

SOOJUSSÕLMEDE REGULEERIMINE JA KÜTTESÜSTEEMI TASAKAALUSTAMINE

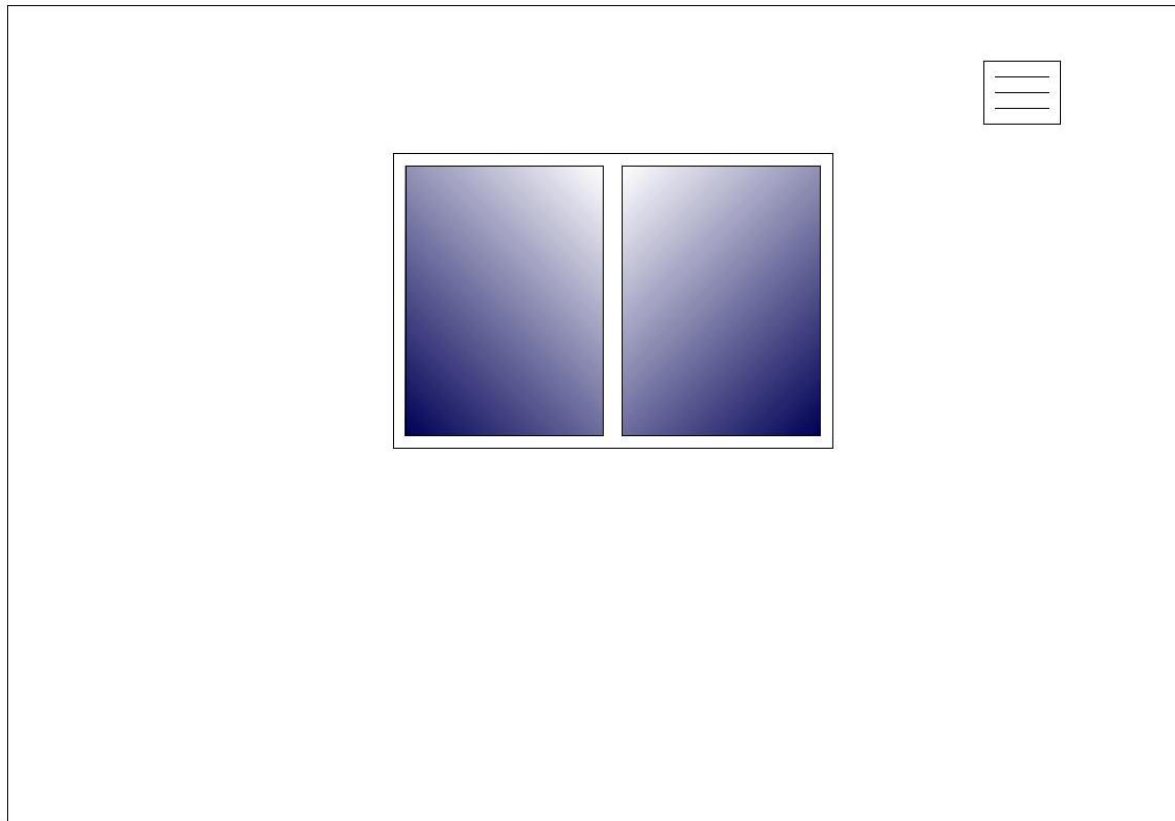
**Maja küttesüsteemi tasakaalustamine ja ventilatsiooni
vajalikkus**

Toomas Rähmonen
Termopilt OÜ

Millest räägime?

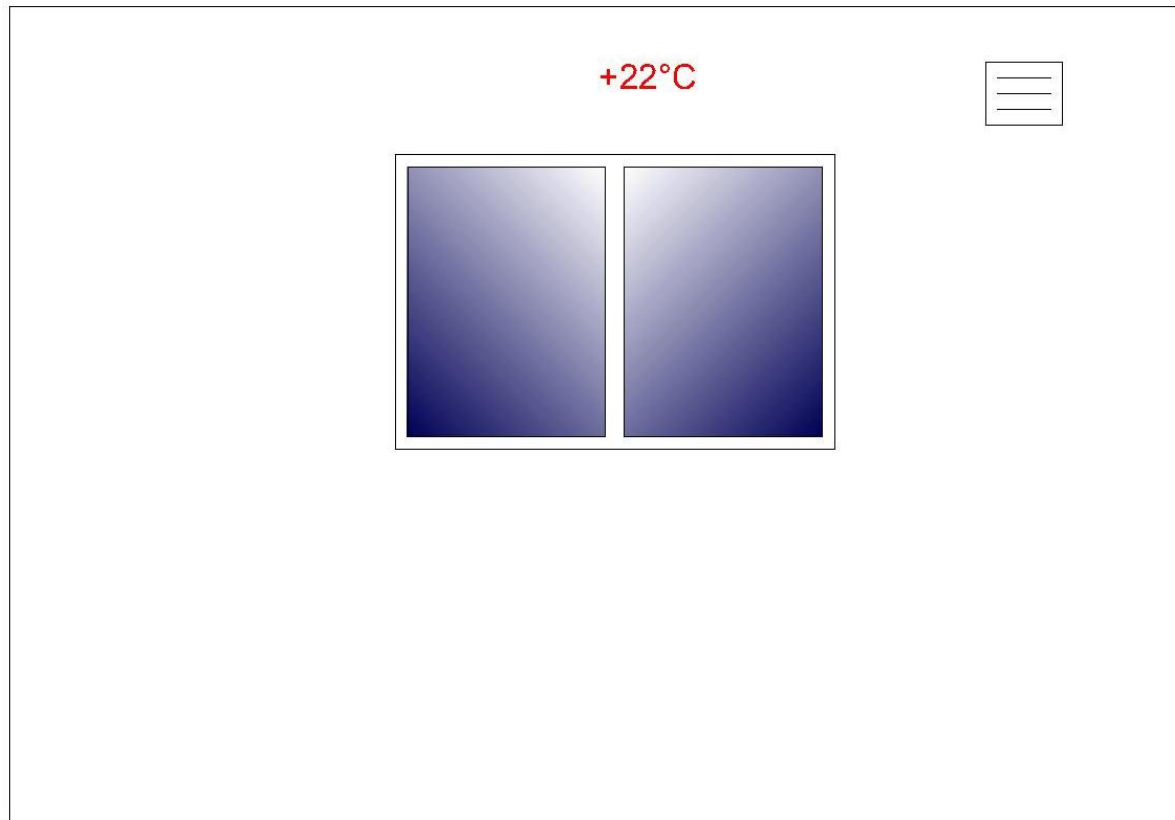
- Hoonetes soojusenergia kasutamisest üldisemalt (küte, ventilatsioon, soe tarbevesi), ülevaade teooriast ja praktikast;
- Küttesüsteemid, erinevate lahenduste iseärasused, häälestamine;
- Ventilatsioonisüsteemid ja nende rekonstrueerimise lahendused;
- Sooja tarbevee tootmine kaugkütte baasil;
- Veelkord energiasäästust üldisemalt.

Hoone energiakasutus

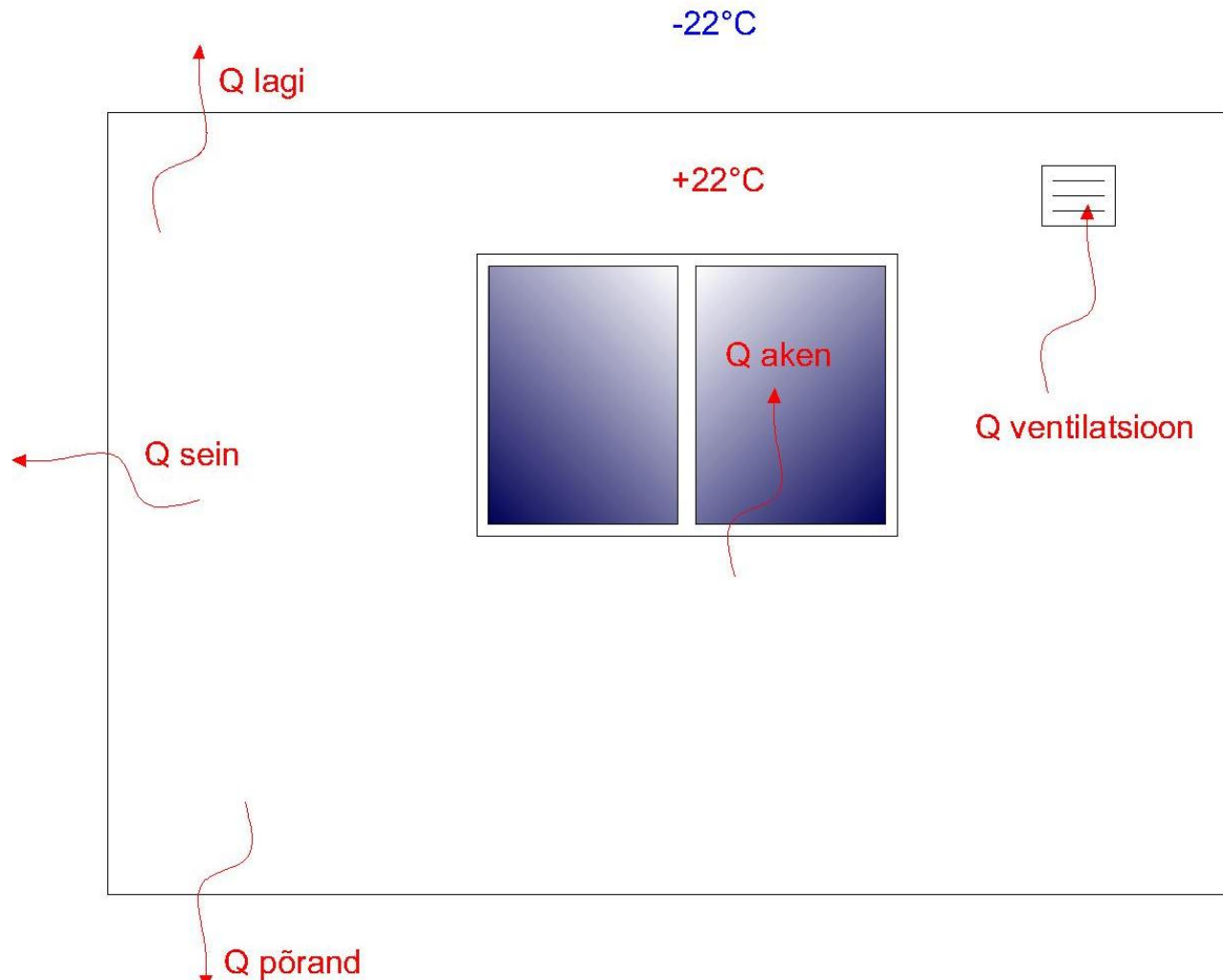


Hoone energiakasutus

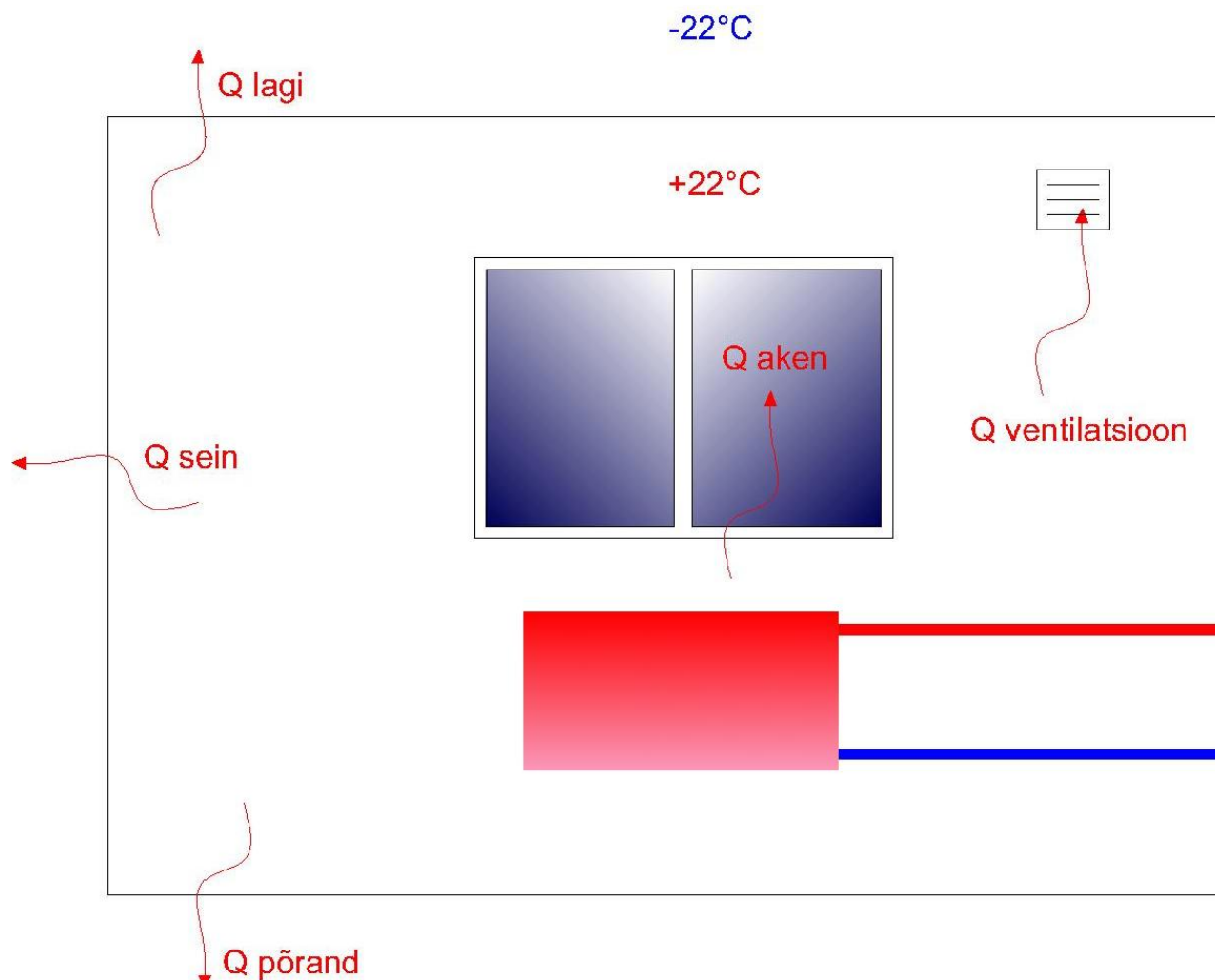
-22°C



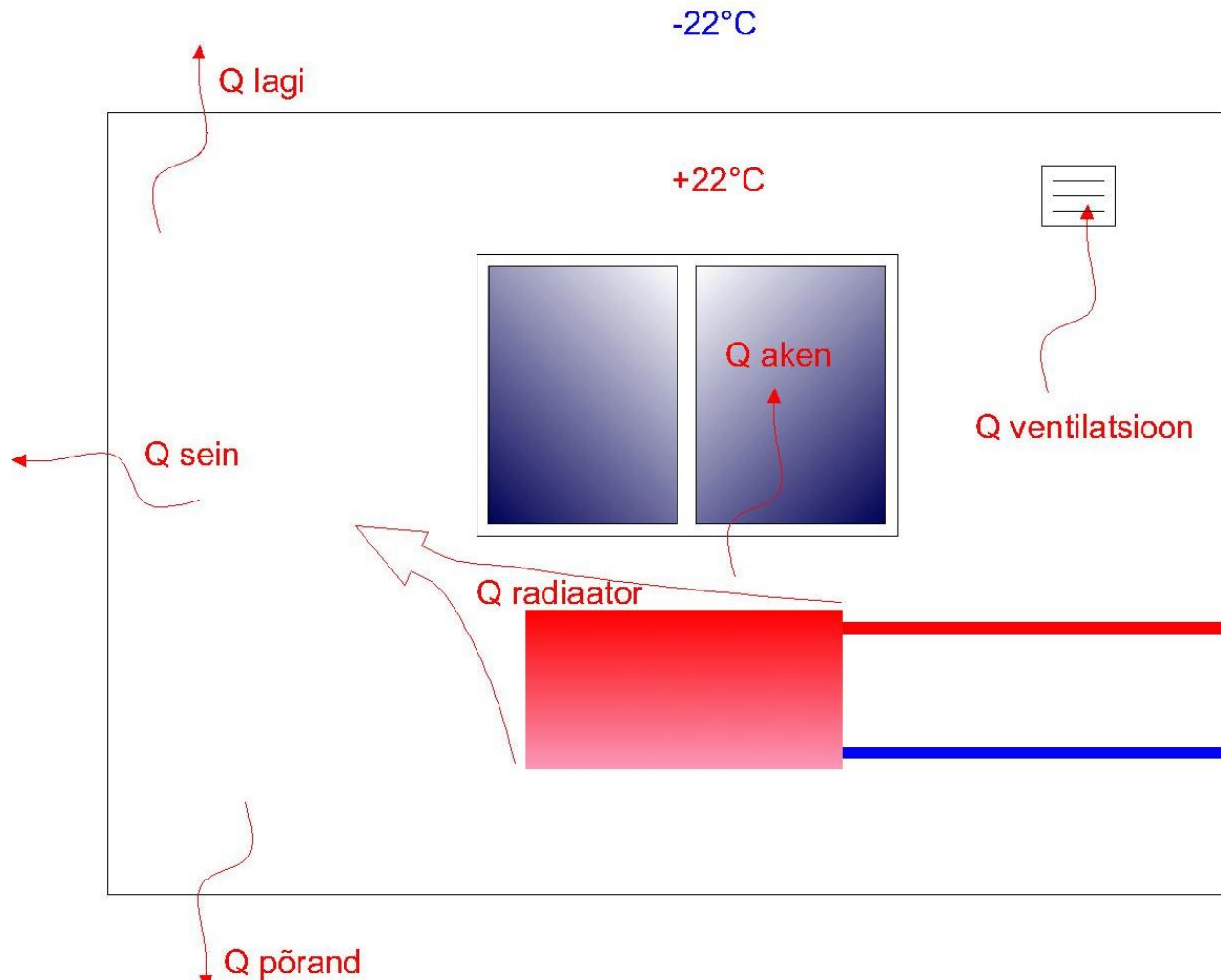
Hoone energiakasutus



Hoone energiakasutus



Hoone energiakasutus



Hoone energiakasutus

Kui:

$$Q_{\text{radiaator}} = Q_{\text{põrand}} + Q_{\text{sein}} + Q_{\text{lagi}} + Q_{\text{aken}} + Q_{\text{ventilatsioon}}$$

siis toatemperatuur püsib

NB! Tegelikkus on mõnevõrra keerulisem, kuna arvestama peab ka muude energiaallikatega ruumis e. **vabasoojusega**.

Lisaks nimetatutele välistemperatuurist sõltumatu energia kulu **sooja tarbevee soojendamiseks**.

Hoone energiakasutus

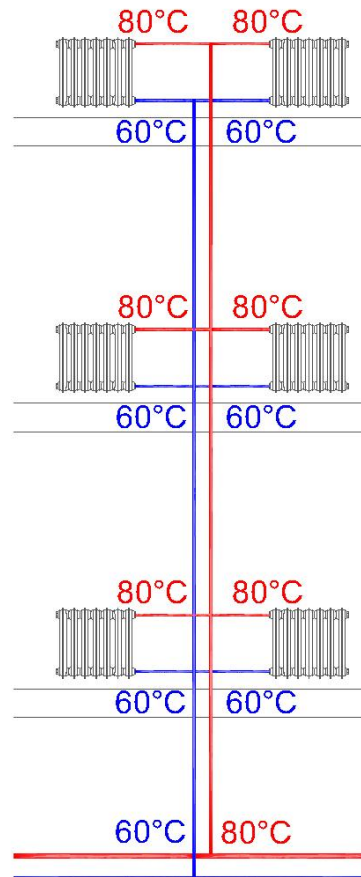
Kogemuslik aastane energiakulu, hoonete tavapärasel kasutuskoormusel (elaniku kohta pinda 15-25 m²):

- Hoone välispiirete jahtumise kompenseerimine
 - Rekonstrueerimata hooned 100-150 kWh/m²
 - Rekonstrueeritud hooned ~50 kWh/m²
- Ventilatsiooniõhu soojendamine
 - Energiatagastuseta vajalik ~50 kWh/m²
 - Energiatagastusega võimalik <20 kWh/m²
 - Tänapäevane reaalsus 20-30 kWh/m²
- Sooja vee tootmine kuni 50 kWh/m²

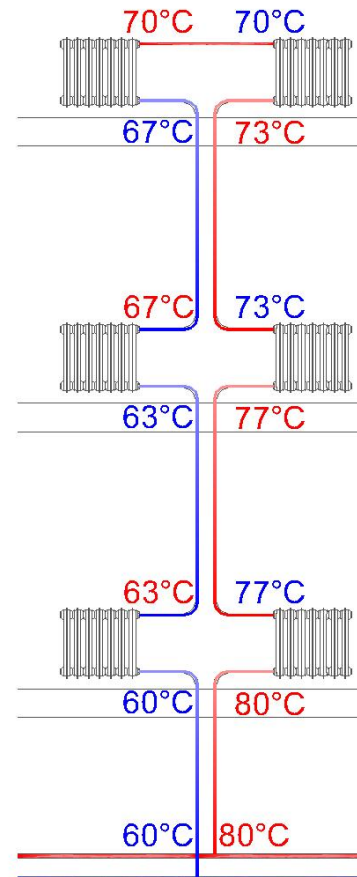
Küttesüsteem

Küttesüsteem

2-toru süsteem



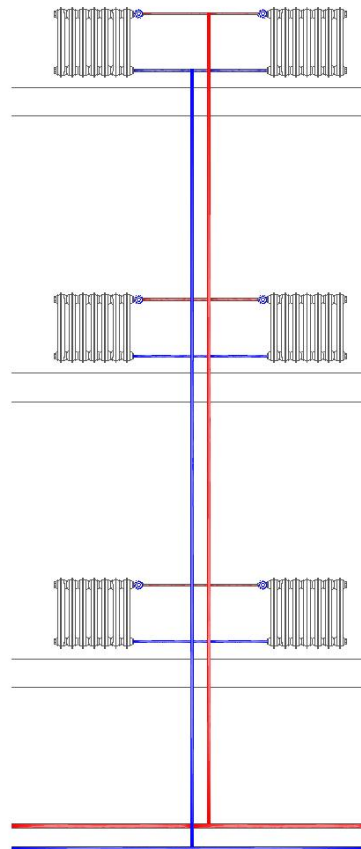
1-toru süsteem



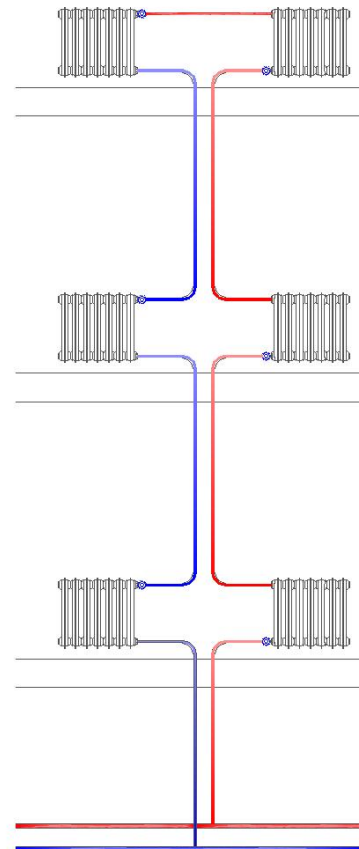
Küttesüsteem

Reguleerimine

2-toru süsteem



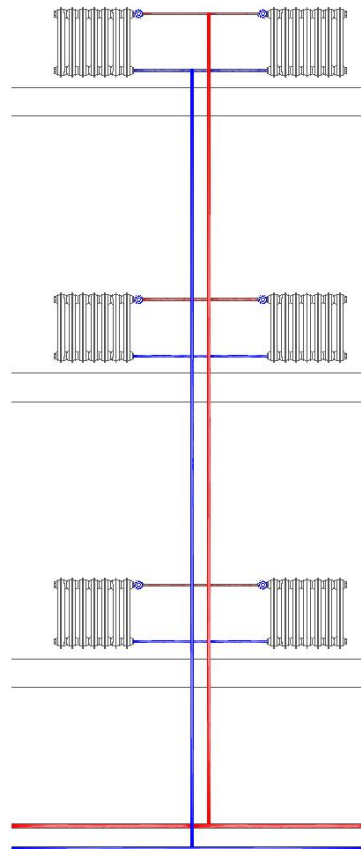
1-toru süsteem



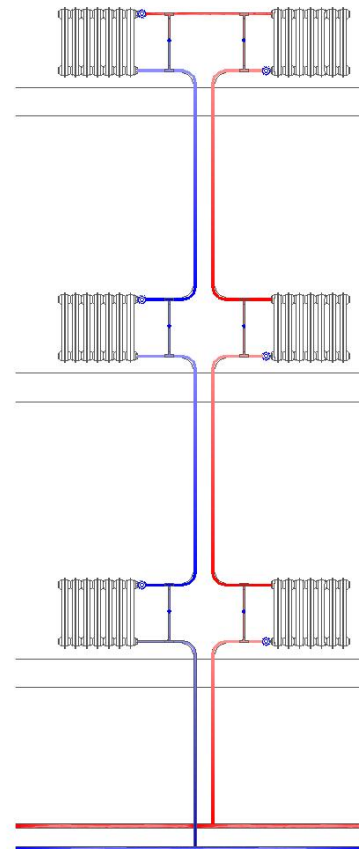
Küttesüsteem

Reguleerimine

2-toru süsteem

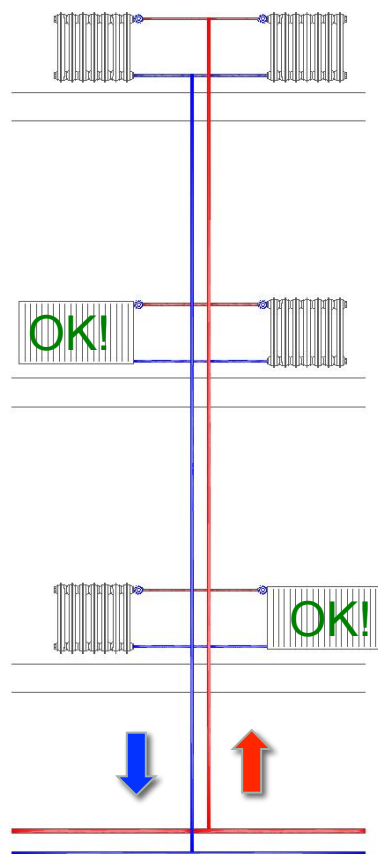


1-toru süsteem

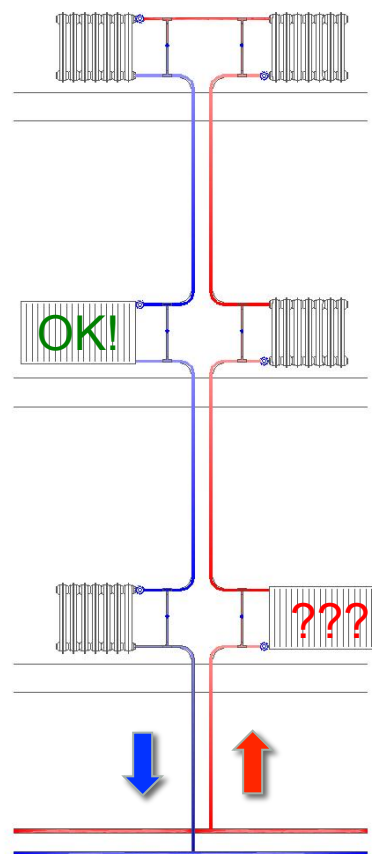


Küttesüsteem

2-toru süsteem

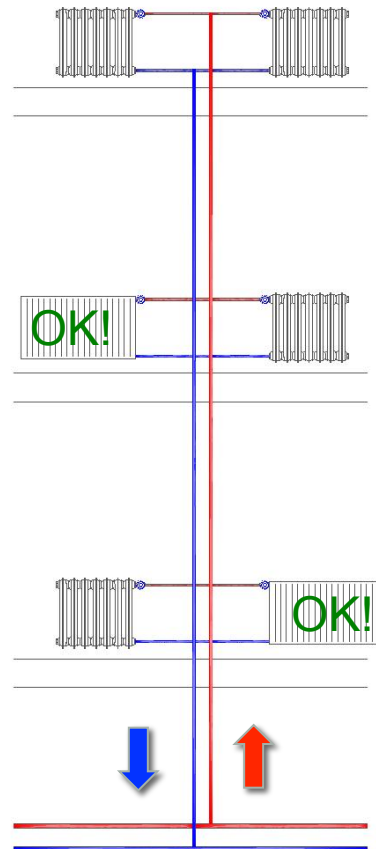


1-toru süsteem

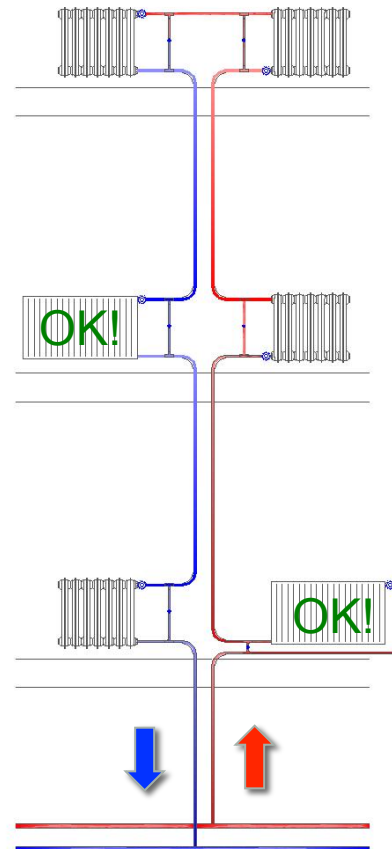


Küttesüsteem

2-toru süsteem



1-toru süsteem



Küttesüsteem

$T_{\delta} = 21^{\circ}\text{C}$

$T_{pv} = 70^{\circ}\text{C}$



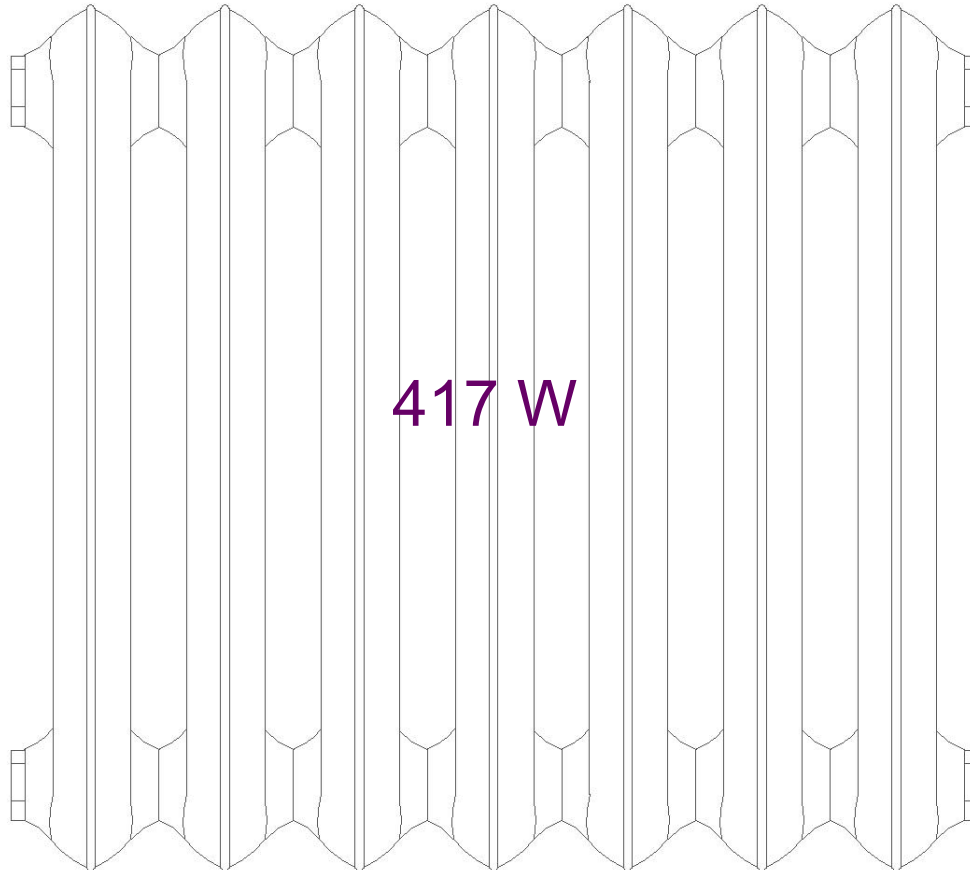
$T_{tv} = 50^{\circ}\text{C}$



Küttesüsteem

$T_{\tilde{o}} = 21^{\circ}\text{C}$

$T_{pv} = 50^{\circ}\text{C}$



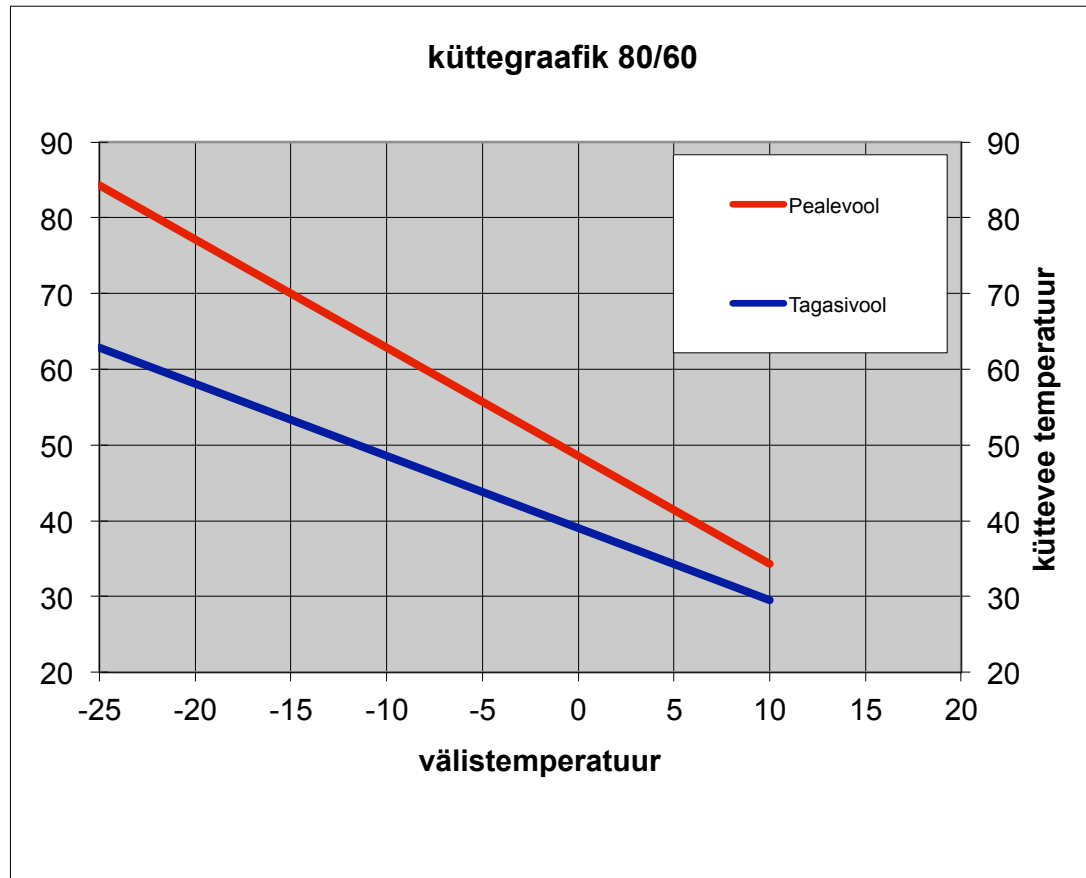
417 W

$T_{tv} = 70^{\circ}\text{C}$



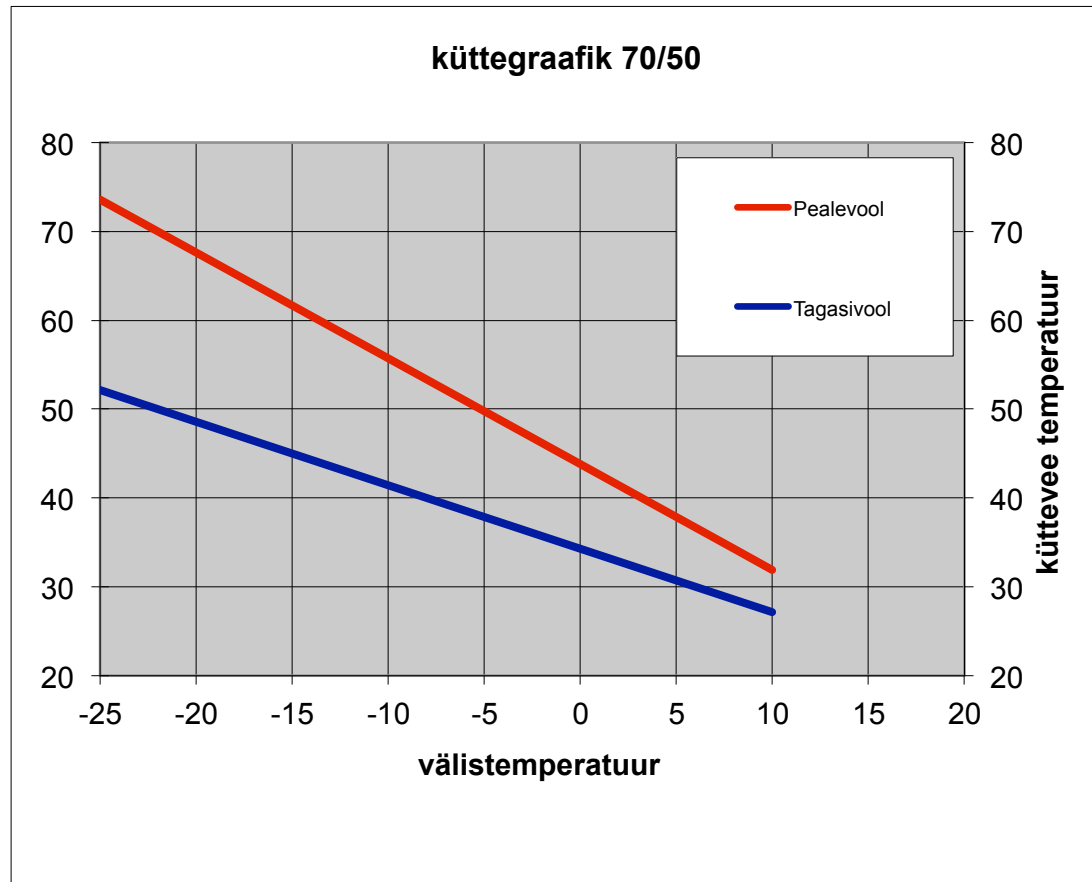
Küttesüsteem

Küttegaafik



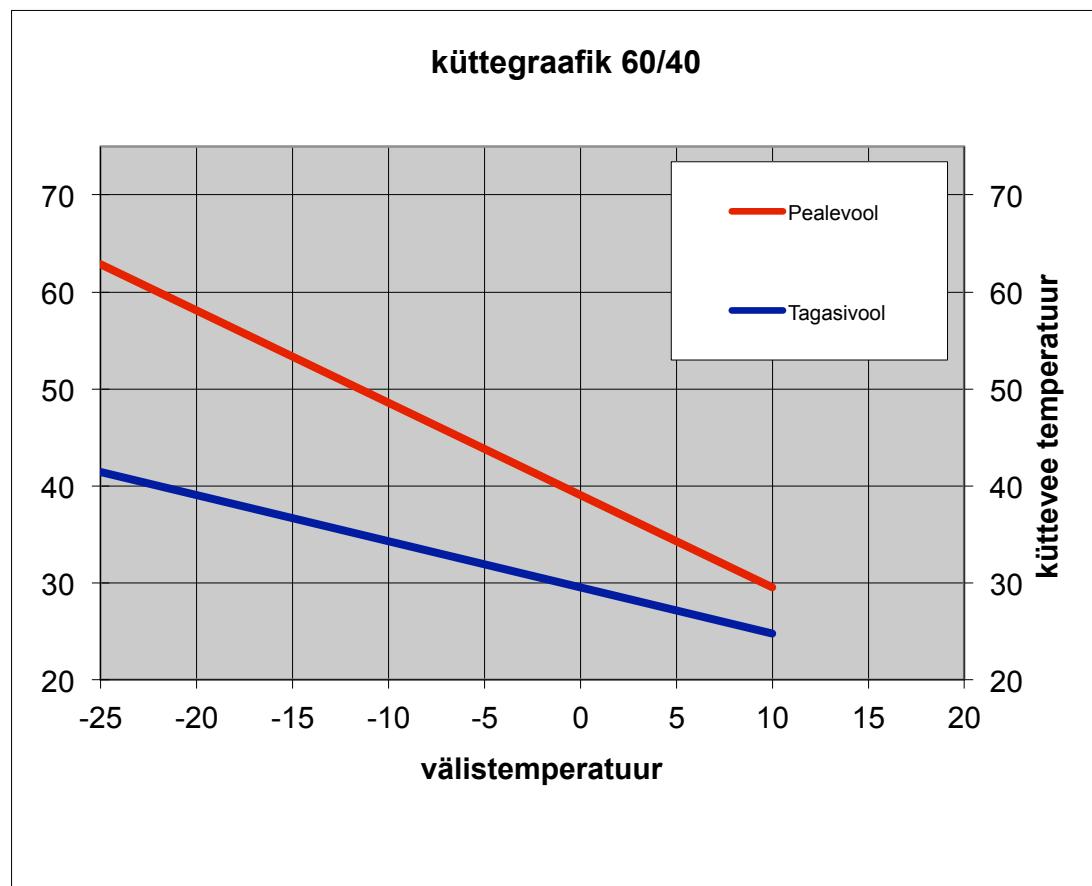
Küttesüsteem

Küttegaafik



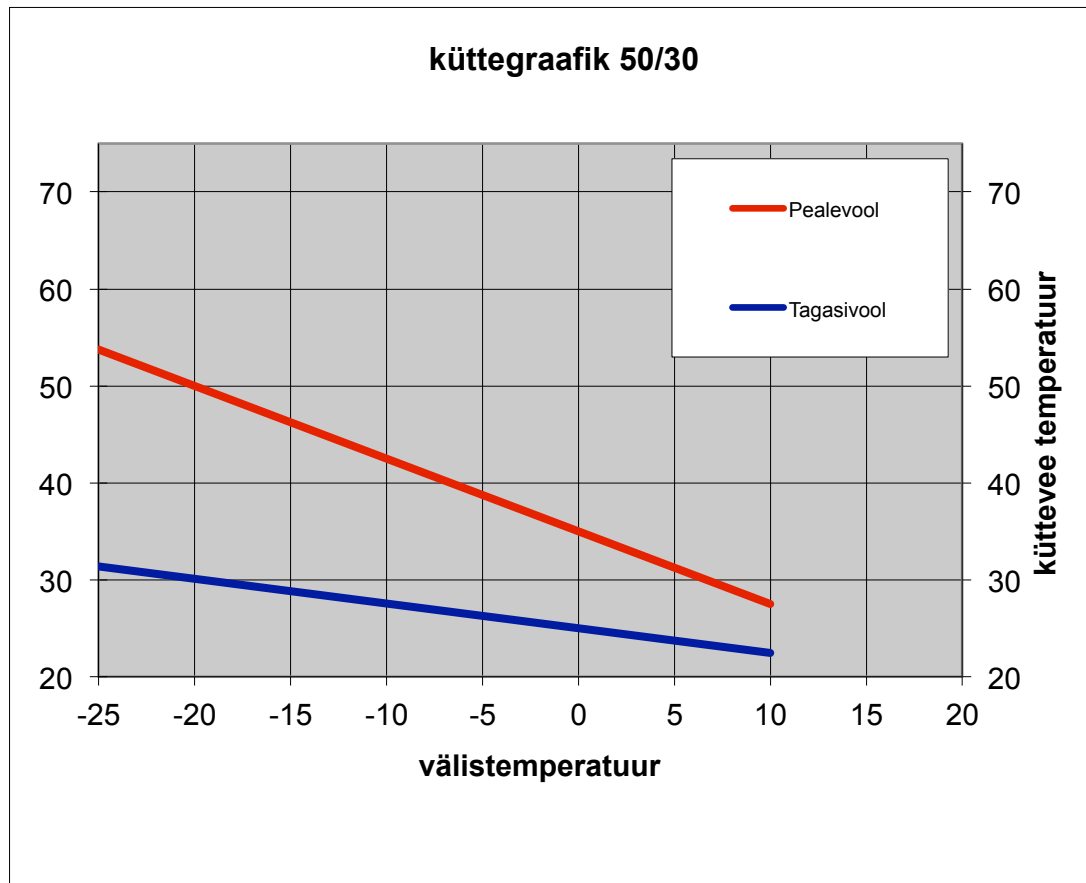
Küttesüsteem

Küttegaafik



Küttesüsteem

Küttegaafik



Küttesüsteem

Küttegaafiku mõju küttekehade suurusele (hinnale)
Radiaatorite võrdlus erinevate küttegaafikute juures
(võimsus~ 1000 W; arvestuslik toatemperatuur 21°C):

80/60 → 22-500-700 (988 W) → 74 € (FEB hinnakiri)

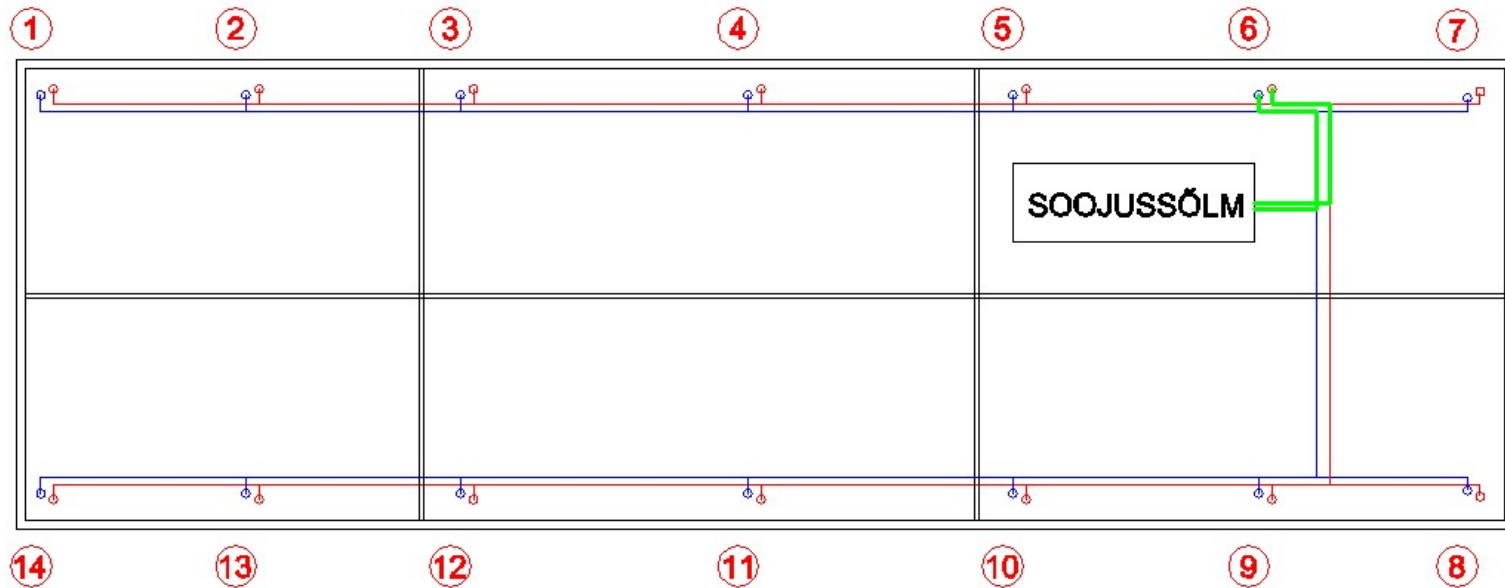
70/50 → 22-500-1000 (1031 W) → 95 € -"

60/40 → 22-500-1600 (1085 W) → 138 € -"

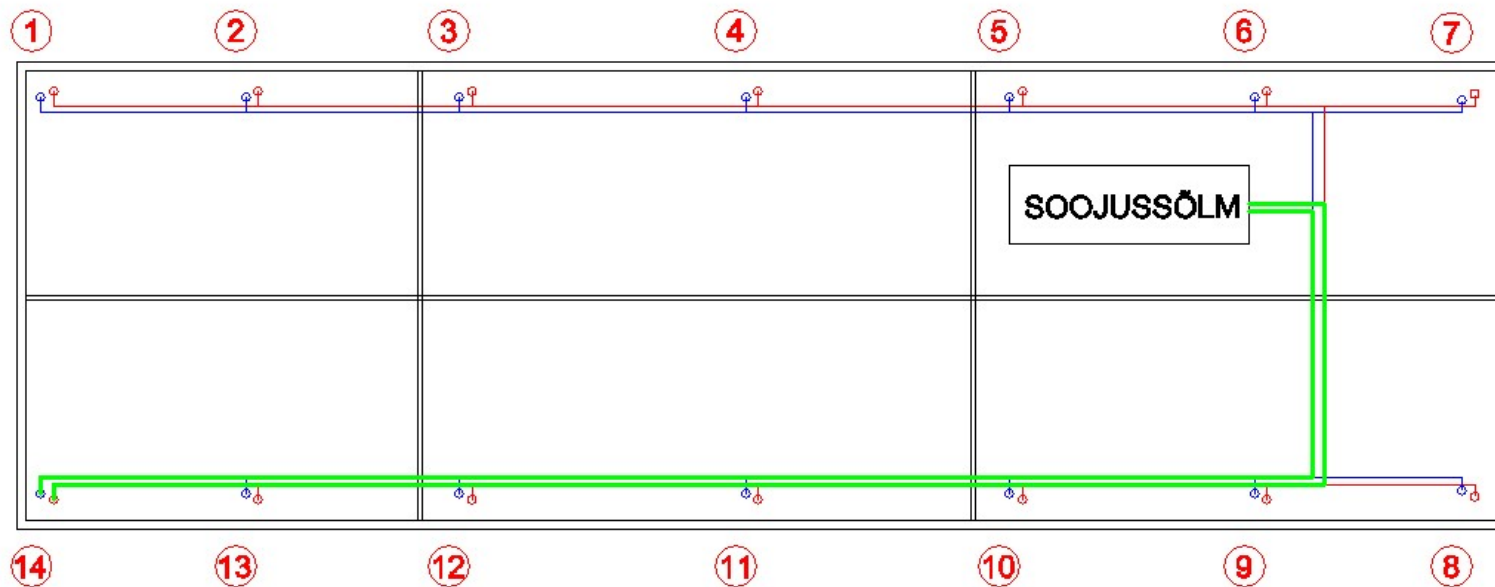
50/30 → 22-500-3000 (1066 W) → 238 € -"

Küttesüsteemi tasakaalustamine

Näide:



Küttesüsteemi tasakaalustamine



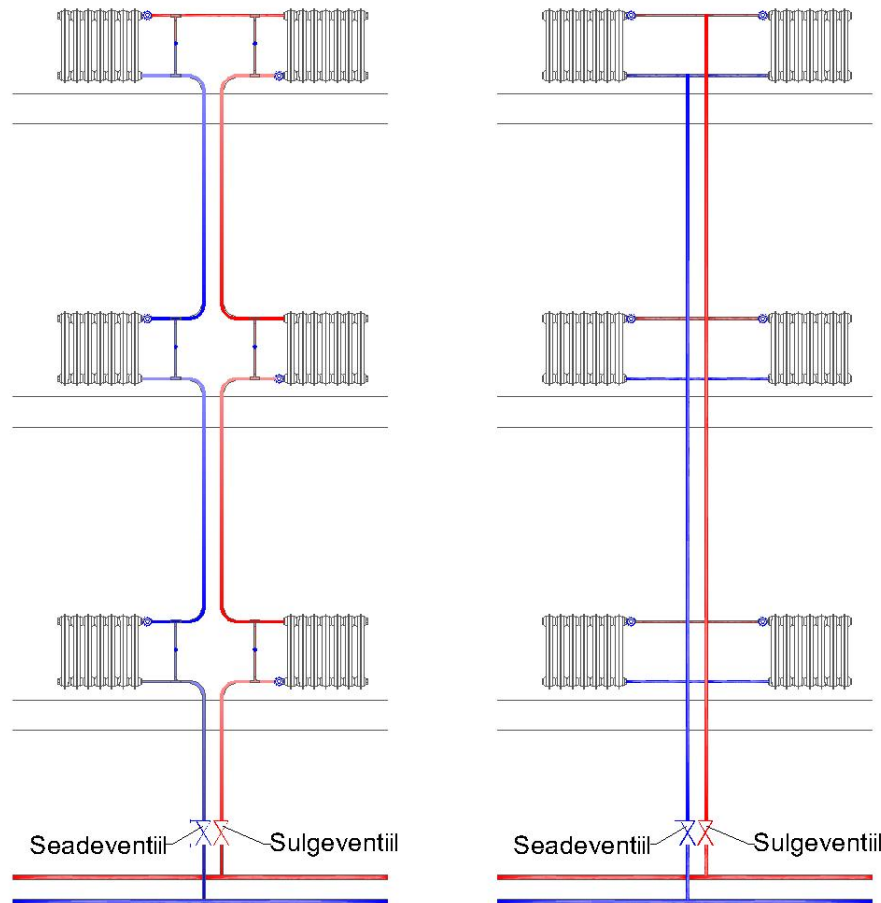
Küttesüsteemi tasakaalustamine

- Torustiku edasi-tagasi kogupikkus sõlmest kuni püstikuni nr 6 on 10 m
- Torustiku edasi-tagasi kogupikkus sõlmest kuni püstikuni nr 14 on 140 m
- Voolutakistuse erinevus ~ 13 kPa e. tagades vajaliku rõhuvahe püstiku nr 14 juures on rõhuvahe püstiku nr 6 juures ~ 13 kPa üle vajamineva
- Ilma lisapiiranguteta käib püstikust nr 6 läbi vajaliku kütteevee koguse (näiteks 250 l/h) asemel oluliselt suurem kogus (antud näite puhul kuni 1500 l/h).
- Radiaatorite soojuseraldusvõime seab küll piirid, kuid ometi on võimalik ülekütmine püstikus nr 6 ~ 2 korda (samal ajal läheb küttegaafik paigast ja tagasivoolu temperatuur tõuseb oluliselt)

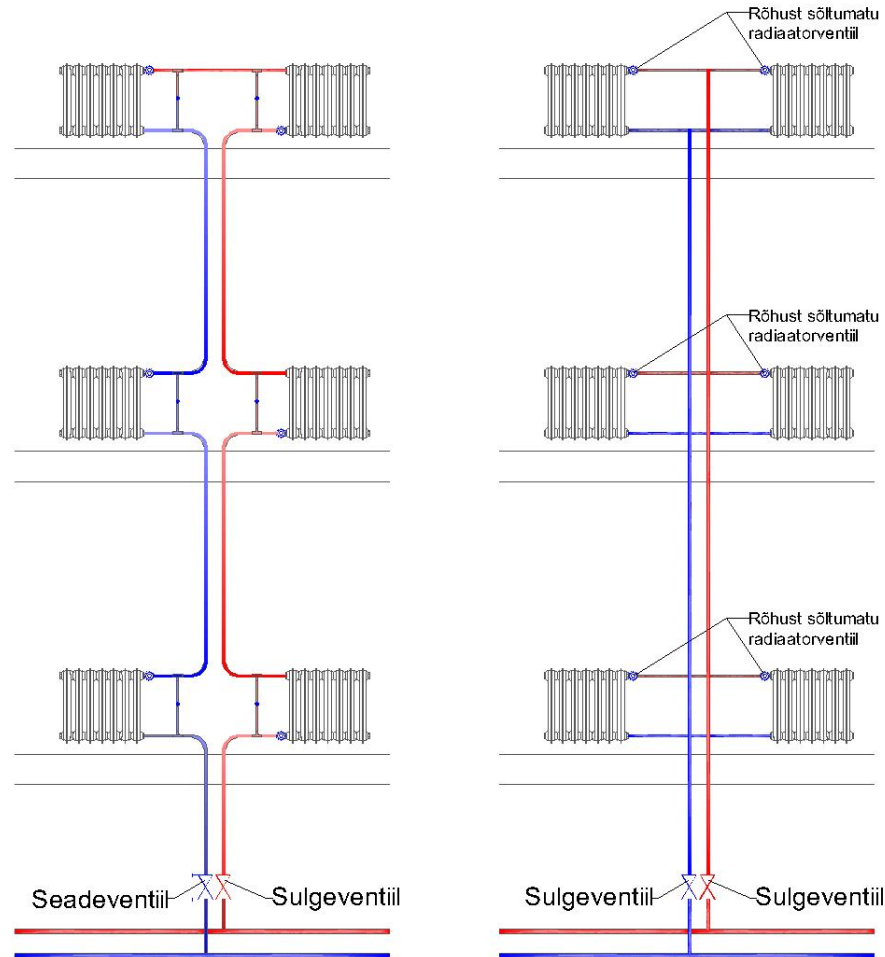
Küttesüsteemi tasakaalustamine

- Praktikas on lahenduseks kompromiss
- Keskmisest soodsamas asukohas püstikud (näiteks 6) on üle köetud. Selle kompenseerimiseks avatakse aknad!!!
- Keskmisest ebasoodsamas asukohas püstikud (näiteks 14) on alaköetud. Ebamugavus või **lisaküttevajadus**.
- Tulemuseks kogu hoone lõikes energia ülekulu 10-20%
- Lahenduseks on tasakaalustamine
- Eeldab vastavate regulaatorite e. seadeventiilide paigaldamist püstikutele
- Vajalik tasakaalustusprojekti olemasolu
- Kindlasti annab korraliku lahenduse ainult koos mõõdistustel põhineva häälestusega
- Uusim alternatiiv on rõhust sõltumatud radiaatorventiilid

Küttesüsteemi tasakaalustamine



Küttesüsteemi tasakaalustamine



Küttesüsteem

Võimalused kokkuvõtteks:

- Sisetemperatuuride reguleerimine
 - Ülekütmise vältimine? Kindlasti
 - Alakütmine? Halb plaan
- Ruumitemperatuuri võimalikult täpne juhtimine-vabasoojuse maksimaalne ärakasutamine.
- Piirete soojustamine

Ventilatsioonisüsteem

Ventilatsioonisüsteem

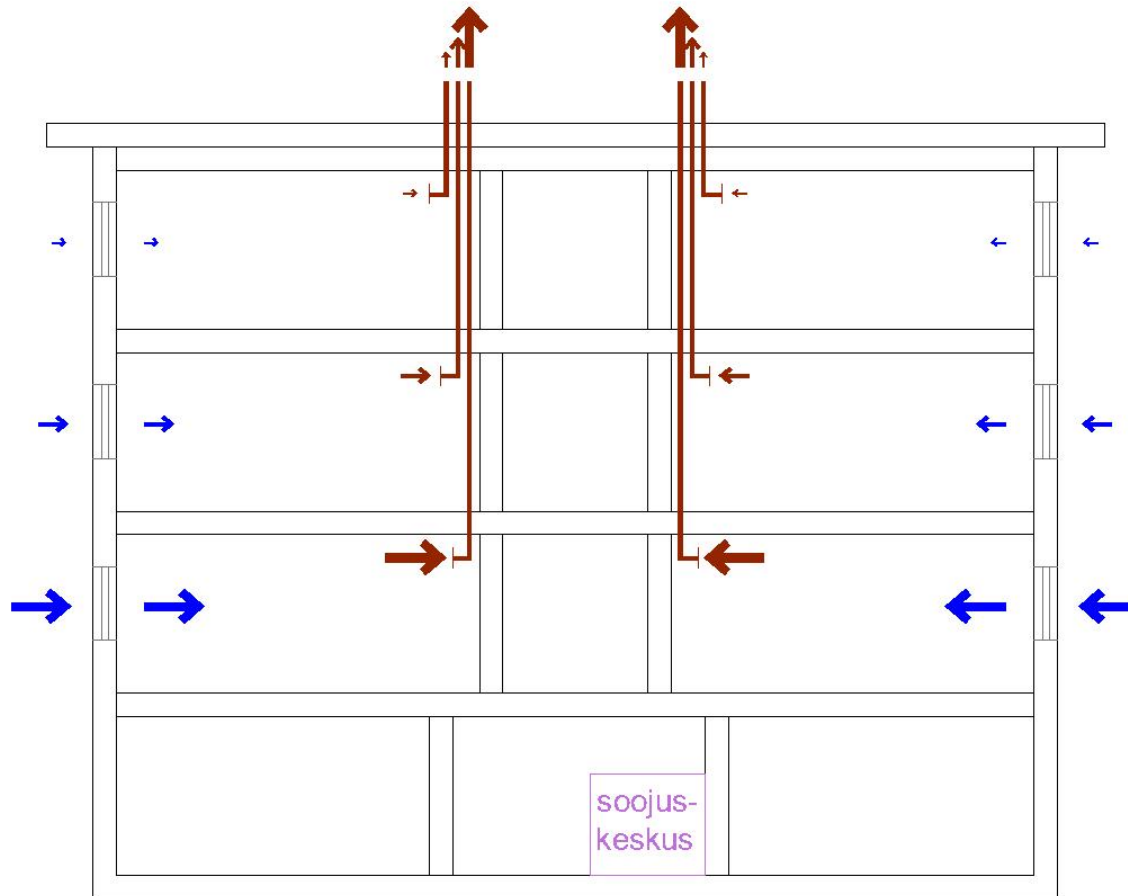
- Inimese vajaduse katmiseks kulub 5-10 l/s värsket õhku
- Elamute puhul lähtume peaasjalikult sellest vajadusest
- Ventileerimine toimub välisõhuga (kütteperioodi keskmine välisõhu temperatuur Eestis $\sim 0^{\circ}\text{C}$), mille soojendamise kulu inimese kohta (kaugkütte baasil) on suurusjärgus $\sim 80-100 \text{ €/a}$
- Mis juhtub kui seda kogust vähendada poole võrra?
- Esmapilgul mitte midagi. Seega suurepärase säästukoht?

Ventilatsioonisüsteem



Ventilatsioonisüsteemi tüübid

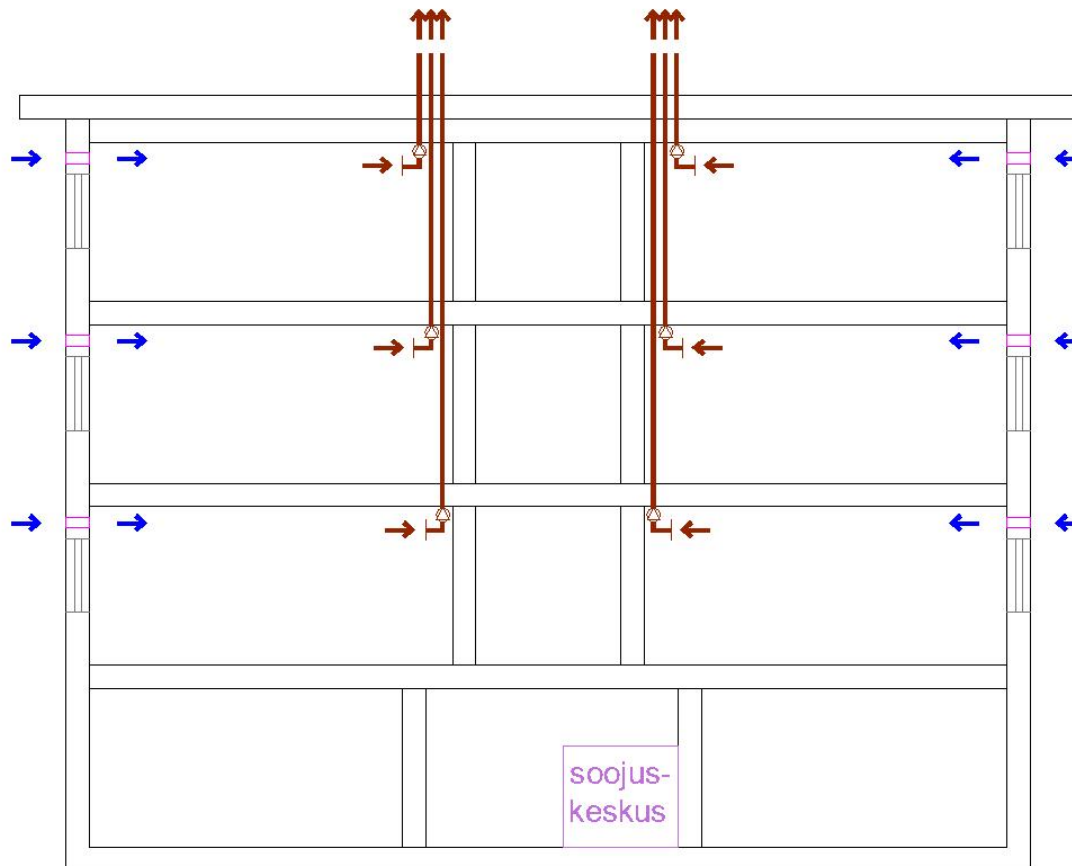
Loomulik ventilatsioon



Lisaks muud häired süsteemi töös!

Ventilatsioonisüsteemi tüübid

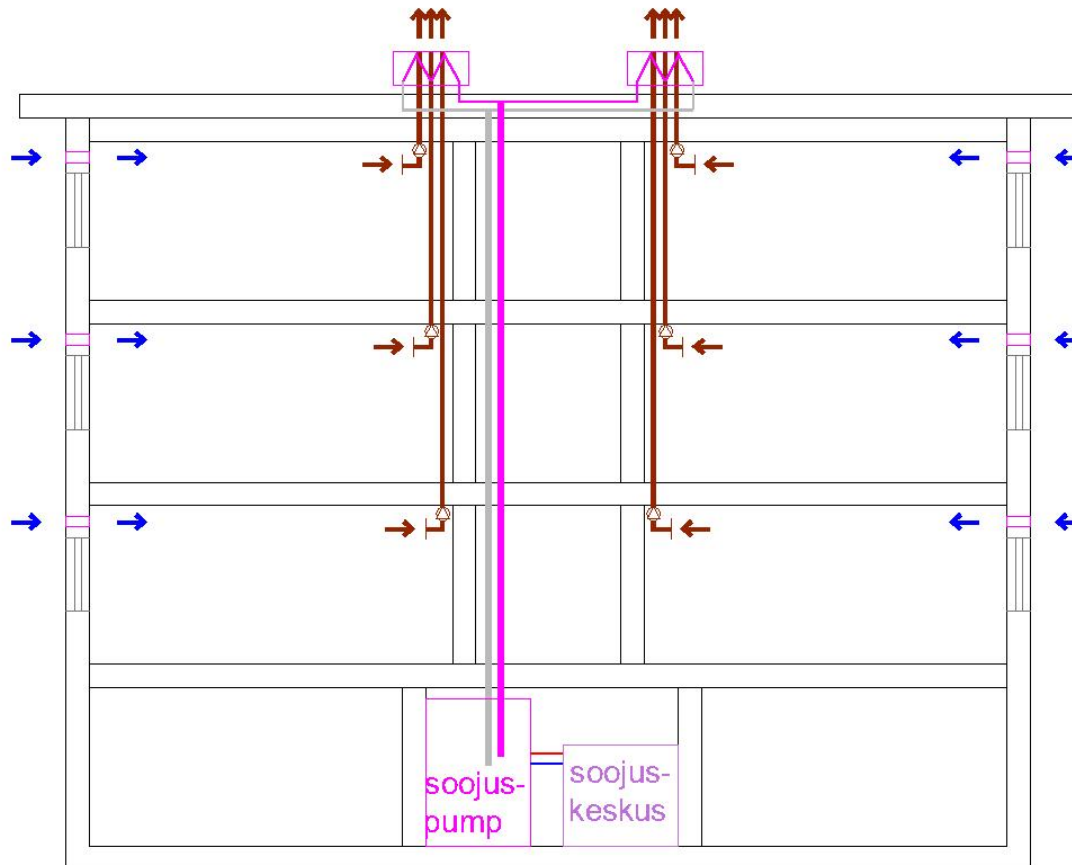
Sundväljatõmbe ventilatsioon



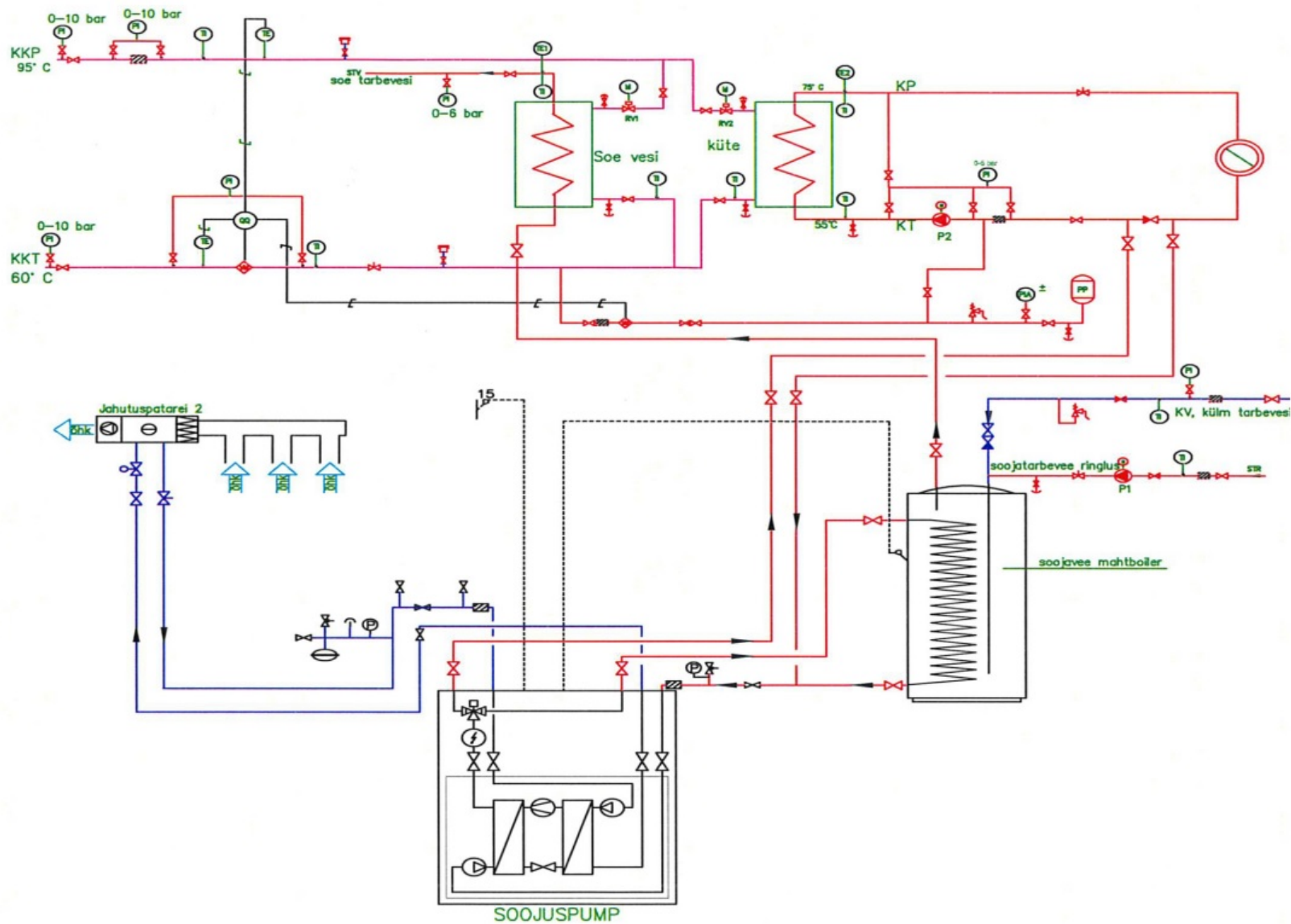
võib asendada ühise katuseventilaatoriga

Ventilatsioonisüsteemi tüübid

Sundväljatõmbe ventilatsioon energiatagastusega

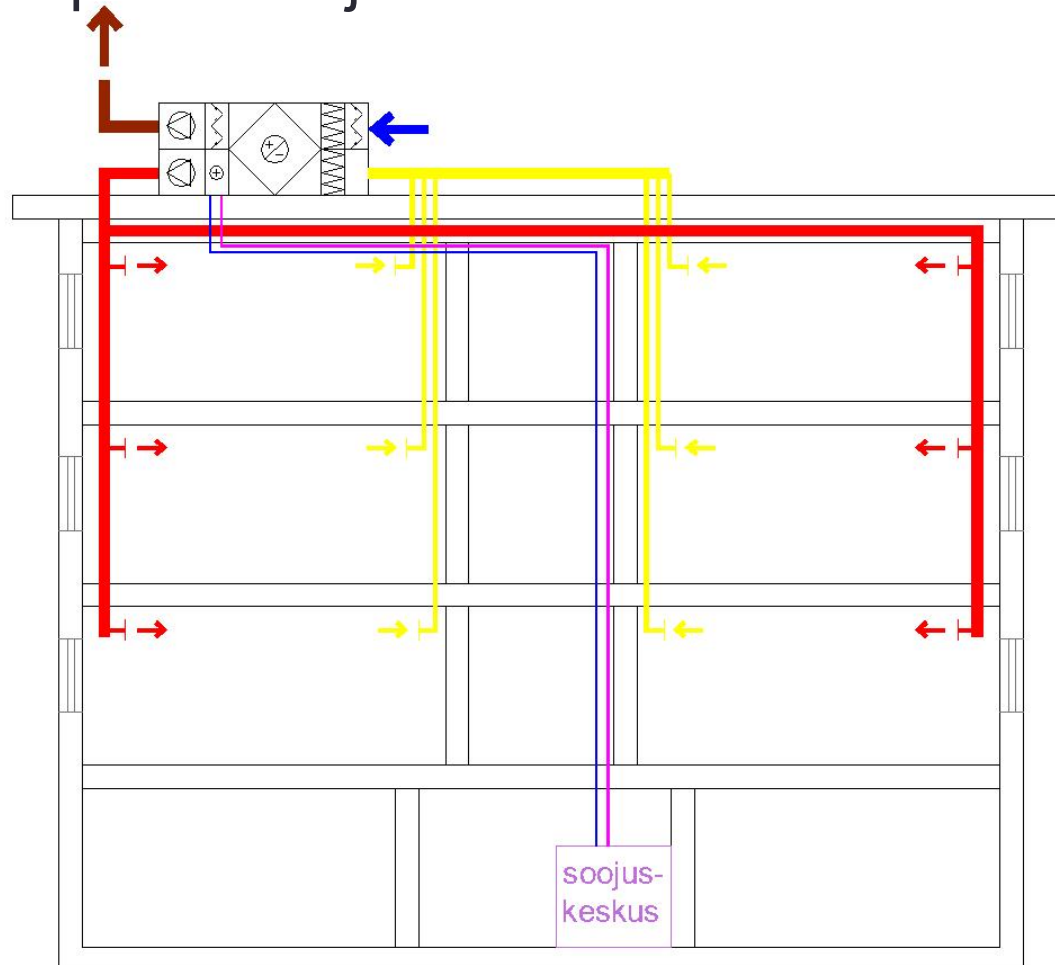


Ventilatsioonisüsteemi tüübid



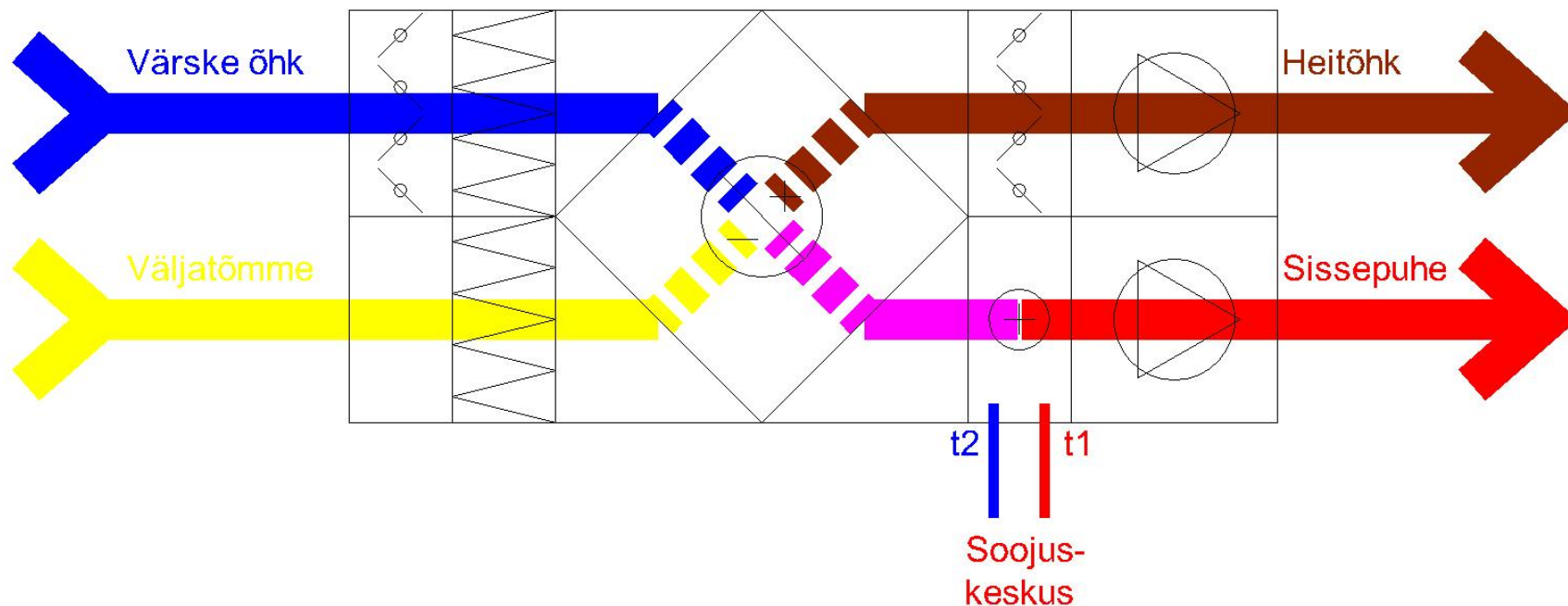
Ventilatsioonisüsteemi tüübid

Keskne sissepuhke-väljatõmbe ventilatsioon



Ventilatsioonisüsteemi tüübid

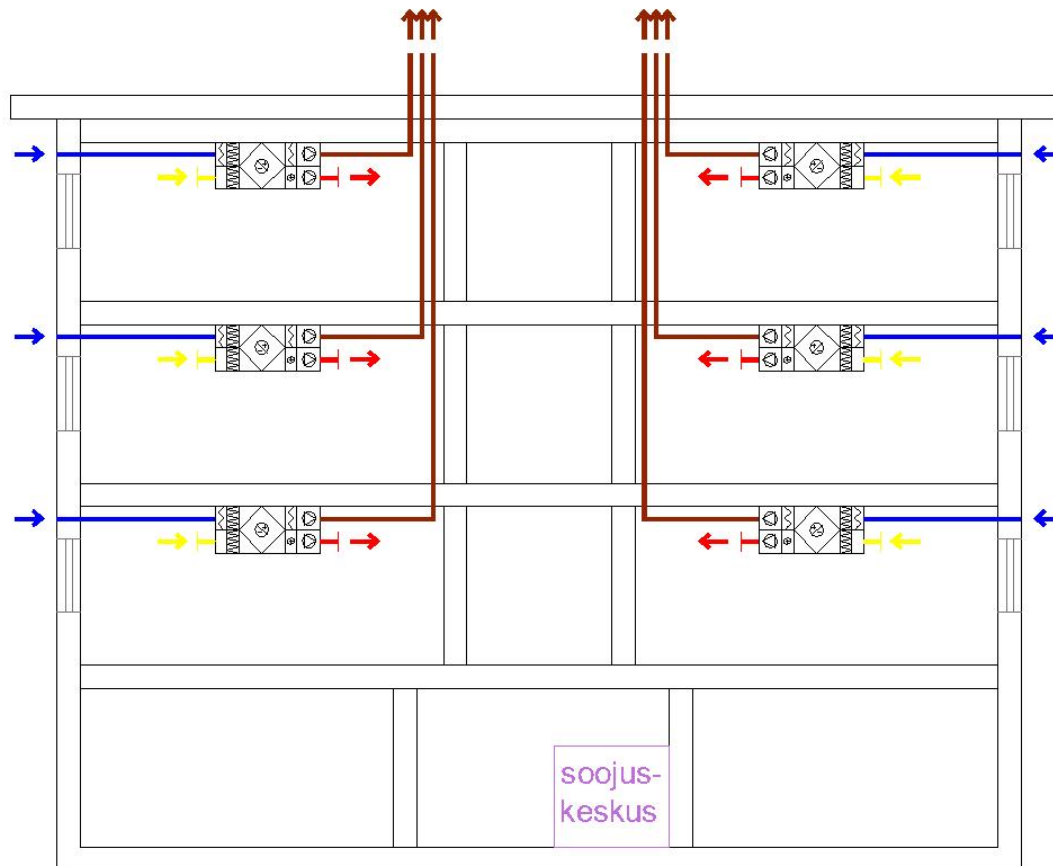
Sissepuhke-väljatõmbe ventilatsiooni agregaat



Tänapäeval on masinaid, mille energiatagastusvõime on isegi 80-90%.
See võimaldab kohati ka loobuda õhu järelküttmisest

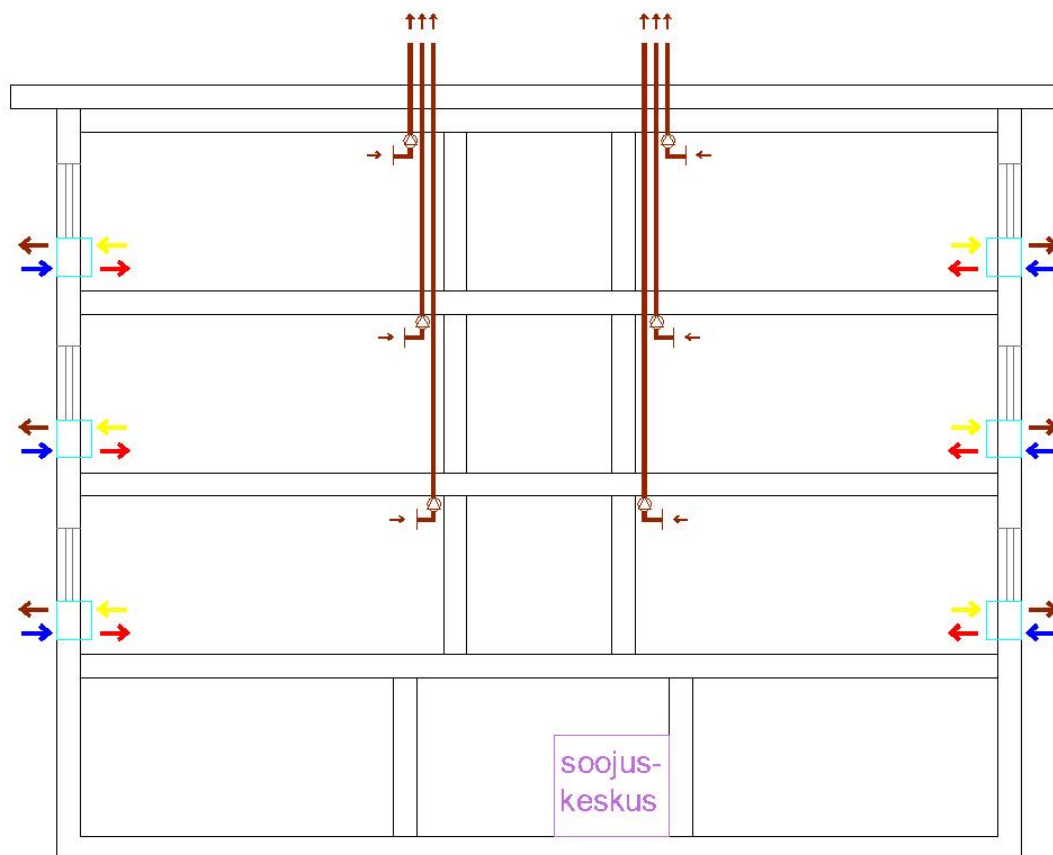
Ventilatsioonisüsteemi tüübid

Korteripõhine sissepuhke-väljatõmbe ventilatsioon



Ventilatsioonisüsteemi tüübid

Ruumipõhine sissepuhke-väljatõmbe ventilatsioon



ja väljatõmme san.ruumidest ja köökidest

Ventilatsioonisüsteem

Võimalused kokkuhoiuks:

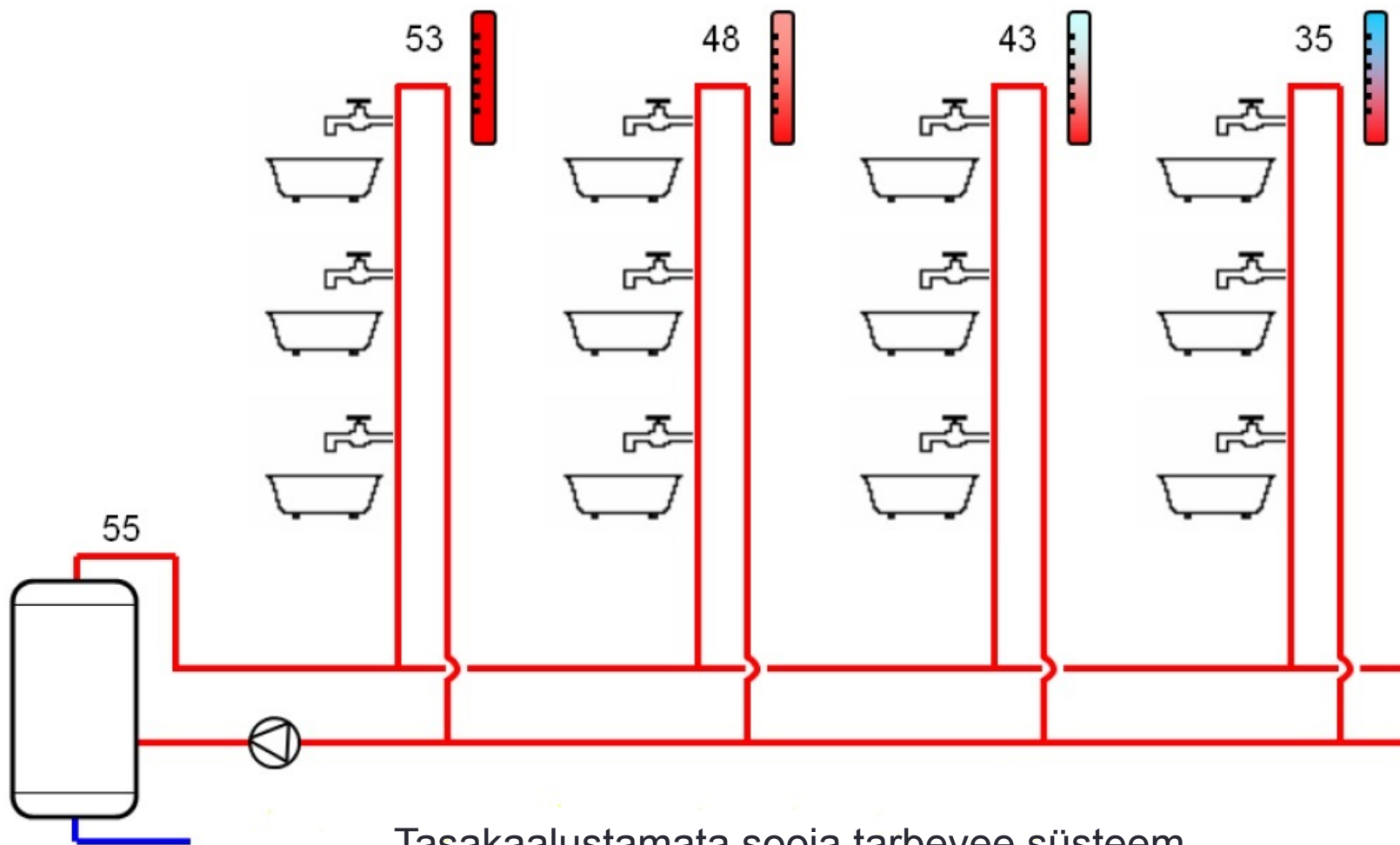
- Õhuhulkade optimeerimine (NB! Mitte segi ajada alaventileerimisega):
 - Nii palju kui vajalik, nii vähe kui võimalik
 - Ajaline juhtimine
- Energiatagastus

Sooja tarbevee süsteem

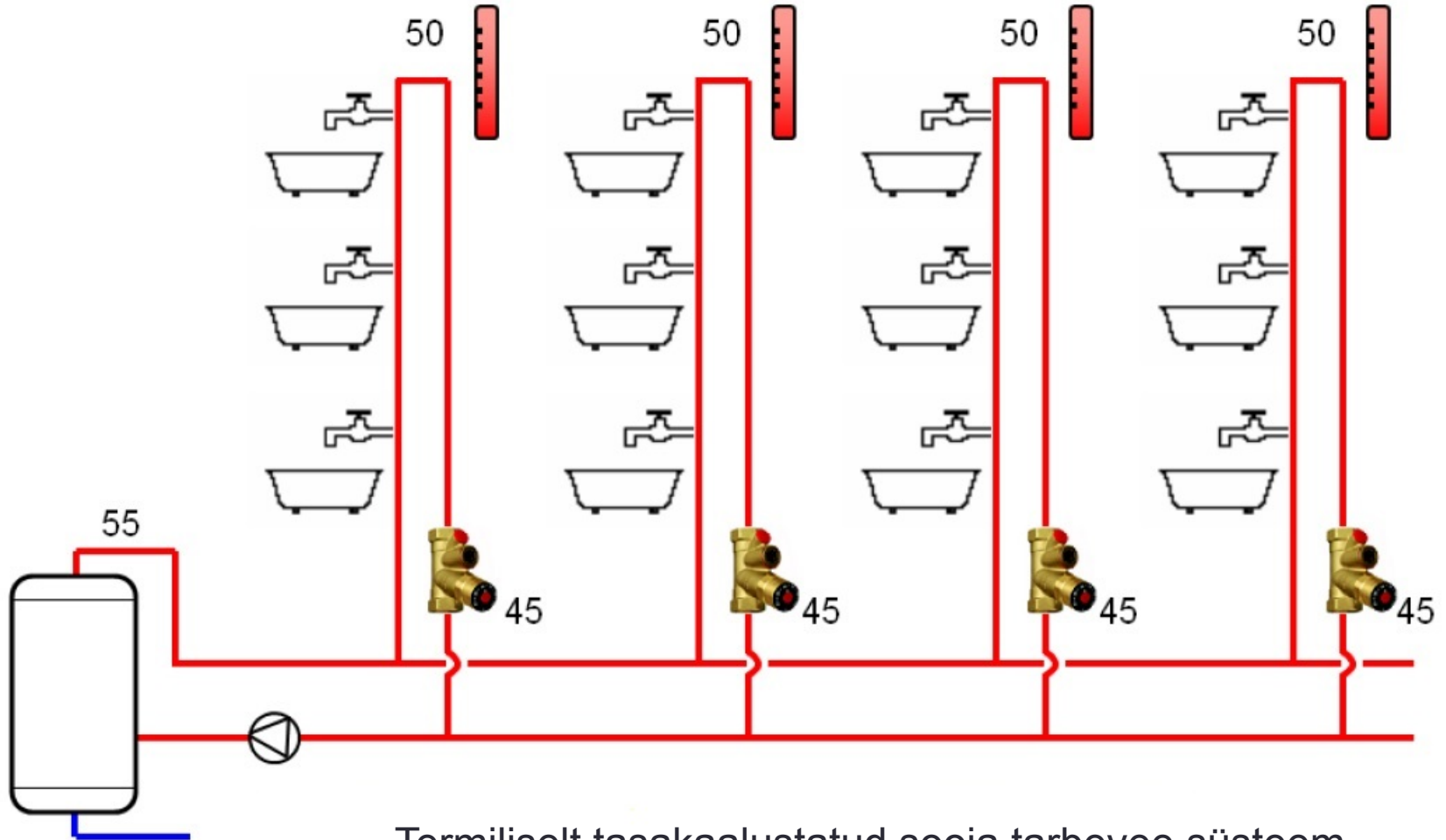
Sooja tarbevee süsteem

- Inimeste poolt kasutatav sooja tarbevee kogus on viimastel aastakümnetel jõudsalt vähenenud, seoses energia maksumuse olulisuse tõusu ja ka mõõtmispõhisuse võidukäiguga (70-ndatel ~100 l/d*in; täna ~40 l/d*in)
- Sellise koguse vee soojendamise aastane maksumus (kaugkütet kasutades) on ~60-70 €, millele lisanduvad torustiku jahtumiskaod k.a. nn. käterätikuivatid
- Veeülekulu vältimiseks on oluline tagada vajaliku temperatuuriga vee olemasolu võimalikult tarbimispunkti lähedal

Sooja tarbevee süsteem



Sooja tarbevee süsteem



Termiliselt tasakaalustatud sooja tarbevee süsteem

Sooja tarbevee süsteem

Võimalused (energia)kokkuhoiuks:

- Vee säästlik kasutamine:
 - Tarbimisharjumused (sulge veevool, kui otseselt ei vaja; eelista võimalusel vannikäigule dušši)
 - Parendatud seadmed (“aereerivad” dušši- ja kraaniotsikud)
- Reovee energia taaskasutus:
 - Kohapealne (külm vesi segistisse läbi reovee soojusvaheti)
 - Hoonepõhine (tsentraalne soojuspump-süsteem)
- Süsteemi ökonoomsuse tagamine:
 - Jaotustorustike isoleerimine
 - Öine ringluspumba seiskamine ja/või temperatuuri alandamine

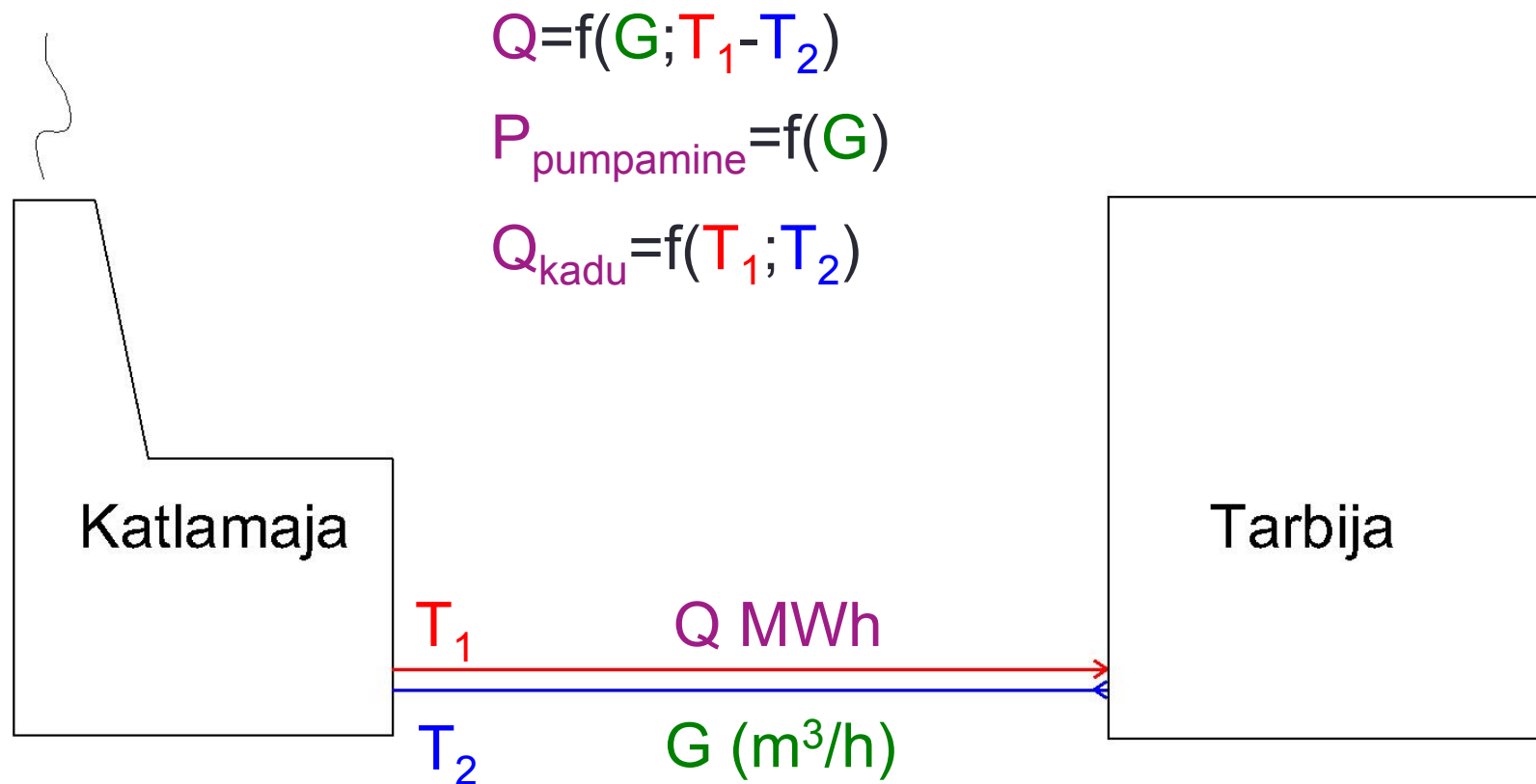
Veel energiasäästust

Veel energiasäästust

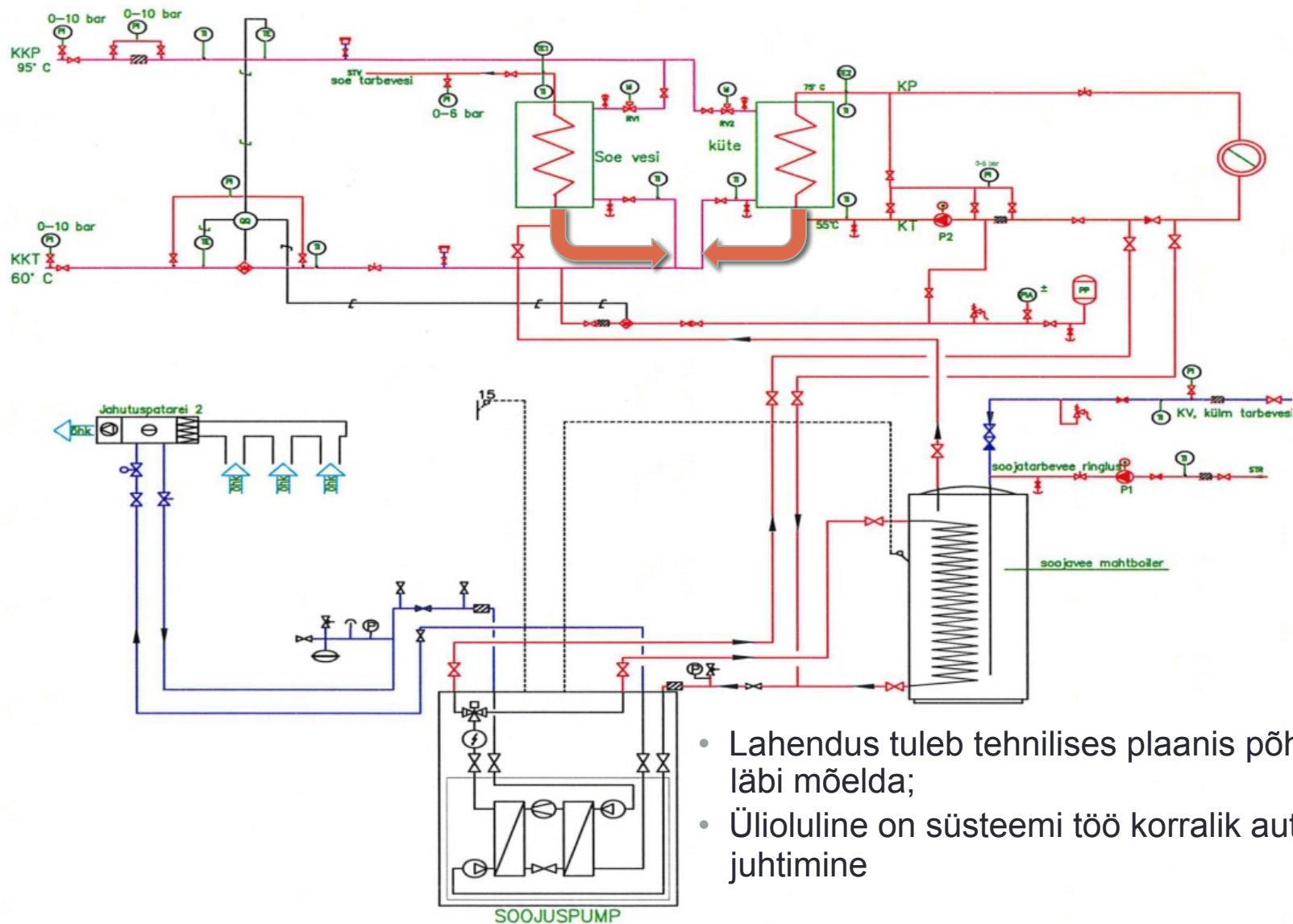
- Energiasääst peab olema energiakulu vähenemine kõigi osapoolte jaoks.
- Näiteid “energiasäästust”:
 - Maja keskel asuv elektriküttel korter
 - Saadava “säästu” katavad sageli suuremas osas naabrid
 - Ventilatsioonenergia säästmine alaventileerituse teel
 - Saadav “sääst” lagundab hoone ja laastab elanike elukvaliteedi
- Tähelepanelik tuleb olla ka tegelikult heade kavatsuste puhul

Veel energiasäästust

Katlamaja ja tarbija(te) koosmõju



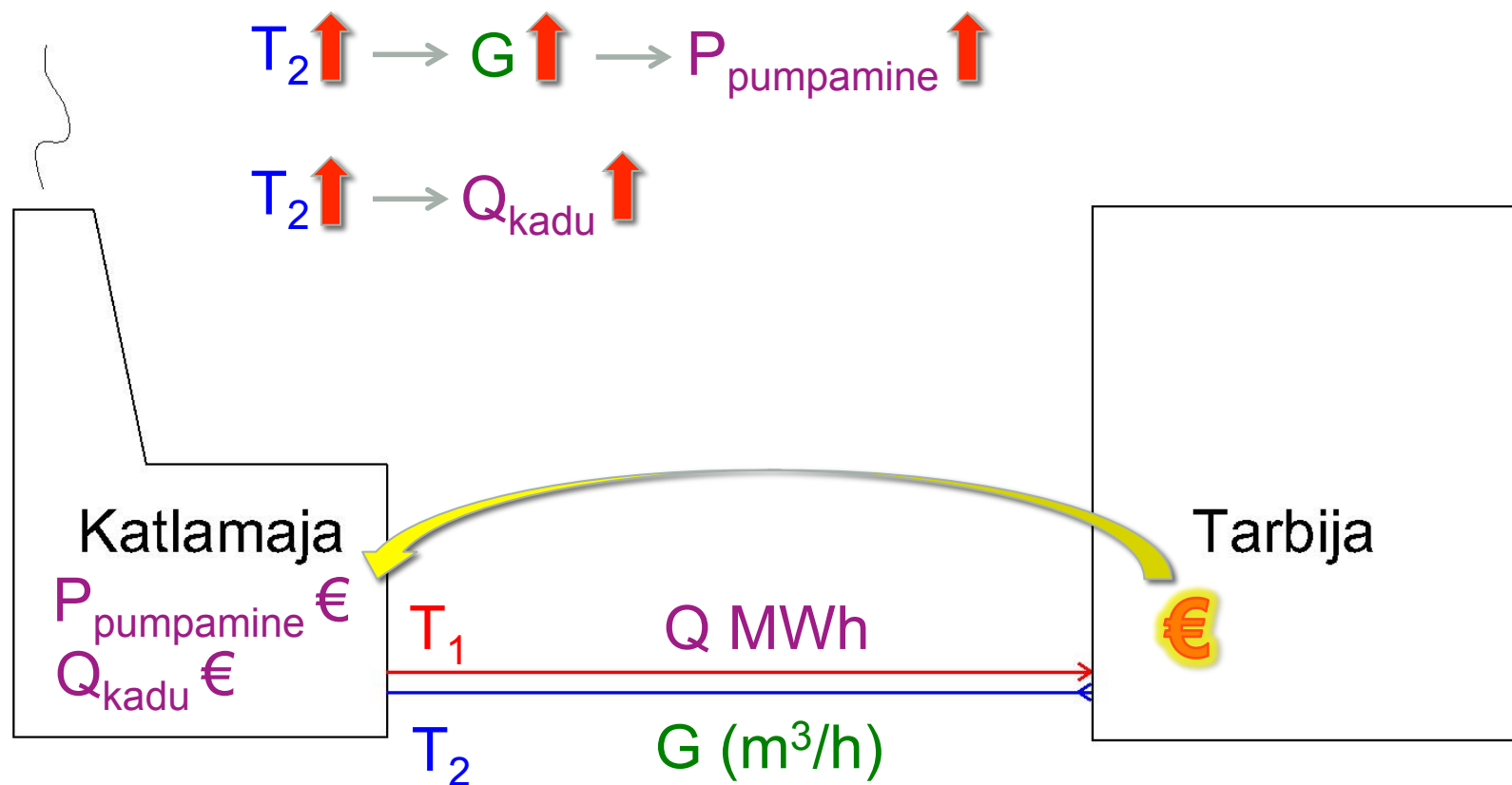
Veel energiasäästust



- Lahendus tuleb tehnilises plaanis põhjalikult läbi mõelda;
- Ülioluline on süsteemi töö korralik automaatjuhtimine

Veel energiasäästust

Katlamaja ja tarbija(te) koosmõju



Veel energiasäästust

- Kaugkütte-ettevõtte jaoks ei ole enamasti probleemiks tarbijate energiasääst kui selline.
- Energia kasutamine küll väheneb, kuid enamasti toob mõistlikult korraldatud rekonstrueerimine kaasa ka kasu soojatootjale:
 - Suurem mahajahutus tarbija soojussõlmes- kulud vähenevad ka katlamajas
 - Koos tarbijate soojaarvete vähenemisega paraneb maksekäitumine (vähemalt pärast pangalaenude tasumist)
 - Soojatootja saab lahti suurima rahanõudja “tiitlist”
- Läbimõeldud ja kvaliteetsetest rekonstrueerimistöödest võidavad midagi kõik osapooled

Täna tähelepanu eest!

Toomas Rähmonen
TERMOPILT OÜ
toomas@termopilt.ee
Tel: 60 16 500
www.termopilt.ee