MAXIMUM TEMPERATURE			
	60°C	80°C	120°C	130°C
≤ 10 ppm	SS 304	SS 304	SS 304	SS 316
≤ 25 ppm	SS 304	SS 304	SS 316	SS 316
≤ 50 ppm	SS 304	SS 316	SS 316	Ti / 254 SMO
≤ 80 ppm	SS 316	SS 316	SS 316	Ti / 254 SMO
≤ 150 ppm	SS 316	SS 316	Ti / 254 SMO	Ti / 254 SMO
≤ 300 ppm	SS 316	Ti / 254 SMO	Ti / 254 SMO	Ti / 254 SMO
> 300 ppm	Ti / 254 SMO	Ti / 254 SMO	Ti / 254 SMO	Ti / 254 SMO

SS = Stainless steel grade    Ti = Titanium

# Reguleeriventtiil

Reguleerib sekundaarpoole temperatuuri muutes primaarpoole vooluhulka

Iseloomustav suurus: Kvs arv (m<sup>3</sup>/h)

$$Kv = \frac{Q}{\sqrt{\Delta p}}$$

Kv : [m<sup>3</sup>/h]

Q : [m<sup>3</sup>/h]

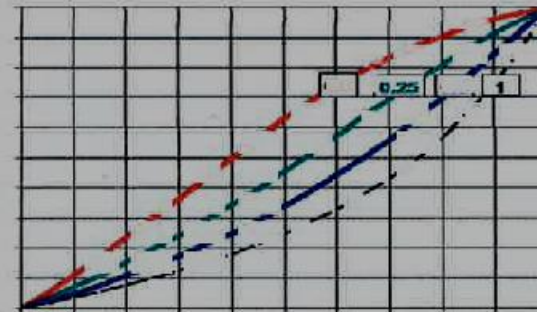
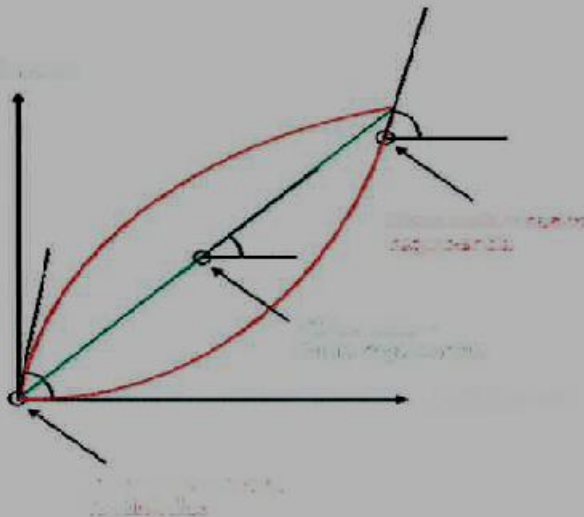
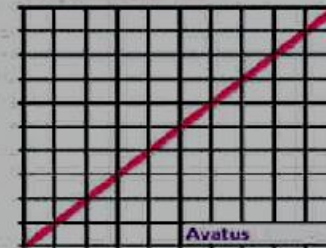
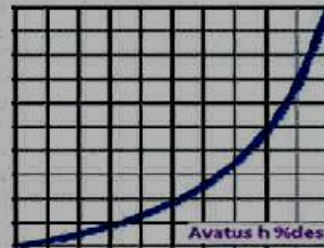
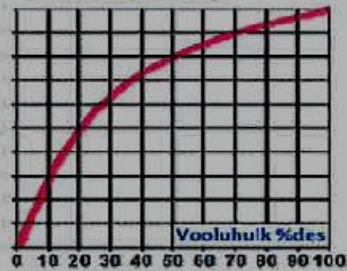
$\Delta p$  : [bar]

# Reguleerventiili arvutamine

- ▶ Soojusvõrgu poolt tagatud rõhkude vahe: tavaliselt 100 kPa
- ▶ Kui rõhkude vahe on suurem kui 200 kPa on soovitatav kasutada rõhuvaheregulaatorit
- ▶ Reguleerimisulatus Sv 1:30 küttele ja 1:50 soojale tarbeveele
  - $S_v = K_{vs} / K_{vr}$
- ▶ Reguleerventiili tegelik rõhukadu peab olema vähemalt pool kasutatavast rõhkude vahest.

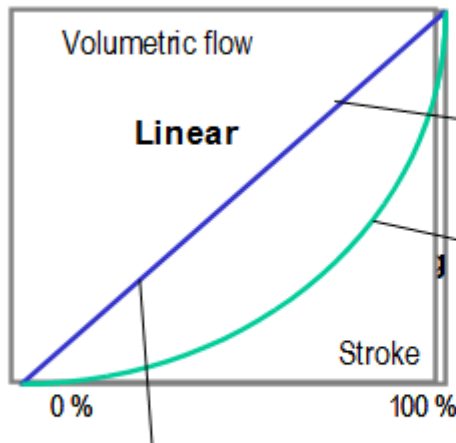
Näiteks: primaarpoole rõhkude vahe on 50 kPa, soojusvaheti rõhukadu 15 kPa, muude seadmete rõhukadu 5 kPa, reguleerventiilile jääb  $50 - 15 - 5 = 30$  kPa, mis on suurem kui pool 50 kPa-st

# Lineaarne ja proportsionaalne reguleerimine



# Spindelventiil ja kuulkraan reguleerimiseks

## Stroke valve

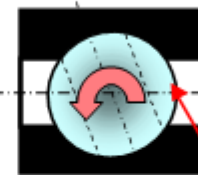


Linear

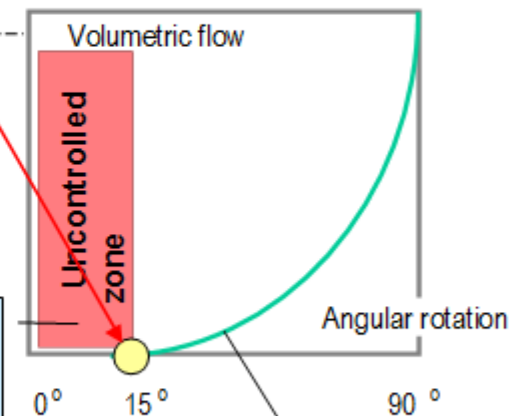
Equal-percentage

Stroke valve = controlled opening range and fully utilized control span

## Contoured ball valve



15° corresponds to 17% idle stroke of 90°



Volumetric flow

Uncontrolled zone

Angular rotation

0° 15°

90°

Uncontrolled zone = uncontrolled opening range and reduced control span

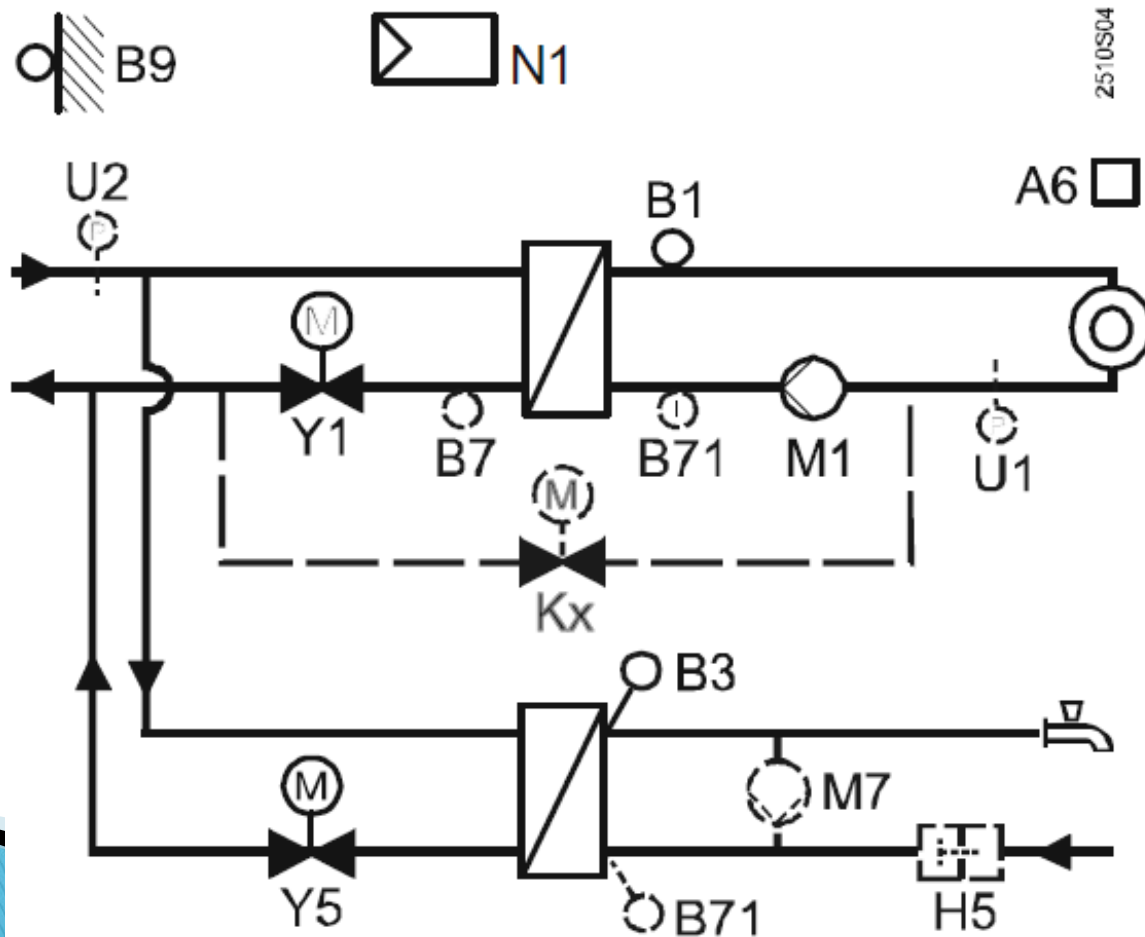
Equal-percentage

# Soojussõlme kontrolleri põhifunktsioonid



- ▶ Reguleerib sooja tarbevee temperatuuri
- ▶ Reguleerib kütte temperatuuri
- ▶ Võimaldab ümberlülitusi suve/talve režiimile
- ▶ Temperatuuri alandused kellaajaliselt
- ▶ Pumpade juhtimine

Plant type 4 –RVD140 – enim kasutata



# Lisafunktsioonid

- ▶ Tagastuva vee temperatuuri andurid
- ▶ Rõhuandurid
- ▶ Küttesüsteemi täite kontroll
- ▶ Sooja tarbevee süsteemi vee voolamise lüliti
- ▶ Päikesepaneelide juhtimine
- ▶ Erinevate kontrollerite omavaheline ühendamine ja andmete edastus



# Sooja tarbevee temperatuuri reguleerimine



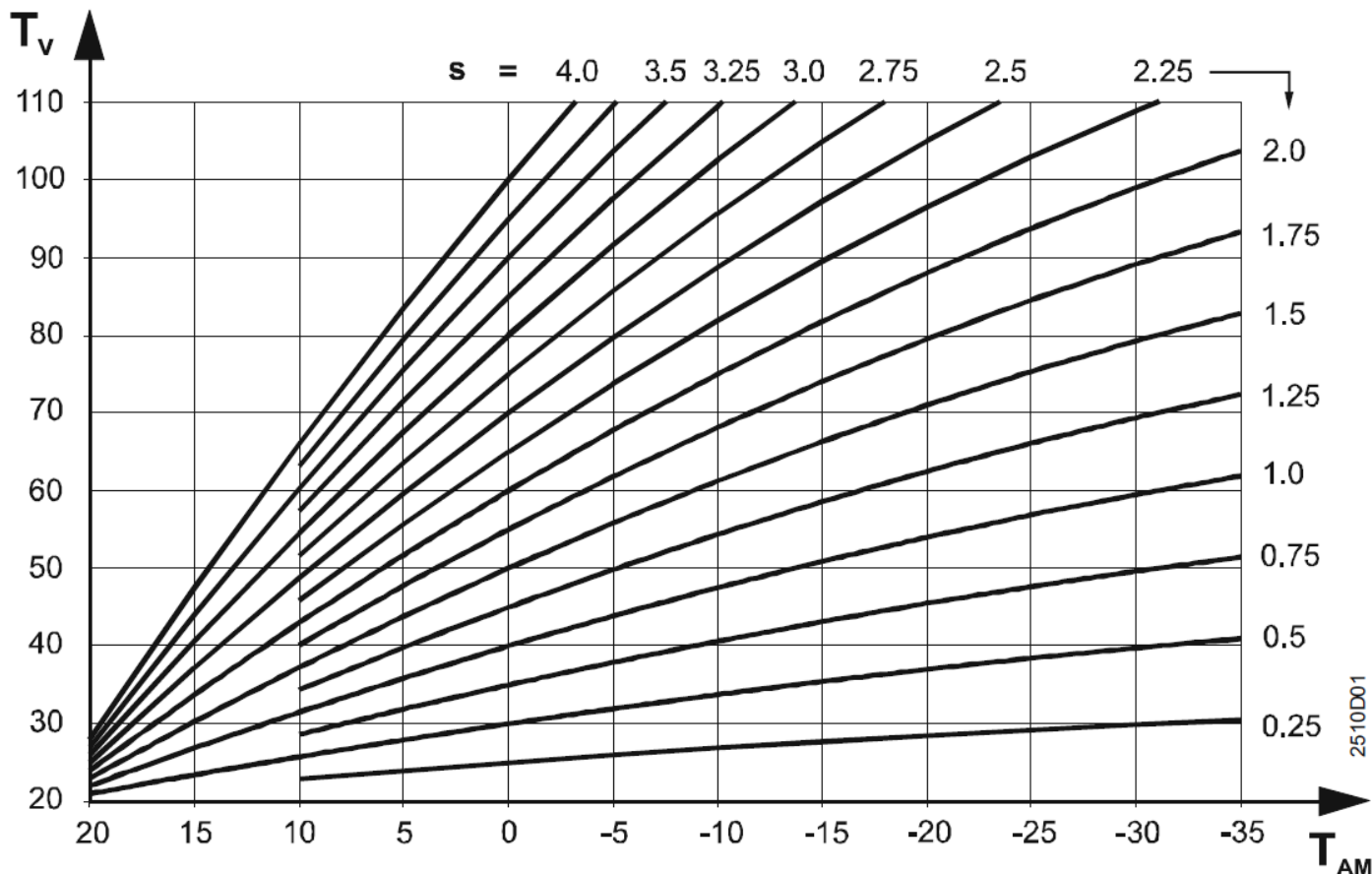
- ▶ Nõuded kontrollerile
  - Suurim püsiv kõrvalekalle seadesuurusest  $\pm 2^{\circ}\text{C}$
  - Suurim hetkeline kõrvalekalle:  $\pm 10^{\circ}\text{C}$
  - Lubatud pideva kõikumise amplituud:  $\pm 3^{\circ}\text{C}$
  - Aeg esimese nõude täitmiseni kuni 2 minutit
- ▶ Ajamid on kiiremad kui küttel: tavaliselt 30–35 sekundit on avanemis- või sulgumisaeg

# Kütte reguleerimine

- ▶ Nõuded kontrollerile
  - Suurim püsiv kõrvalekalle seadesuurusest  $\pm 2^{\circ}\text{C}$
  - Suurim hetkeline kõrvalekalle:  $\pm 5^{\circ}\text{C}$
  - Lubatud pideva kõikumise amplituud:  $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$
  - Aeg esimese nõude täitmiseni kuni 2 minutit
- ▶ Ajamid on aeglased: tavaliselt 120 sekundit on avanemis- või sulgumisaeg

# Kütte reguleerimine

Küttegaafik / Heating slope chart



s Kalle / Slope

$T_{AM}$  Akkumuleeritud välisõhu temperatuur Composite outside temperature

$T_v$  Keskkütte pealevoolu temperatuur / Flow temperature s Kalle / Slope

# Kütte lisaseaded



62	Ehitise tüüp	1 (0 / 1)		0 = raske, suure soojusinertsiga 1 = kerge, väikese soojusinertsiga
63	Temperatuuri kiiralandamine ilma ruumitemperatuuri andurita	1 (0...15)		0 = ei ole kiiralandamiost 1 = min. alanamise aeg, 15 = max. alandamise aeg, aeglaselt
69	Õhu <u>AKKUMULEERITUD SOOJUSE KASUTAMIS-ULATUS</u> Heat gains	0 K (-2...+4)	.....K	Ruumitemperatuuri asetus K _ tes <u>Regulaator eeldab soojusinertsit olemasolu</u>
70	Ruumitemperatuuri mõju (võimendustegur)	10 (0...20)	.....	Funktsiooni saab kasutada ainult koos ruumi temperatuurianduriga
71	Küttekõvera paralleelne nihutamine <u>Vee temperatuuri järgi arvestades</u>	0.0 K (-4.5...+4.5)	.....K	Samane ruumi temperatuuri muutmisele seadepuuga 7. Setting in K room temperatuur
72	Tsirkulatsioonipumba järeltöö, alaline viide enne kui seiskub	4 min (0...40)	.....min	0 = pump peatub kohe
73	Külmumiskaitse	1 (0 / 1)	.....	0 = ei ole 1 = on üldiselt +8 oC

Kui kasutate välitemperatuuri andurit on külmumiskaitse 2 astet:

1. Tvälis < 1.5 °C käivitub tsirkulatsioonipump iga 6 tunni tagant 10 minutiks
2. Kui Tvälis < 5 °C töötab tsirkulatsioonipump pidevalt.

Kui kasutate ruumitemperatuuri andurit, on külmumiskaitse 2 astet:

1. Tkütte pealevool < 5 °C käivitub tsirkulatsioonipump iga 6 tunni tagant 10 minutiks
2. Kui Tkütte pealevool < 5 °C töötab tsirkulatsioonipump pidevalt.

Vältimaks külmumisohtu, on soovitatav kasutada mõistlikku ECO väärtust, rida 61, ja fikseerida minimaalne kütte temperatuur nt. 15 °C reast 85 ja 96.

Et mistahes külmumiskaitse funktsioonid rakenduksid, peab regulaator olema sisse lülitatud ja pumbad kas juhitud regulaatori poolt elik olema sisse lülitatud.

74	Maksimaalselt lubatud temperatuur ruumile, rakendub nii anduri kui tingliku temperatuuri arvestamisel	--- K (--- / 0.5...4)	.....K	Normaalne ruumi seadetemperatuur, (nähtav reast 1, seatav nupust 7) --- = ei piirata
----	---	--------------------------	--------	---

# Kontrollerite kommunikatsiooni võimalused

Series RVD12x  
and RVD14x

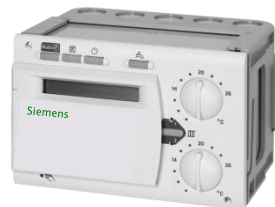


Modbus



WS100 NetBiter

Series RVD25x  
and RVD26x



LPB

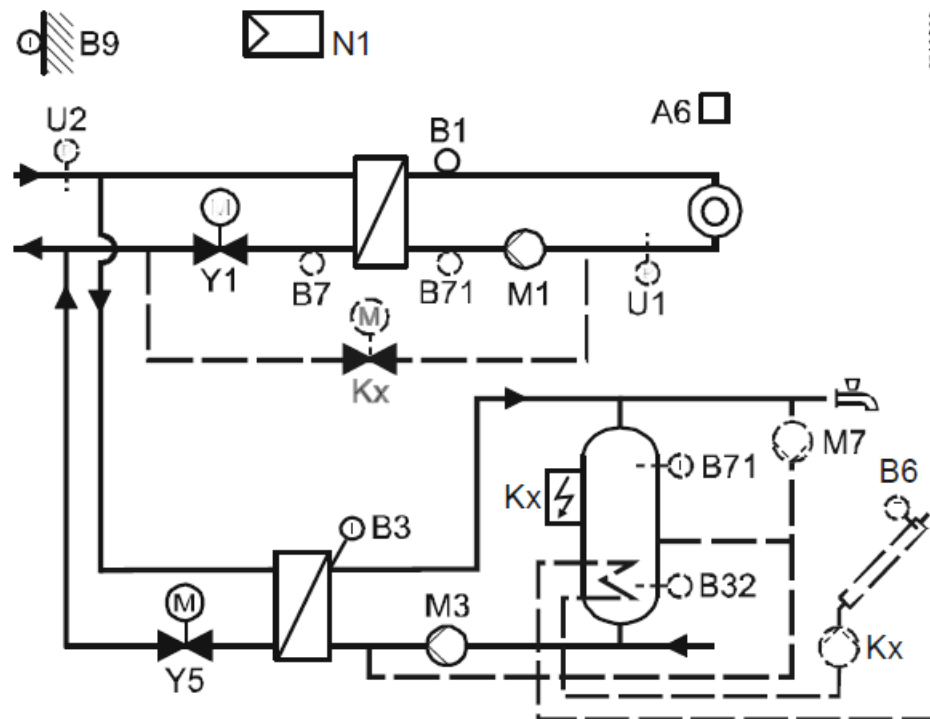


SmartWeb

M-BUS

(suuremad ehitusautomaatika süsteemid)

Plant type 6 –RVD140– enim kasutatav



2610505

# Pumbad



# Arvestuslik tööpunkt pumbale

Arvutatakse välja soojusvajadus ning sealt tulenevalt vooluhulk, mille peab tagama soojusvajaduse katmise.

Vooluhulk  $Q$  –  $\text{m}^3/\text{h}$ ,  $\text{l/s}$

Pidades silmas vooluhulka, arvutatakse välja süsteemi rõhukadu, ehk rõhk mille pump peab tagama, et saavutada vajalikku vooluhulka

Tõstekõrgus  $H$  –  $\text{kPa}$ ,  $\text{m}$

Pidades silmas vooluhulka, arvutatakse välja süsteemi rõhukadu, ehk rõhk mille pump peab tagama, et saavutada vajalikku vooluhulka

Tõstekõrgus  $H$  –  $\text{kPa}$ ,  $\text{m}$



# Reaalne tööpunkt süsteemis

Näide: arvestuslik tööpunkt  $Q=1,7 \text{ m}^3/\text{h}$  ja  $H=20 \text{ kPa}$

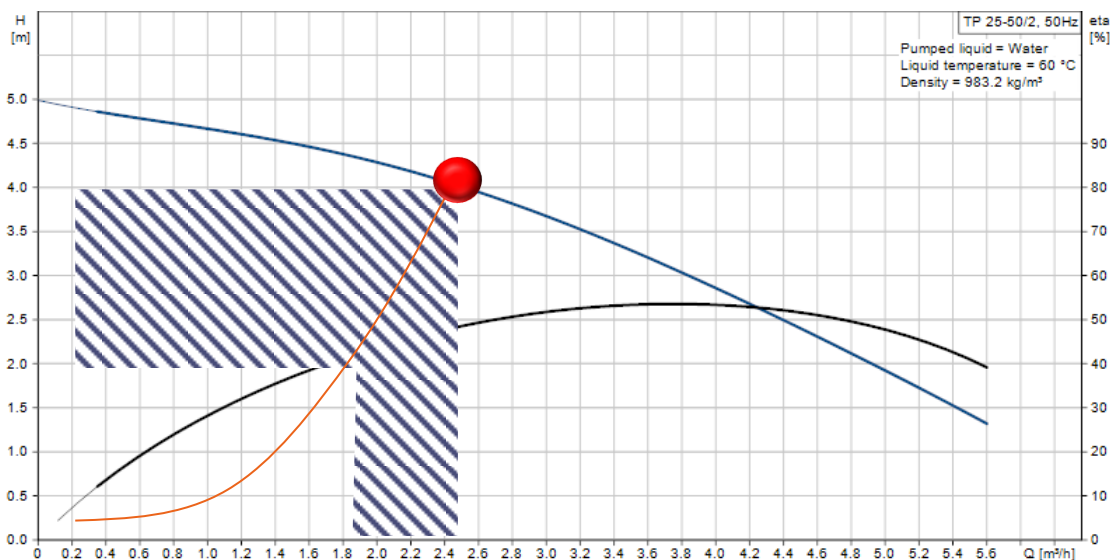
Püsikiirusega pumbal reaalne tööpunkt kujuneb välja süsteemigraafiku ja pumbagraafiku lõikepunktis

$Q=2,34 \text{ m}^3/\text{h}$  ja  $H=42 \text{ kPa}$

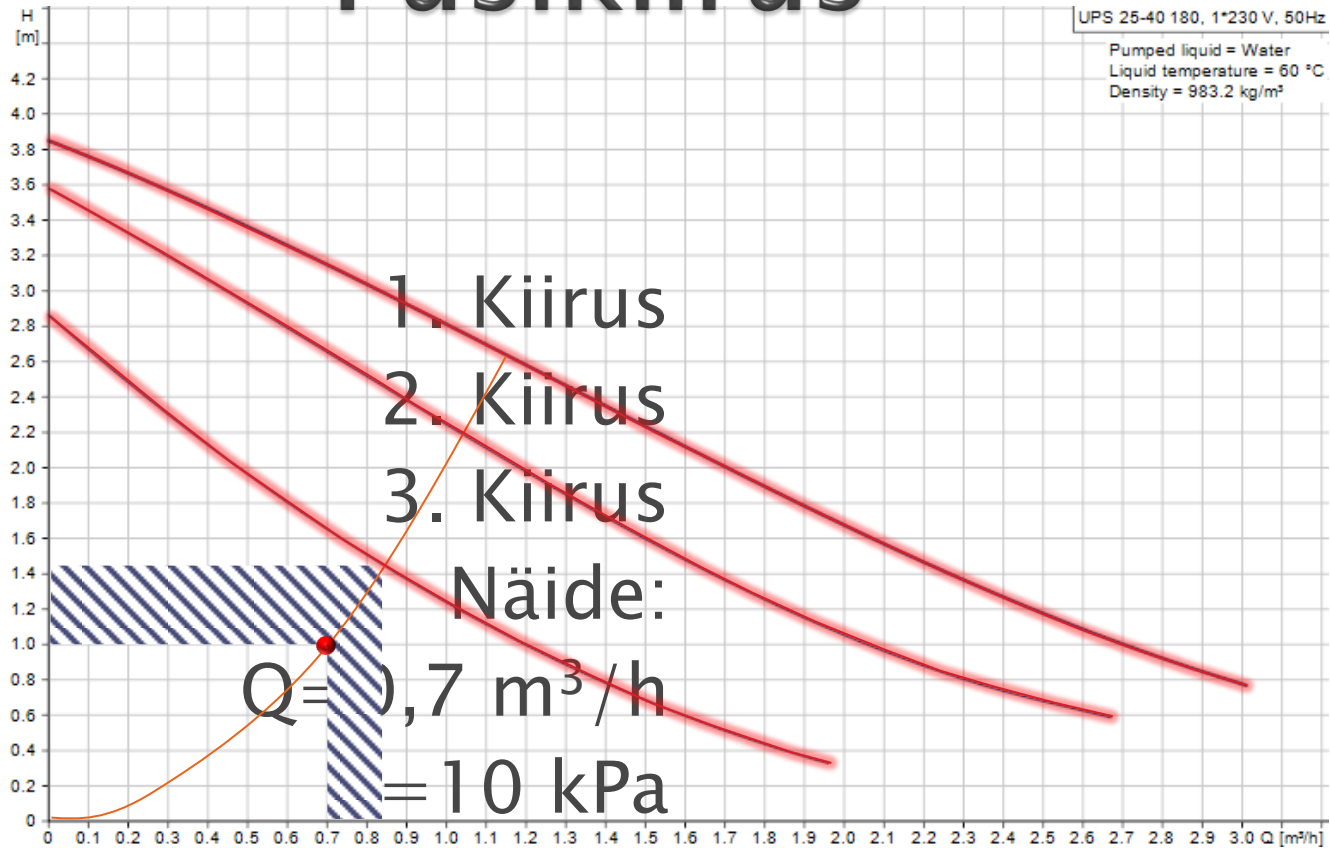
Reaalselt on meil süsteemis:

**37%** rohkem voluhulka

**110%** rohkem rõhku



# Püsikiirus



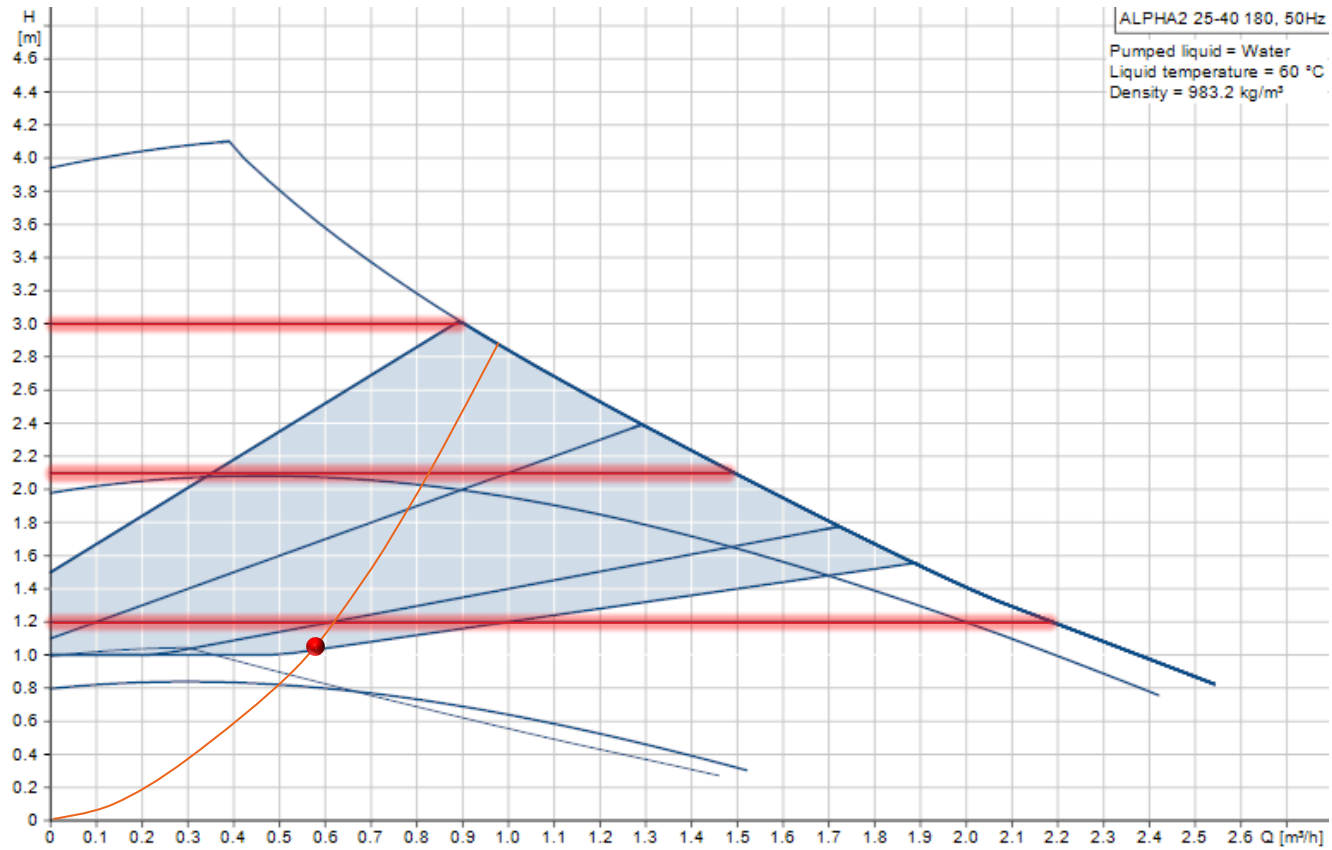
# Konstantse rõhu funktsioon

Vastavalt diferentsiaalrõhule muudetakse sagedusmuunduriga pumba pöördeid

Vooluhulk suureneb / väheneb  
Rõhk on jääv, konstantne

Pumpadel Alpha2, Alpha2L, Magna1 on eelseadistatud konstantse rõhu graafikud

Pumpadel Magna3, TPE3, TPE, NKE, NBE, CRE, CME jne. on võimalik konstantset rõhku täpselt seadistada (setpoint)



# Proportsionaalse rõhu funktsioon

Vastavalt diferentsiaalrõhule muudetakse sagedusmuunduriga pumba pöördeid

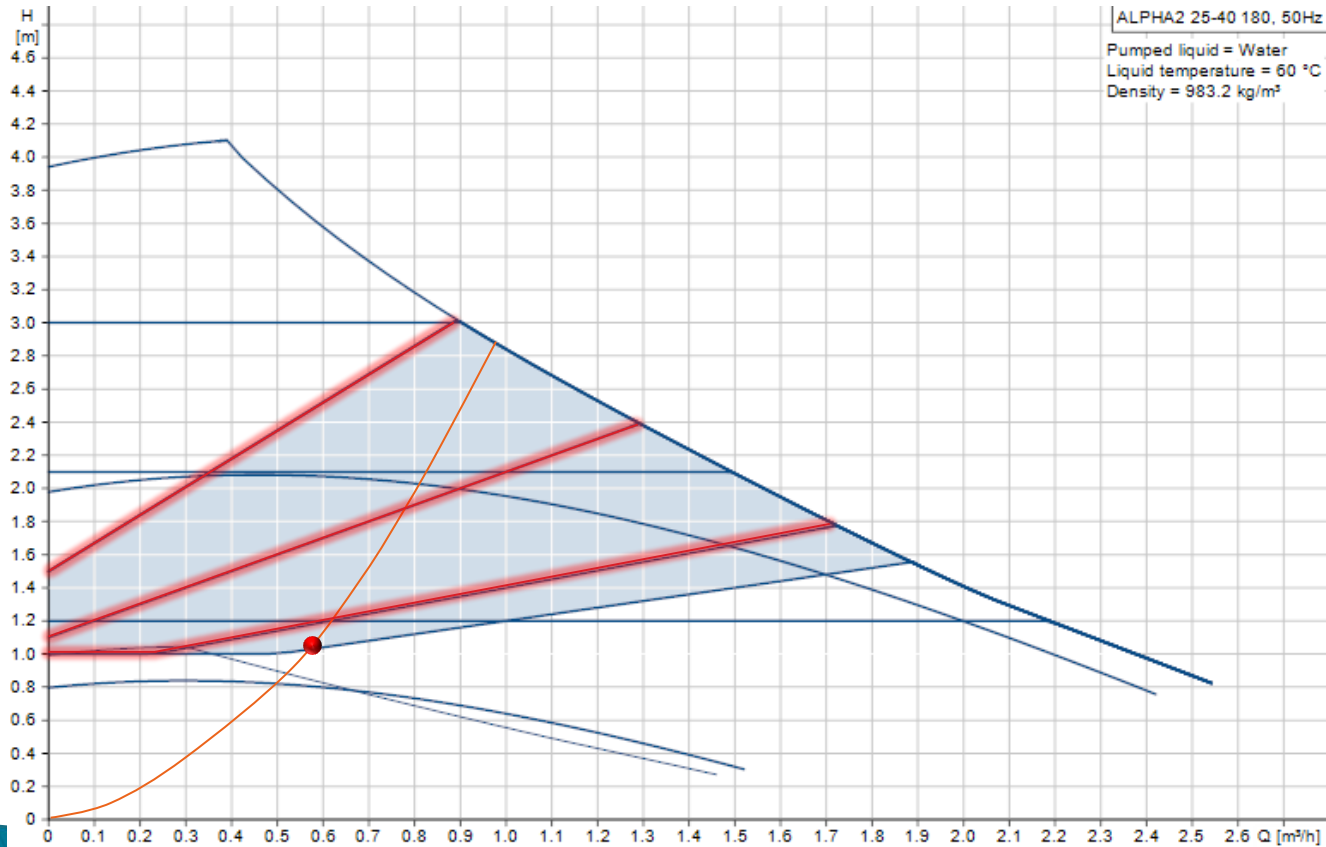
Nii vooluhulk, kui ka rõhk suurenevad / vähenevad  
Pumpadel Alpha2, Alpha2L, Magna1 on eelseadistatud proportsionaalse rõhu graafikud

Pumpadel Magna3, TPE3, TPE, NKE, NBE, CRE, CME jne. on võimalik proportsionaalset rõhku täpselt seadistada (setpoint)

Tsirkulatsioonipumpadel on 0 vooluhulga juures on rõhk pool seadeväärtusest.

Maksimaalse vooluhulga juures on rõhk seadeväärtus

# Proportsionaalse rõhu funktsioon



# Proportsionaalse rõhu funktsioon

Ei ole mõistlik hoida suletud / osaliselt suletud ventiili ees liiga kõrget rõhku

Vähestel juhtudel, kui süsteemi rõhukadu on ebanormaalselt suur, ei ole võimalik kasutada

# AutoAdapt funktsioon

Pump analüüsib diferentsiaalrõhku ja vastavalt diferentsiaalrõhu muutustele korrigeerib proportsionaalset graafikut

Pump leiab antud hetkel kõige optimaalsema proportsionaalse graafiku

Lühema perioodi (ööpäevased) diferentsiaalrõhu kõikumised kompenseeritakse pikki proportsionaalset graafikut liikudes

Pikema perioodi (aastaaegade löikes) diferentsiaalrõhu kõikumised kompenseeritakse proportsionaalset graafikut tõstes / langetades



AutoAdapt tööpiirkond

Pump esmakordselt käivitudes töötab eelseadistatud proportsionaalse graafikuga

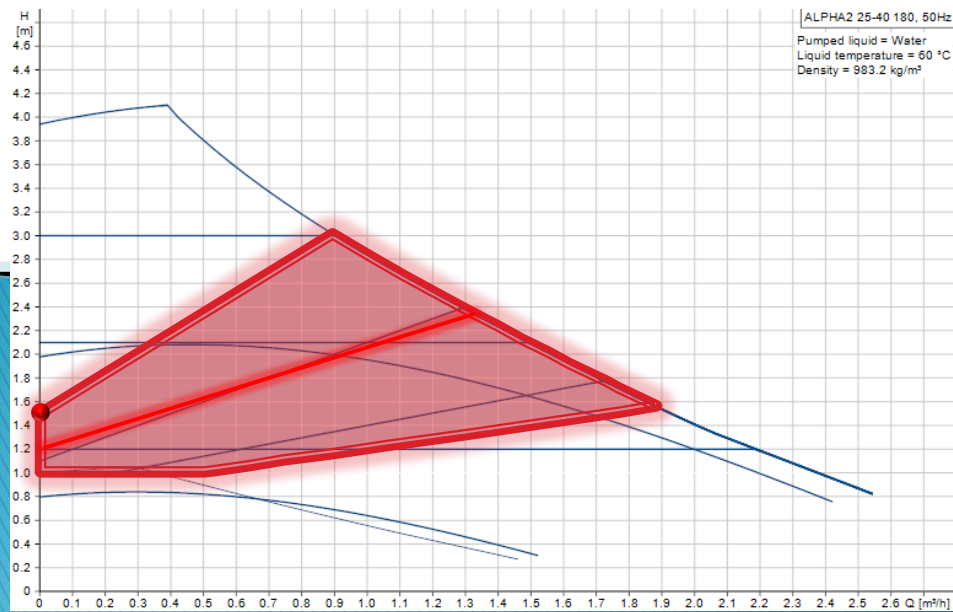
Termostaatventiilid on avatud, vooluhulk tõuseb

Termostaatventiilid hakkavad sulguma maksimaalse vajaduse punktis

Luuakse kõige optimaalsem proportsionaalne töögraafik

Pump saadab impulsse, tõstes hetkeks rõhku

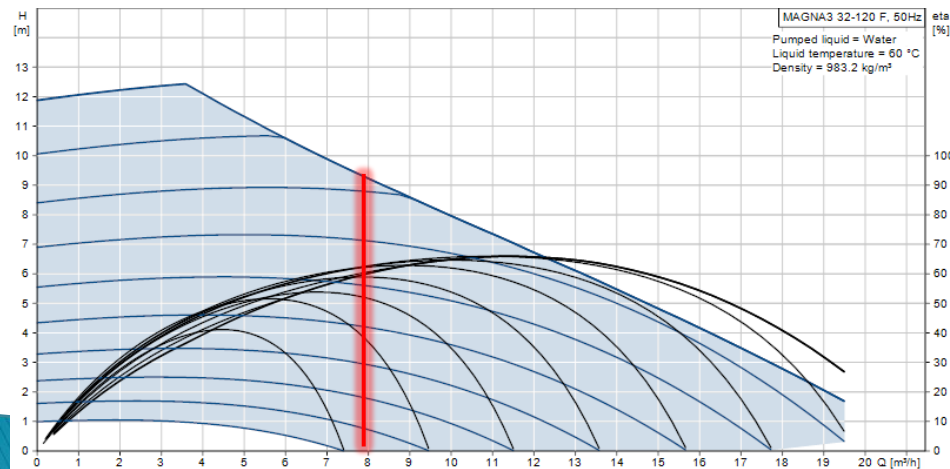
Kui ventiilid ei sulgu, hakatakse graafikut tõstma ülespoole



# FlowLimit funktsioon

FlowLimit lubab meil piirata  
vooluhulka

FlowLimit on funktsioon, mida saab  
kasutada koos teiste funktsioonidega



# FlowAdapt funktsioon

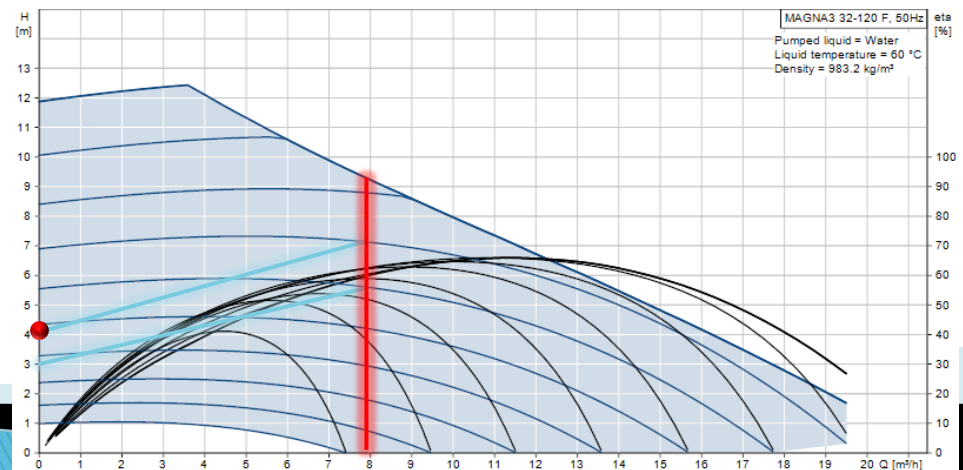
FlowAdapt on AutoAdapt ja FlowLimit kombineeritult

Vooluhulka ja rõhku suurendatakse kuni FlowLimit seadeväärtuseni

Rõhku langetatakse kuni hetkeni, mil vooluhulk hakkab vähenema (See kindlustab, et meil ei oleks üleliigset rõhku)

Antud punktist tehakse uus proportsionaalse rõhu graafik

Igapäevane diferentsiaalrõhu kõikumine kompenseeritakse uue proportsionaalse graafikuga

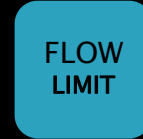


# Magna3



- ▶ **EEl 0,17 – 0,20 (Turu parim efektiivsus)**
- ▶ Temperatuuri vahemik  $-10$  kuni  $110\text{ C}^{\circ}$
- ▶ Max Q =  $150\text{ m}^3/\text{h}$ , Max H = 18 m, Max 16 bar
- ▶ Rohkem kui 150 erinevat varianti

# Magna3



- ▶ Püsikiirus
- ▶ Konstantne rõhk
- ▶ Proportsionaalne rõhk
- ▶ AutoAdapt
- ▶ FlowLimit
- ▶ FlowAdapt
- ▶ Temperatuuri järgi juhtimine (konstantne temperatuur)

# Magna3



AUTO  
ADAPT

FLOW  
LIMIT

FLOW  
ADAPT

C°

- ▶ Parendatud hüdraulika
- ▶ Kataforeestöötluusega pumbapesa
- ▶ Neodüüm püsिमagnet mootor
- ▶ Komposiitmaterjalidest rootorikann
- ▶ Patenteeritud diferentsiaalrõhu andur
- ▶ TFT ekraan
- ▶ Grundfos Eye
- ▶ Isolatsiooni koorikud
- ▶ Jahutusele spetsiaalsed koorikud kondensatsiooni vältimiseks



# Magna3

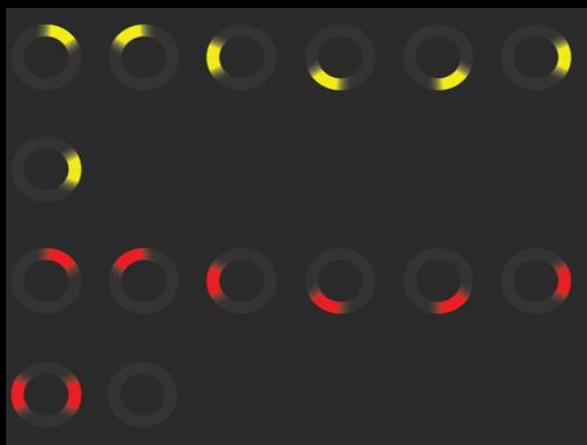


AUTO  
ADAPT

FLOW  
LIMIT

FLOW  
ADAPT

C°



- ▶ Kasutajasõbralik kasutajaliides
  - Eesti keel
  - Koduekraani võimalik seadistada
  - 3D Graafikud
  - Graafiline pumbagraafik ja tööpunkt reaajas
  - Abi pumba seadistamisel
  - Hoiatuste ja vigade logi – kirjeldab vea iseloomu
  - Grundfos Eye – indikateerib viga, hoiatust või valmidust tööks

# Magna3



AUTO  
ADAPT

FLOW  
LIMIT

FLOW  
ADAPT

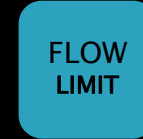
°C



- ▶ Energiaarvesti
- ▶ Lisaks tuleb paigaldada väline temperatuuri andur tagastuvale torule
- ▶ Energiaarvesti väärtus salvestub kumulatiivselt pumpa
- ▶ Energiaarvesti väärtust on võimalik andmesidega edastada
- ▶ Energiaarvesti täpsus on  $\pm 1\%$  –  $\pm 10\%$



# Magna3



<p>Max. 24 V DC 22mA</p>	<p>Max. 250 V AC 2 A AC1</p> <p>Min. 5 V DC 20 mA</p>
<p>0 - 10 V DC</p>	
<p>4 - 20mA</p>	
<p>230 V AC 50/60 Hz</p>	

## ▶ Sisendid / Väljundid

- 1 × Analoogsisend (0–10V / 4–20mA)
- 2 × Releeväljund
- 3 × Digitaalne sisend

# Magna3

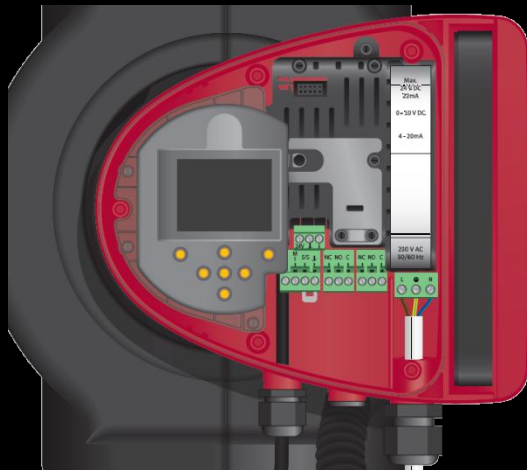


AUTO  
ADAPT

FLOW  
LIMIT

FLOW  
ADAPT

C°



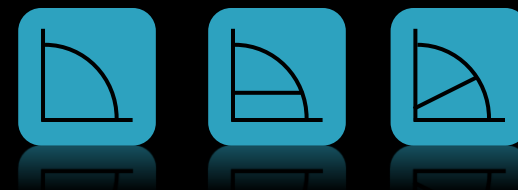
- ▶ Võimalik lisada moodul andmesideks
- ▶ Hetkel toetatud field-bus protokollid
  - LON
  - Profibus
  - MOD
  - BACnet
  - GENibus
  - GSM/GPRS

# Magna 1



- ▶ EEI 0,22
- ▶ Temperatuuri vahemik -10 kuni 110 C°
- ▶ Max Q = 150 m<sup>3</sup>/h, Max H = 18 m, Max 16 bar
- ▶ Grundfos Eye
- ▶ Puudub võimalus andmeside kommunikatsiooniks
- ▶ Ei saa täppisseadistada
- ▶ Puuduvad sisendid / väljundid
- ▶ Puudub ekraan
- ▶ Funktsionaalsuse poolest samaväärne Alpha2L-ga

# Magna1



- ▶ 3 × Eelseadistatud Püsikiirus
- ▶ 3 × Eelseadistatud Konstantne rõhk
- ▶ 3 × Eelseadistatud Proportsionaalne rõhk

# Päikeseküte

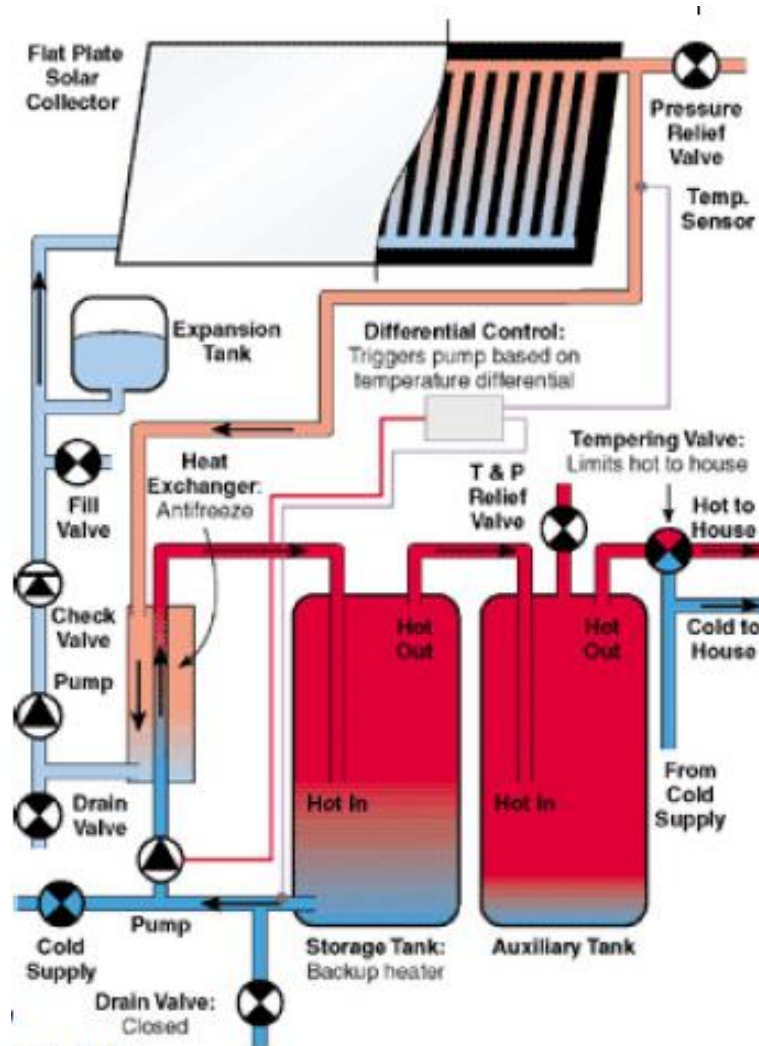


Figure 6.16 Solar flat collectors on a roof.

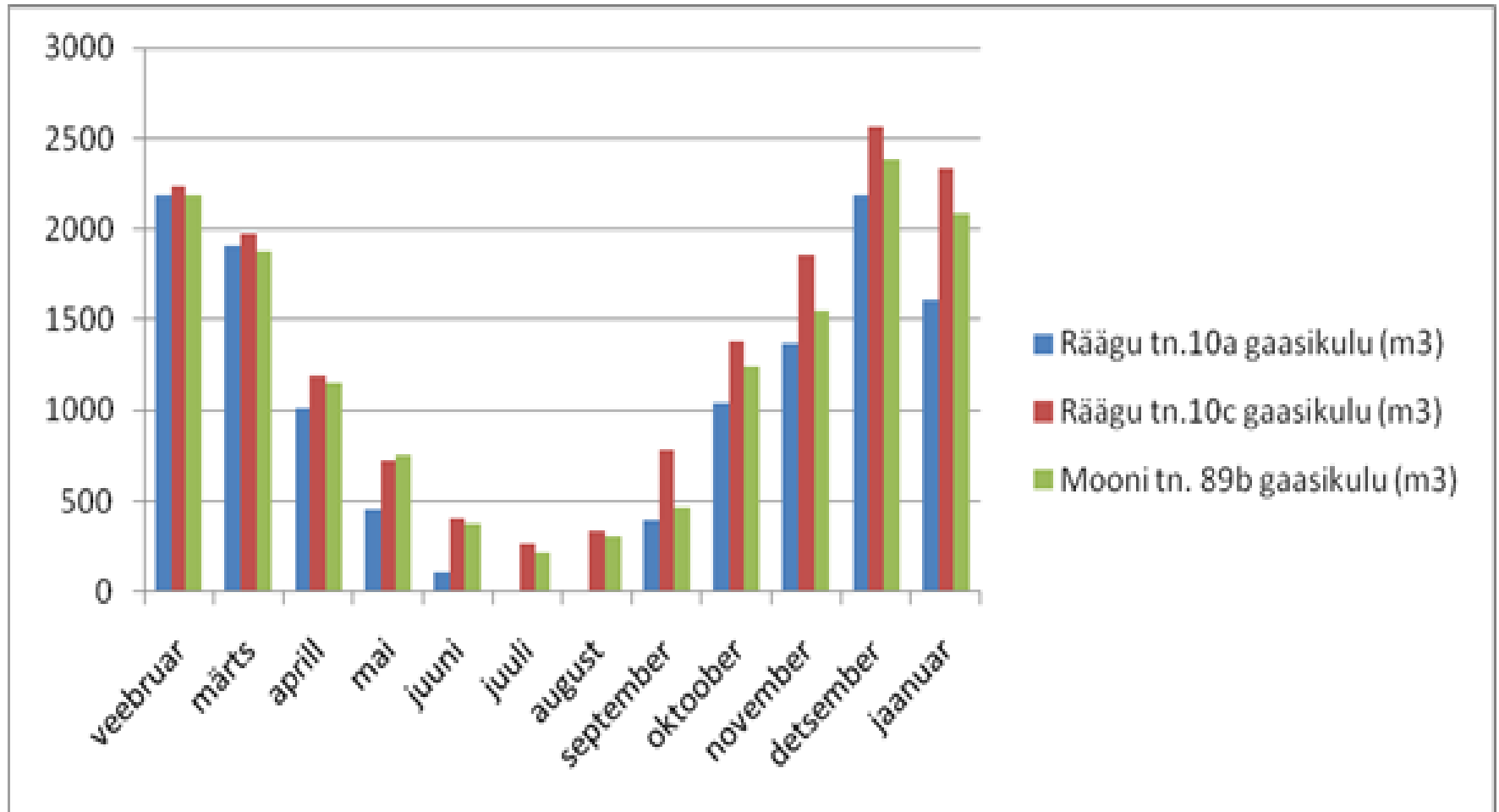


Figure 6.18 An evacuated tube collector  
re collector (see Figures 6.16 and 6.17)

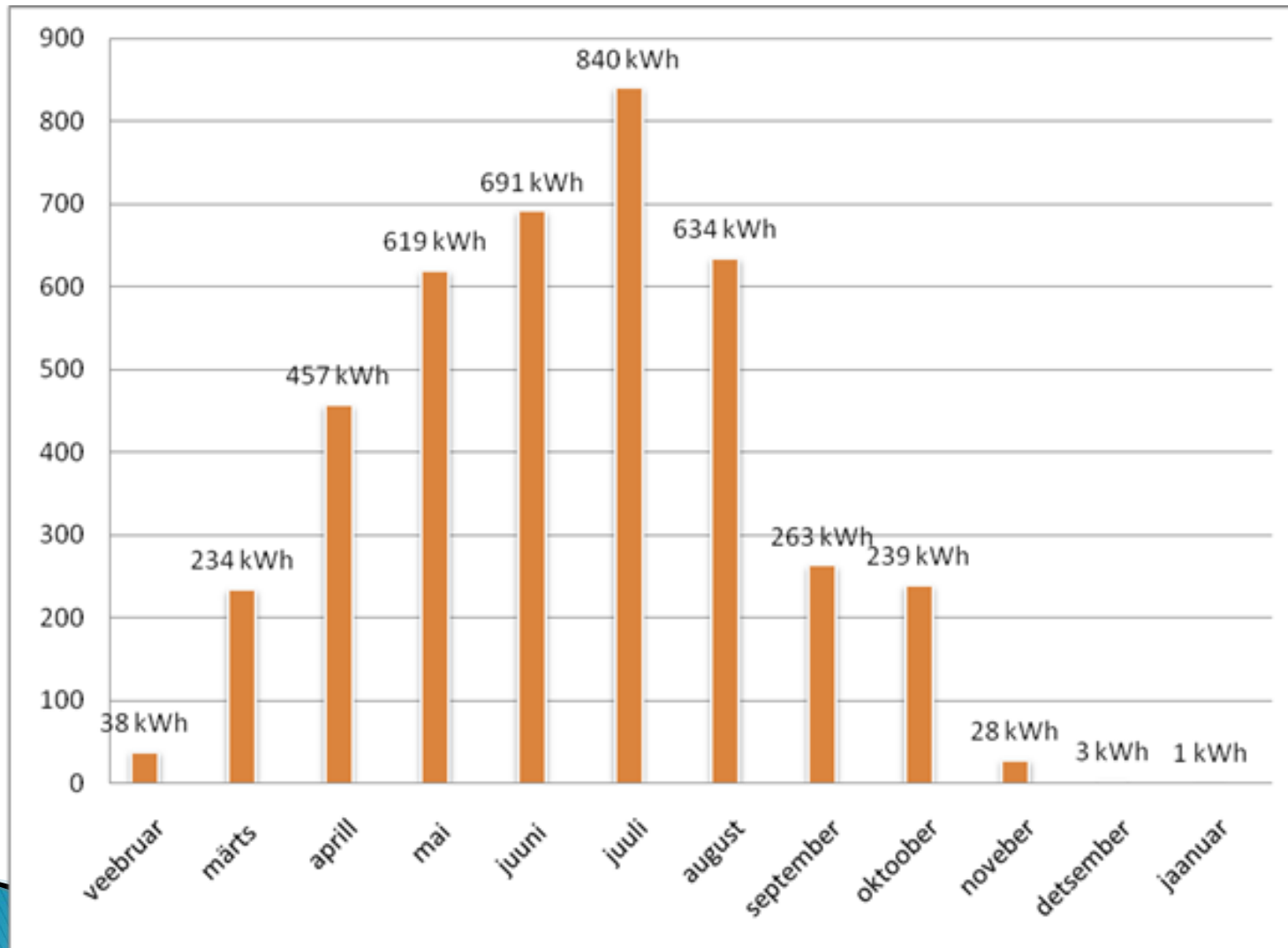
# Kollektori ühendus



# Gaasi tarbimine majades



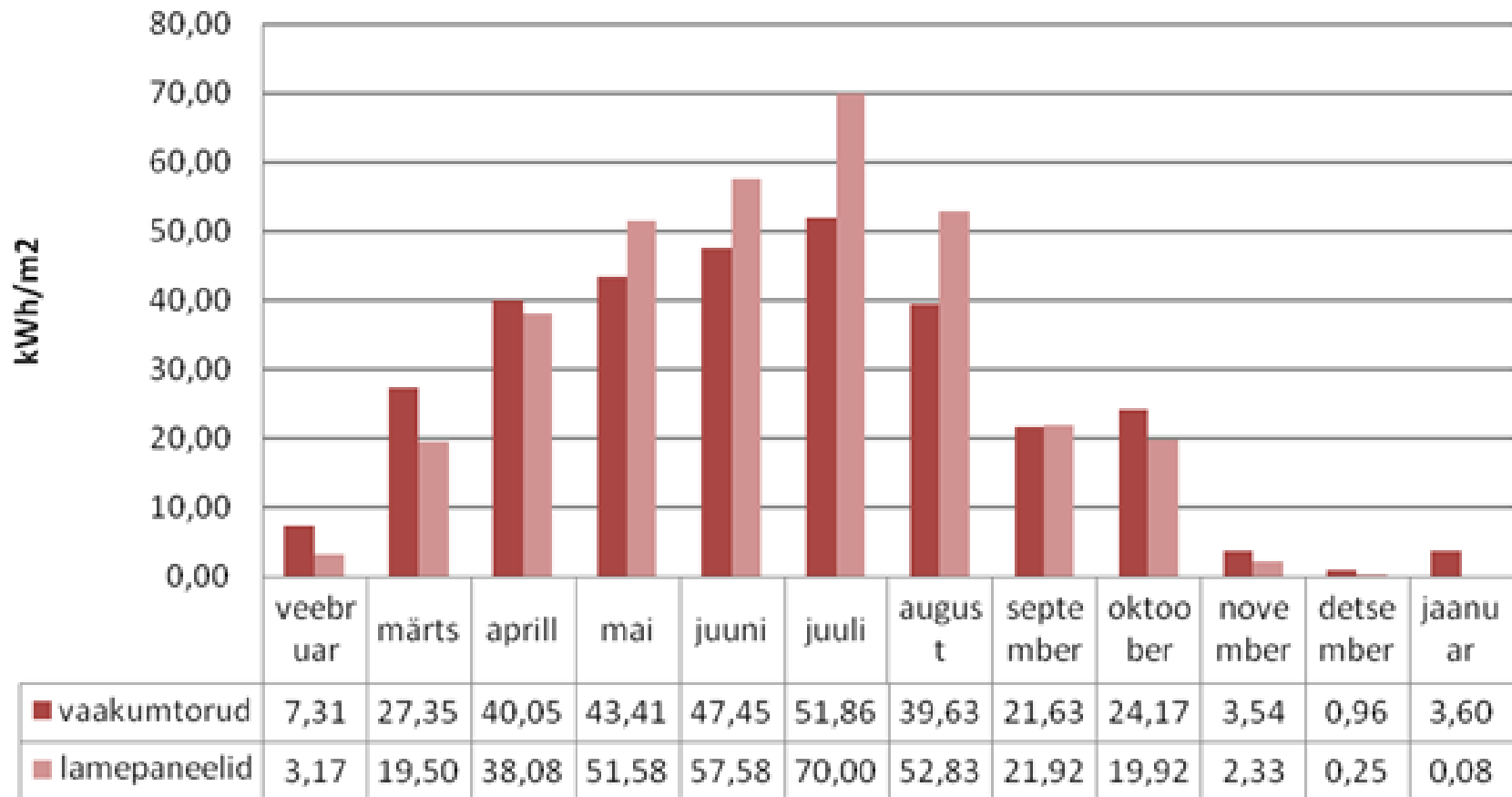
# Saadud päikesenergia





# Paneelide võrdlus

## Päikesepaneelide võrdlus [kWh/m<sup>2</sup>]



# Soojuspumba lisamine soojussõlmele



- ▶ Võimaldab kasutada ventilatsioonisoojuse energiat
- ▶ Esmalt kasutatakse sooja tarbevee tootmiseks, seejärel ka küttevee soojendamiseks
- ▶ Tarbija seisukohalt tasuv investeering
- ▶ Soojusvõrgule just mitte parim lahendus, sest tõuseb trassi tagastuv temperatuur



# Skeem

