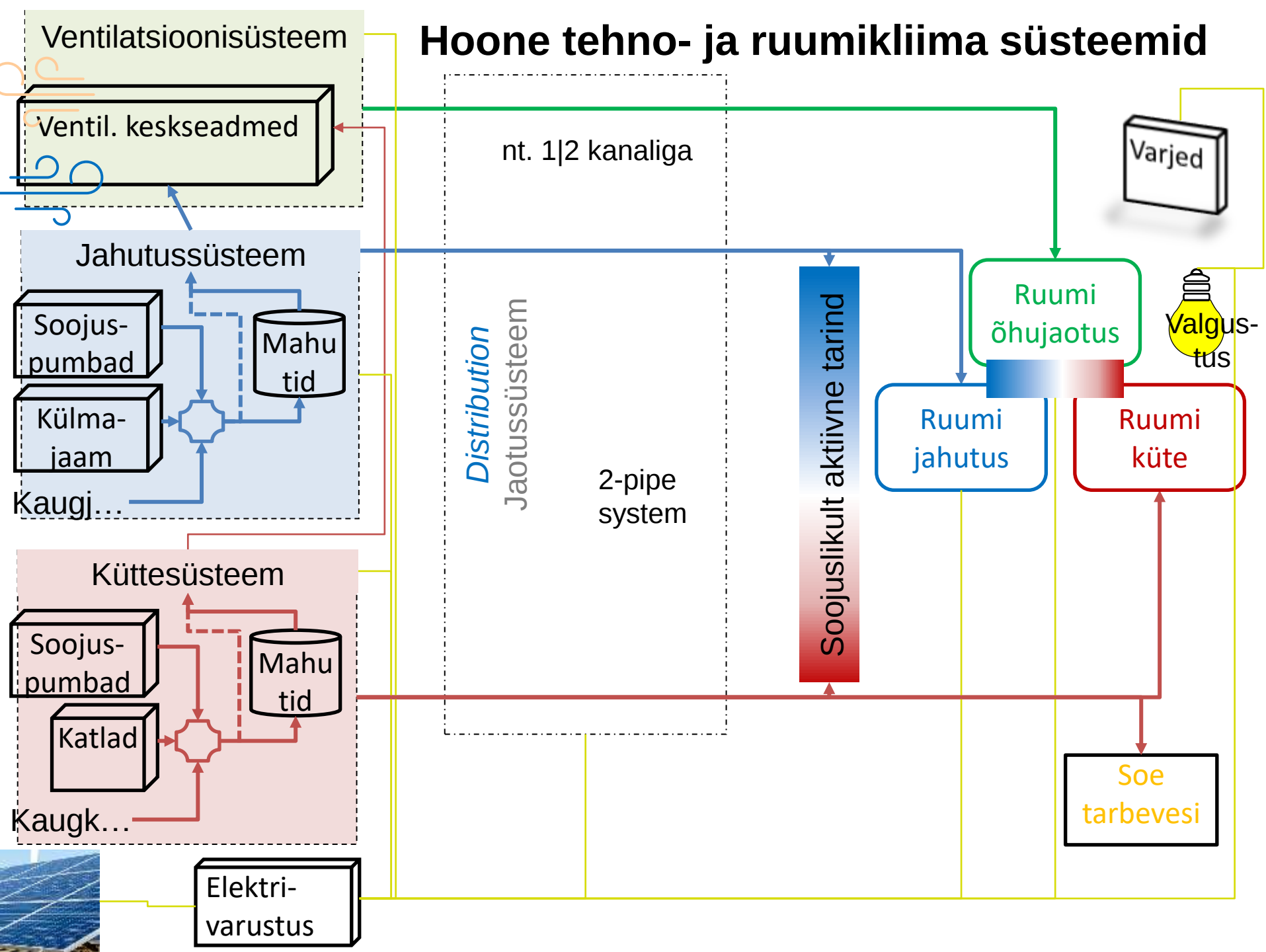


Hoone tehno- ja ruumikliima süsteemid



KVJ süsteemid

Ülesanded:

Tagada (minimaalse energiakuluga) mugavad tingimused ruumis, võimaldades sobiv jahutus- ja soojendustoime, kui keskkonna tingimused muutuvad. Tagada tervislik sisekliima ja seadmetele sobivad tingimused.

Mugavus: termiline mugavus + visuaalne mugavus + siseõhu kvaliteet (e.

sisekliima: niiskus, temp., õhuvahetus)



juhitavad
suurused

+saasteained

Piisav õhuvahetus on enamasti vastuolus energia kokkuhoiu eesmärkidega.

2022 uuendatud õpik [Hoonete energiatarve ja sisekliima](#)

	CO ₂ [l/h (mg/h)]	Niiskus [g/h]	Soojus- [W]
eraldus inimeselt*	12-20 (24 000..40 000)	50-100 (20-28°C)	100-110 (x1.5 töötaval)
Lubatud kontsentratsioon eluruumides, koosolekusaalides	1000 ppm (1800mg/m ³)		

* eraldus ühe inimese kohta

<http://www.rehva.eu/> vt nt guidebooks present.

Sisekliima juhtimise lahendused (Temp.)

Temperatuuri mõjutamise viisid: I õhuvoogudega:

a) Konstantse õhu sissevoo juures muudetakse selle temperatuuri

CAV (*Constant Volume of Air*) – **konstantse õhuvooluhulgaga süsteem**

b) muudetakse püsiva temperatuuriga õhu sissevoo kiirust (õhukanalile lubatud piirides) VAV (*Variable Air Volume*) – **muutuva õhuvooluhulgaga süsteem**

c) muudetakse õhu sissevoo kiirust ja selle temperatuuri.

VVT (*Variable Volume Temperature*)

Õhuvoo intensiivsuse muutmise viisid (sundvent.):

a) ventilaatori sisse-välja lülitamisega,

b) ventilaatori kiiruse muutmisega (astmeliselt või **sujuvalt**),

c) siibrite e. klappide (*inlet or discharge damper, inlet guide vane*) avatuse muutmisega.

+ Juhitav loomulik ventilatsioon (automaatsed tuulutussavad)

Temperatuuri mõjutamise viisid: II vee ringlussüsteemiga:

a) Kuuma vee ringlus küttekehades; muudetakse selle temperatuuri (ja vooluhulka)

b) Külma vee ringlus (jahutuspalgid, ventilaatorikonvektorid, ...)

c) Kuuma ja külma vee ringlus samades kütte/jahutus konstruktsioonides

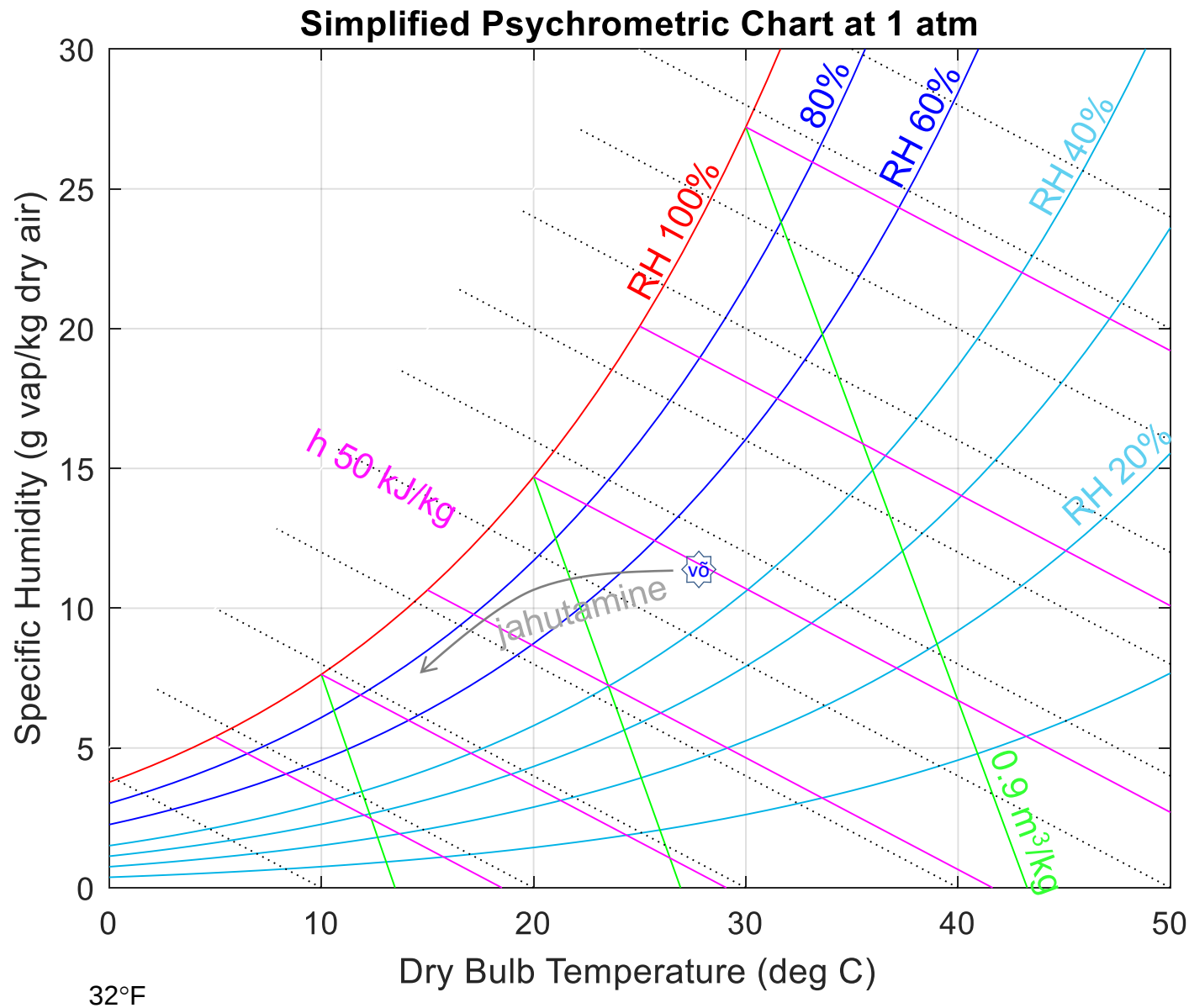


Temperatuuri mõjutamise viisid: III elektrienergia muundamisega:

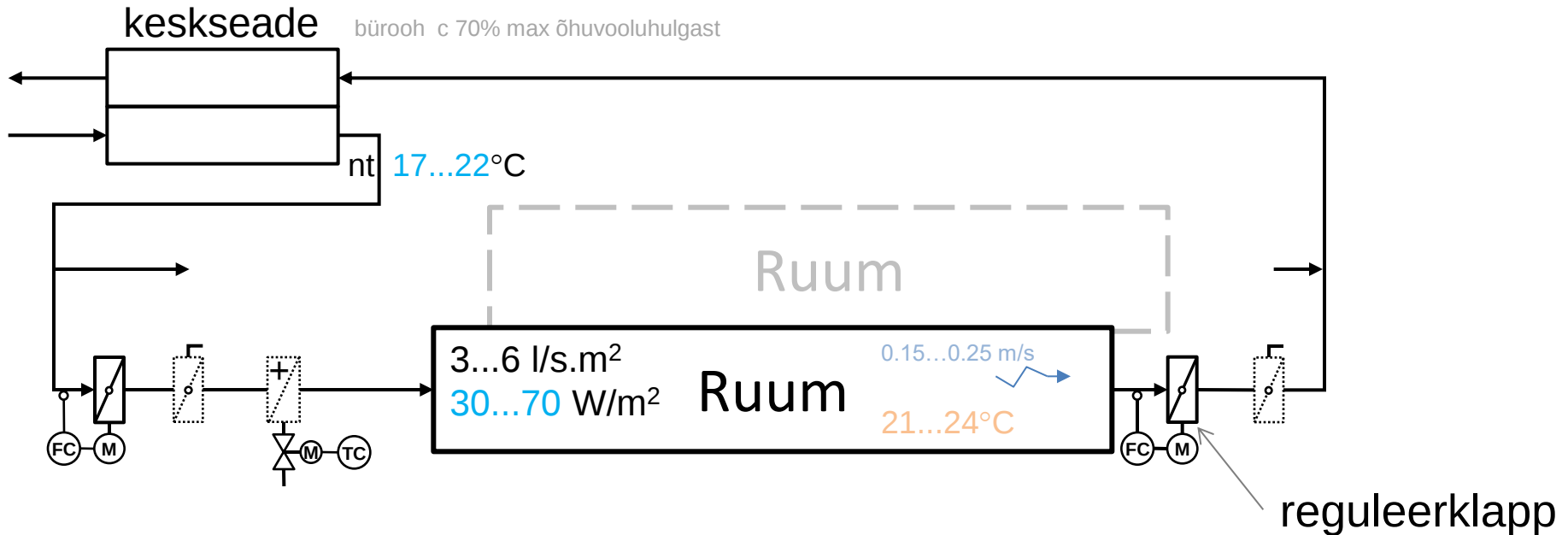
Juhtalgoritmid: kahepositsiooniline, PID, (jm keerukad)

Õhu psühromeetriline diagramm

Ka Mollieri Hx diagramm, *psychrometric*



Ühekanalilised CAV ja VAV



AHU (Air Handling Unit) keskseade

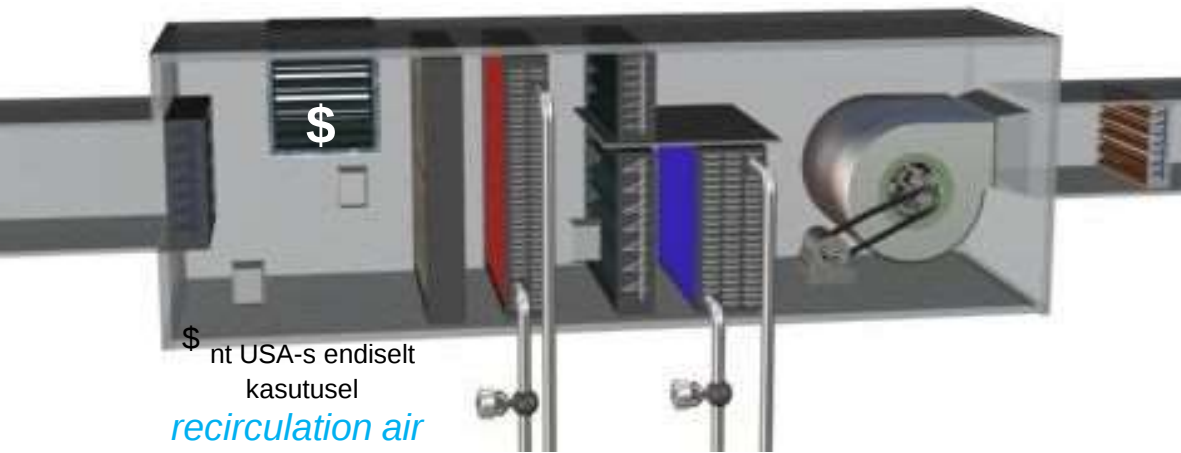
Hoone vajadustele vastava ventilatsiooniõhu tootmise/ettevalmistamise seade (nt. katusekorrusel) *(exhaust air)*

SissePuhke *(supply)* ja VäljaTõmbe *(return)* ventilaator, õhuklapid, filtrid, jahutuspatarei *(chilled water coil)*, kalorifeer *(hot water coil)*, soojustagasti, mürasummuti. Kasutati\$ ka tagastusõhu *(return air)* taaskasutust (nn. ringlusõhk*) *economizer* režiimides eriti niiske kliimaga lõunapoolsetes maades.

*tänapäeval meil selle asemel reeglina soojusvahetiga soojustagastid

AHU-s juhitakse ventilaatorite tootlikkust sagedusmuunduriga (VFD – *Variable Frequency Drive*) või labade kaldenurgaga (lihtsamal juhul töötab norm- või poolkiirusel) tagamaks sissepuhke kanali ja ruumide staatilise rõhu seadesuurust või tarbele optimeeritult.

Soojenduse, jahutuse (ja sobiva ringlusõhu klapi) juhtimisega hoitakse sissepuhke õhu sobivat (sõltuvalt aastaajas) temperatuuri

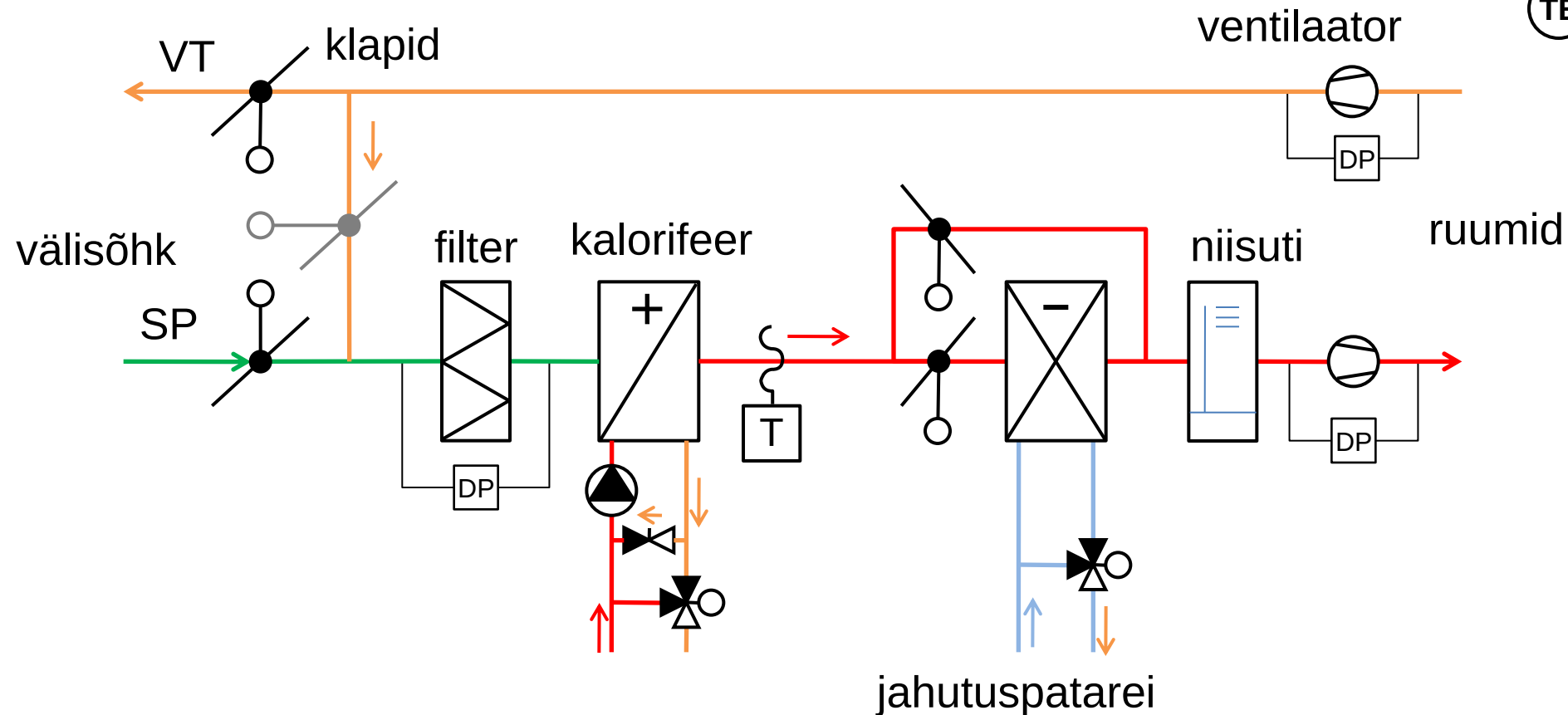
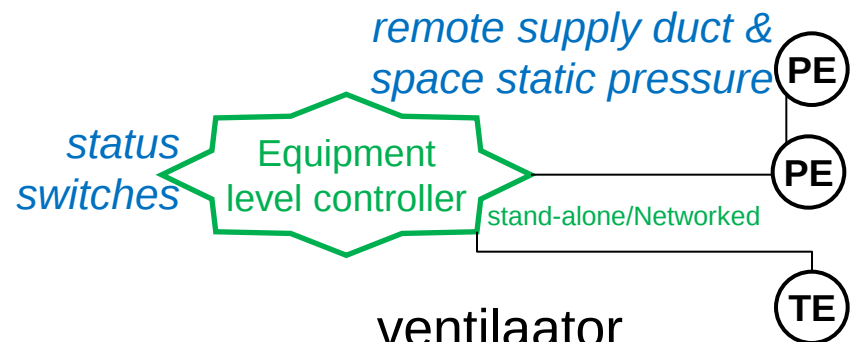


\$ nt USA-s endiselt
kasutusel
recirculation air

Ventilatsioonisüsteemi elemendid

Nt. Ühekanalilise vent. keskseade

Tagastusõhu taaskasutus nn. ringlusõhk



Sisekliima juhtimise lahendused (Õhuniiskus)

Õhuniiskuse mõjutamise viisid: 

Niiskuse taset mõjutatakse veeauru hulga õhus.

Kui suhtelise niiskuse tase (% RH) soovitud temperatuuril on liiga kõrge (>65%),  käivitatakse "kuivatamine" (*dehumidification*), vastupidisel juhul (<35%)

"niisutamine" (*humidification*). 

Õhuniiskuse täpsemaks juhtimiseks kasutatakse kastepunkti (*dew point*) meetodit.

Õhuniiskuse vähendamiseks kasutatakse:

- a) *Surface dehumidification*, jahutavate spiraalidega jahutades
- b) *Sprayed coil dehumidifier* kaudsete jahutusspiraalidega
- c) *Direct dehumidification*, kuivatuspõhiselt

Õhuniiskuse tõstmiseks kasutatakse:

- a) Veepiserdust
- b) Aurustumist (*steam grid, steam pan*)

Juhtseade (*humidistat*) sätib auru hulka, kontrollides seejuures ka väljuva õhuvoo taset, et vältida kondentsi.

Ventilatsioonisüsteemi automaatika

Tööpõhimõtteid:

Ajalise programmiga juhtimine (+*override/bypass*);

SP õhu temperatuuri reguleerimine VT õhu temp-i järgi;

Ventilaatori töörežiimid (norm, ½ , #...100% SM-ga, *EC*)

Juhitakse soojustagasti tööd (rootors.t. pöörlemiskiirust , jäätumisohu korral vähendatakse pöörlemiskiirust, kuni rõhulang muutub uuesti normaalseks)

Blokeeringud: külmakaitse (jäätumisandur), ventilaatorid koos, ventilaatorile vastav klapp avatud;

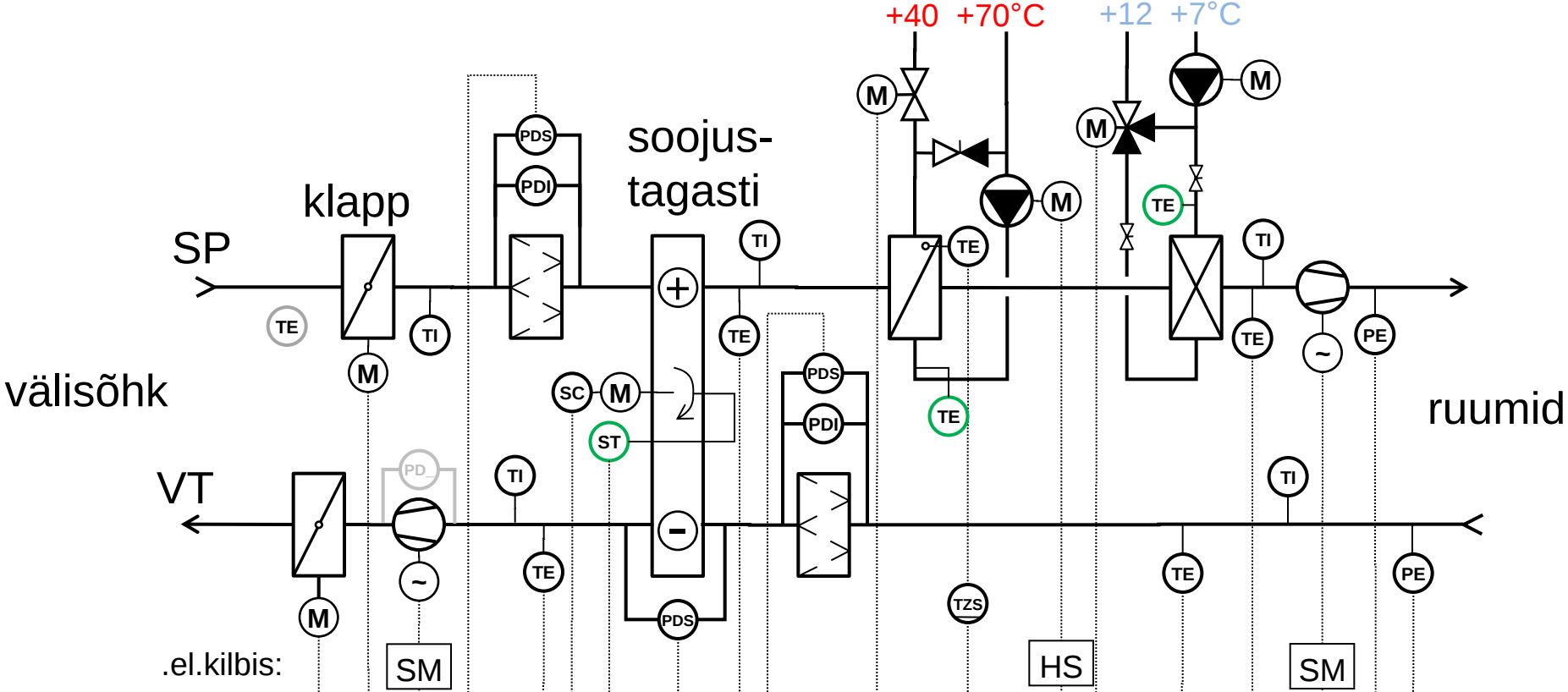
Seisu ajal SP klapp kinni, kalorifeeri vee temp. hoitakse.

Häiresignalisatsioon: tuleoht*, luba tööks puudub*, jäätumisoht (SP,VT õhu temperatuurid allpool häirepiiri)*, kalorifeeri pumba seiskumine*, filtrite mustumine, SP/VT õhukogus ei vasta seadesuurusele,

* Seadme peatamine

Ventilatsioonisüsteemi automaatjuhtimine

Automaatika talitlusskeemi näide



Automaatika seadmed kilbis																				
	Mõõtmine	AI																		
	Reguleer.	AO																		
	Signal. (h)	DI																		
	Juhtimine	DO																		

algoritm

(häired)

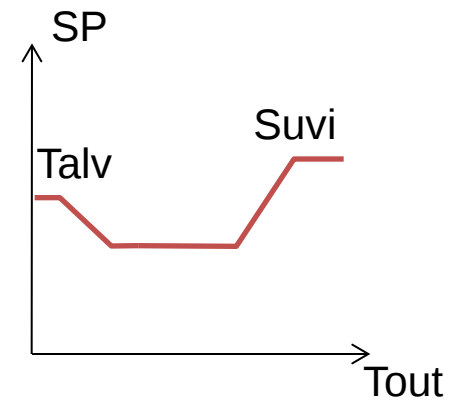
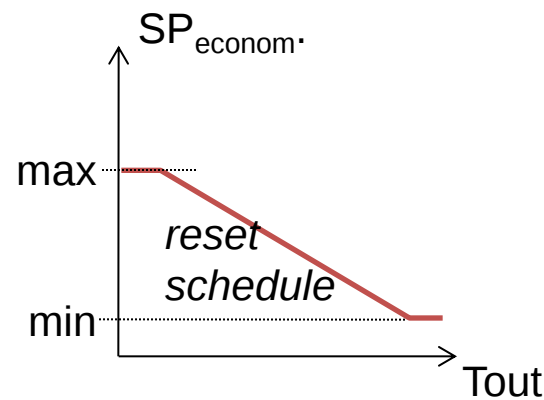
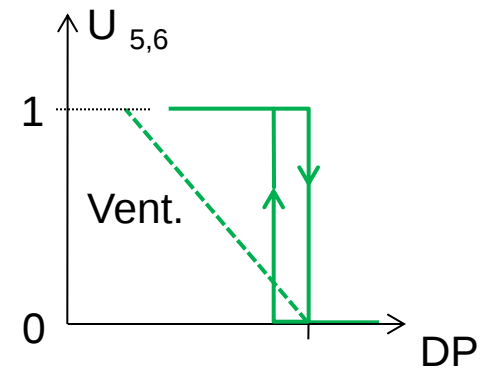
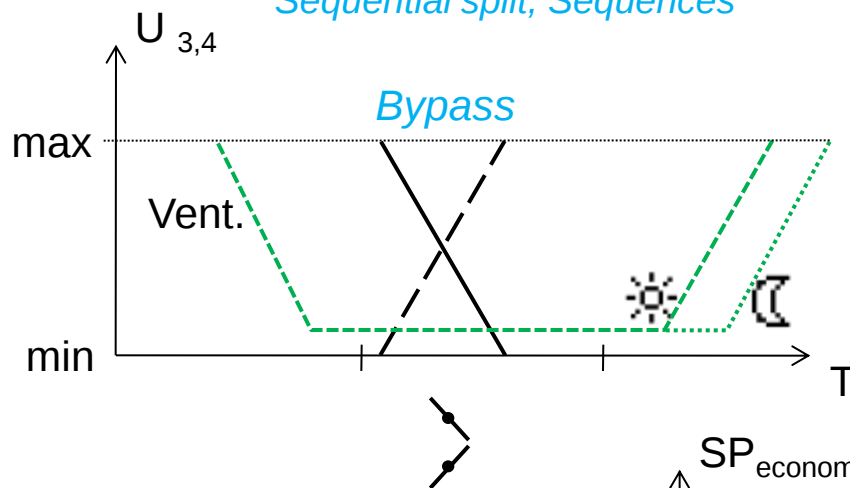
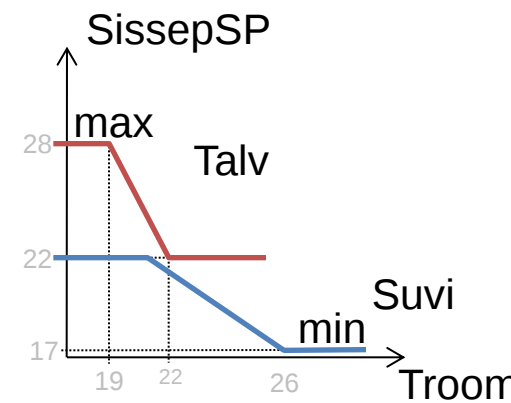
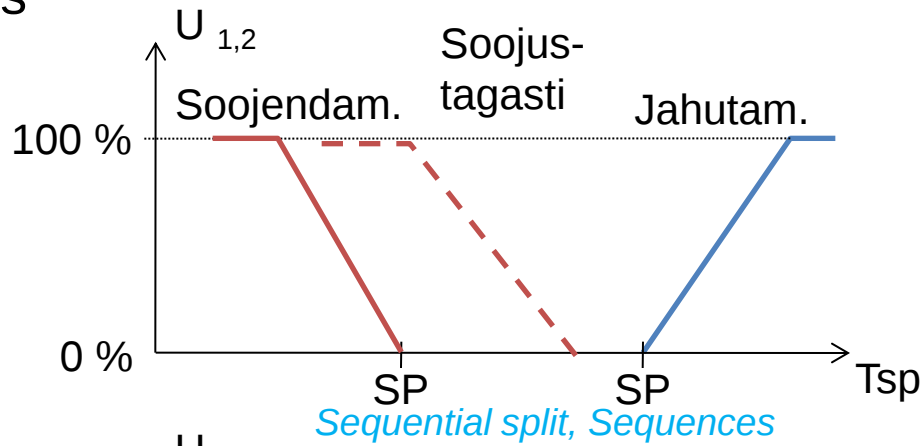
Enno Abel, Hendrik Voll; Hoonete energiatarve ja sisekliima

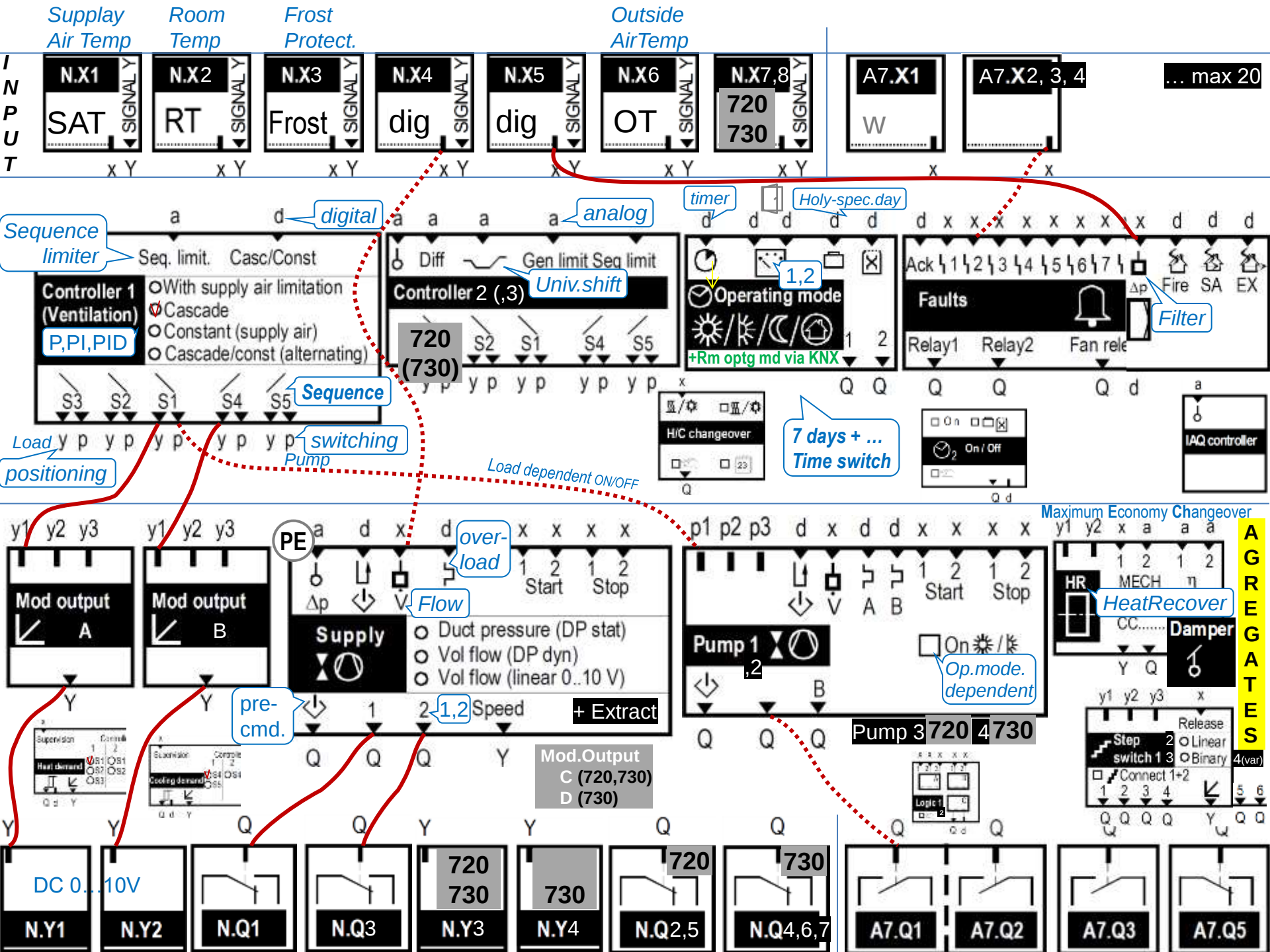
t_{sp} kui soojuse tagastust
ei vähendata



Reguleerimisalgoritm

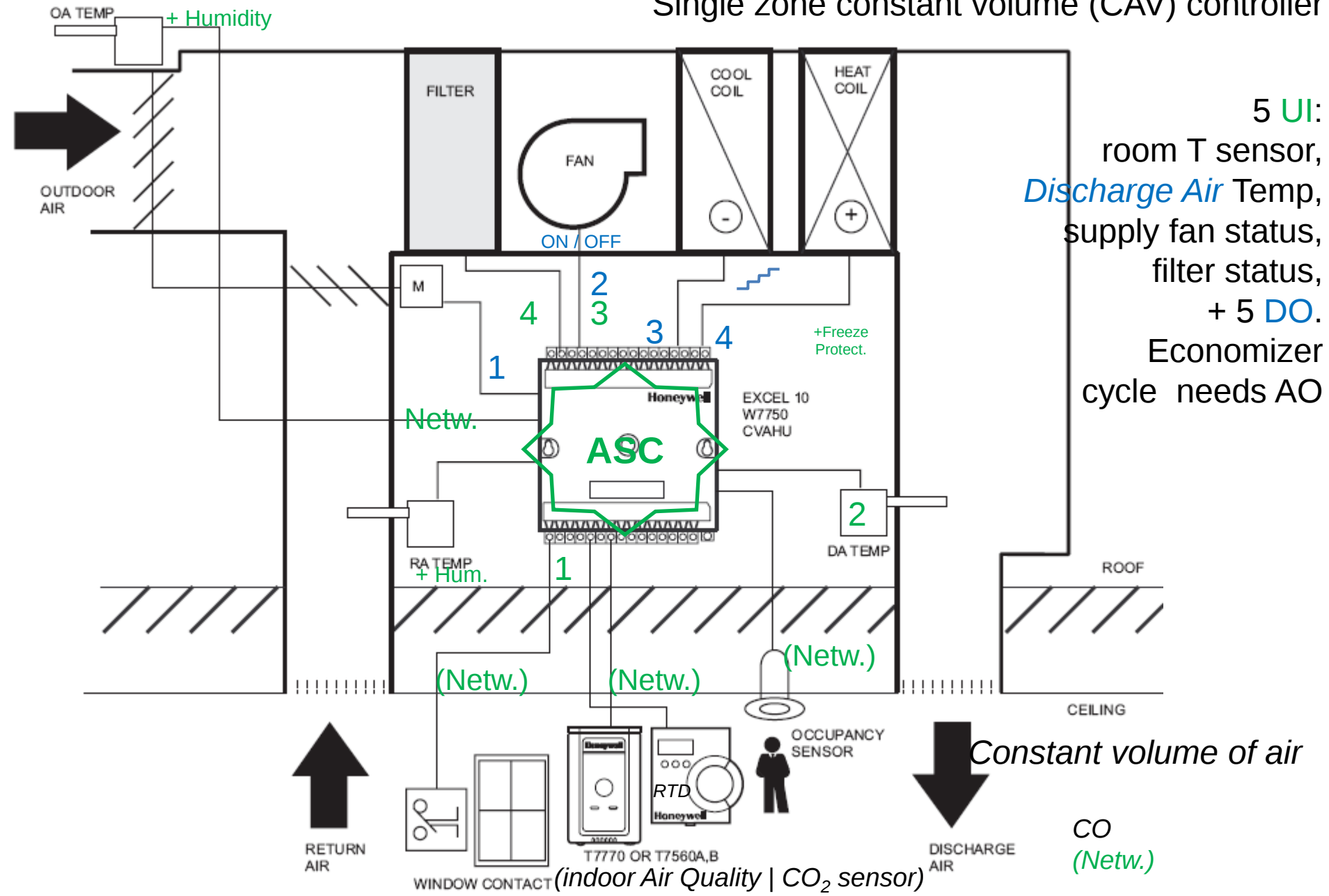
juhtseadmes





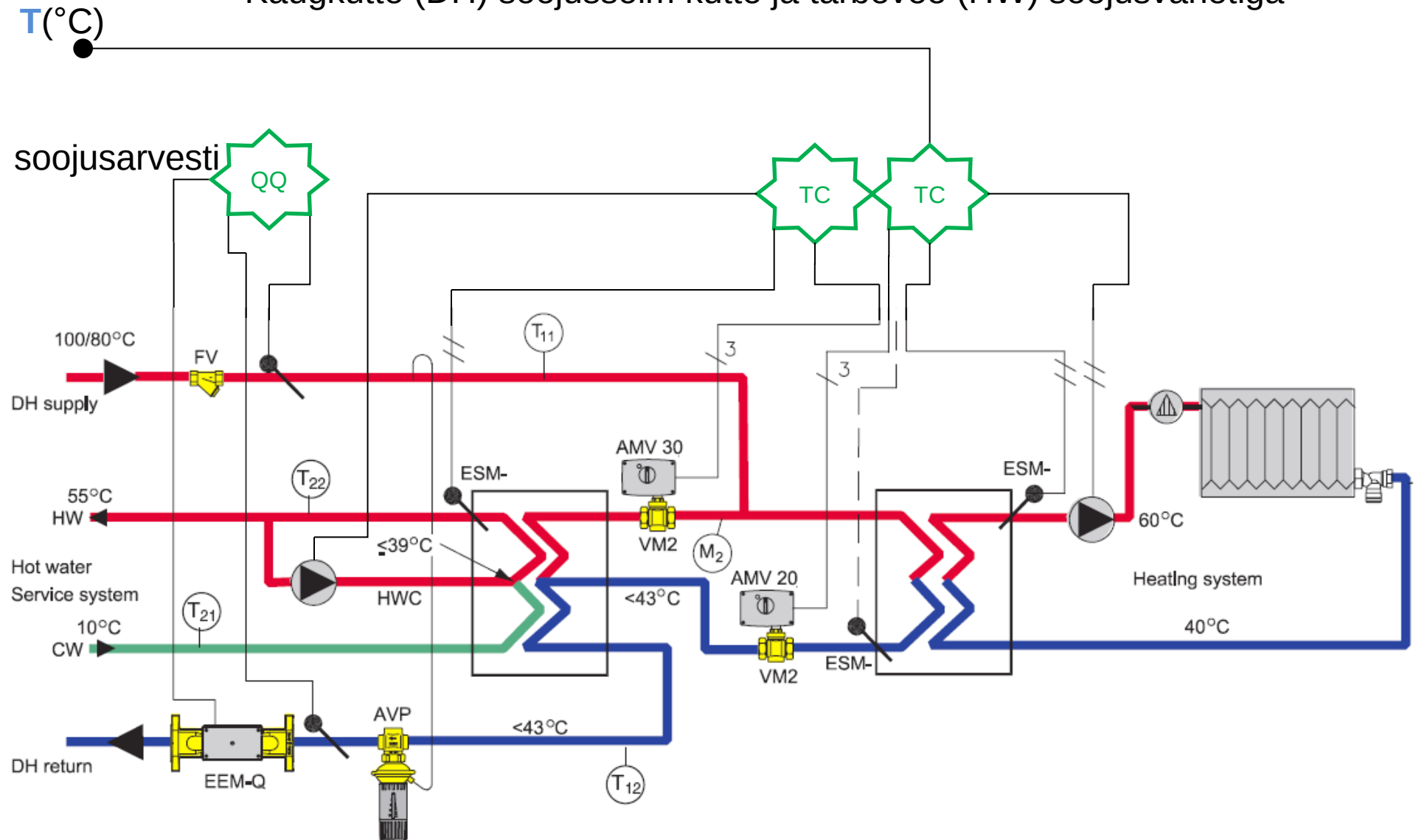
Rooftop Unit (RTU) Controller

Single zone constant volume (CAV) controller



Soojussõlm

Kaugkütte (DH) soojussõlm kütte ja tarbevee (HW) soojusvahetiga

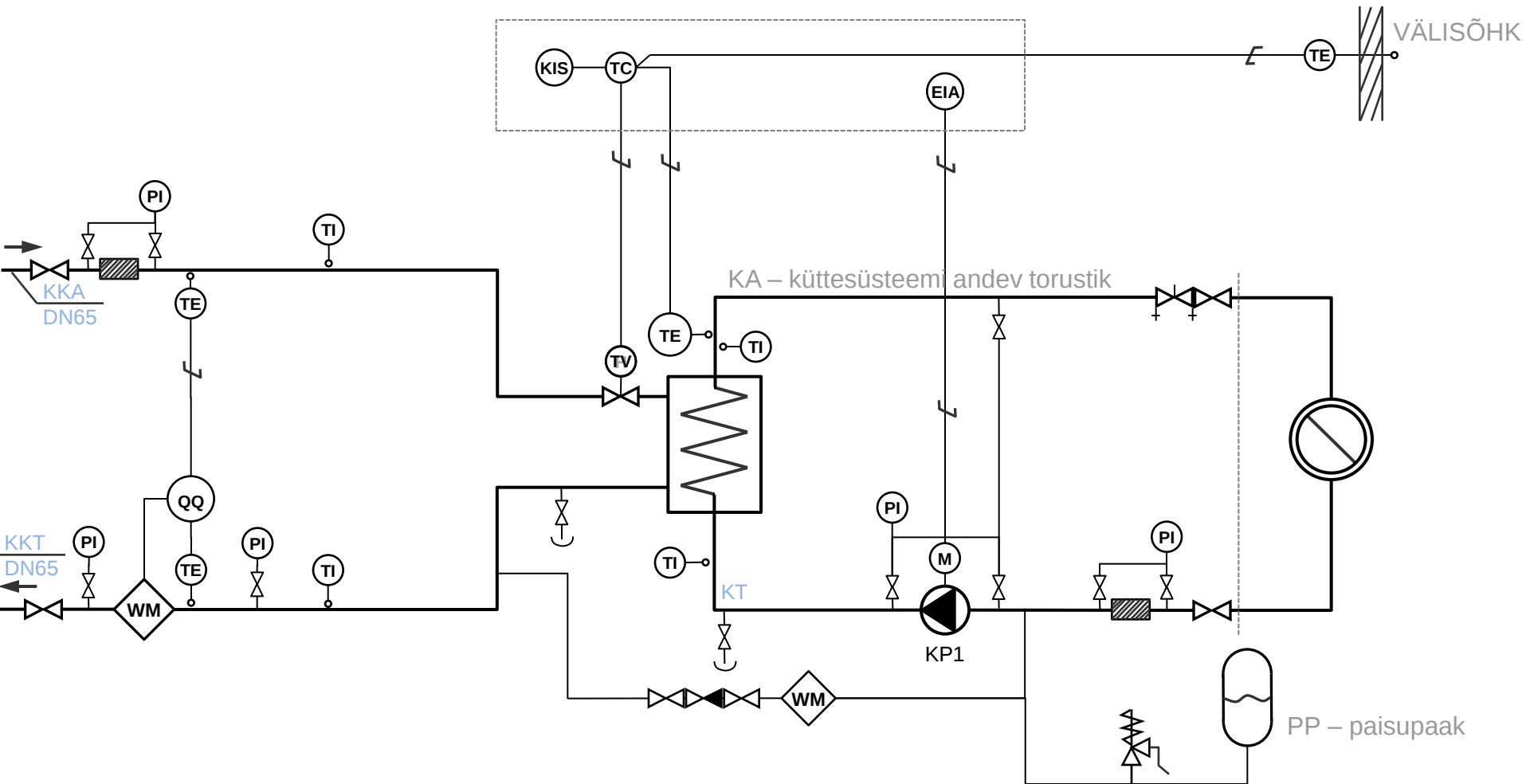


reguleerventiilid, termoandurid, ringluspumbad , otsetoimeline rõhuvaheregulaator

Automaatika talitlusskeemi näide

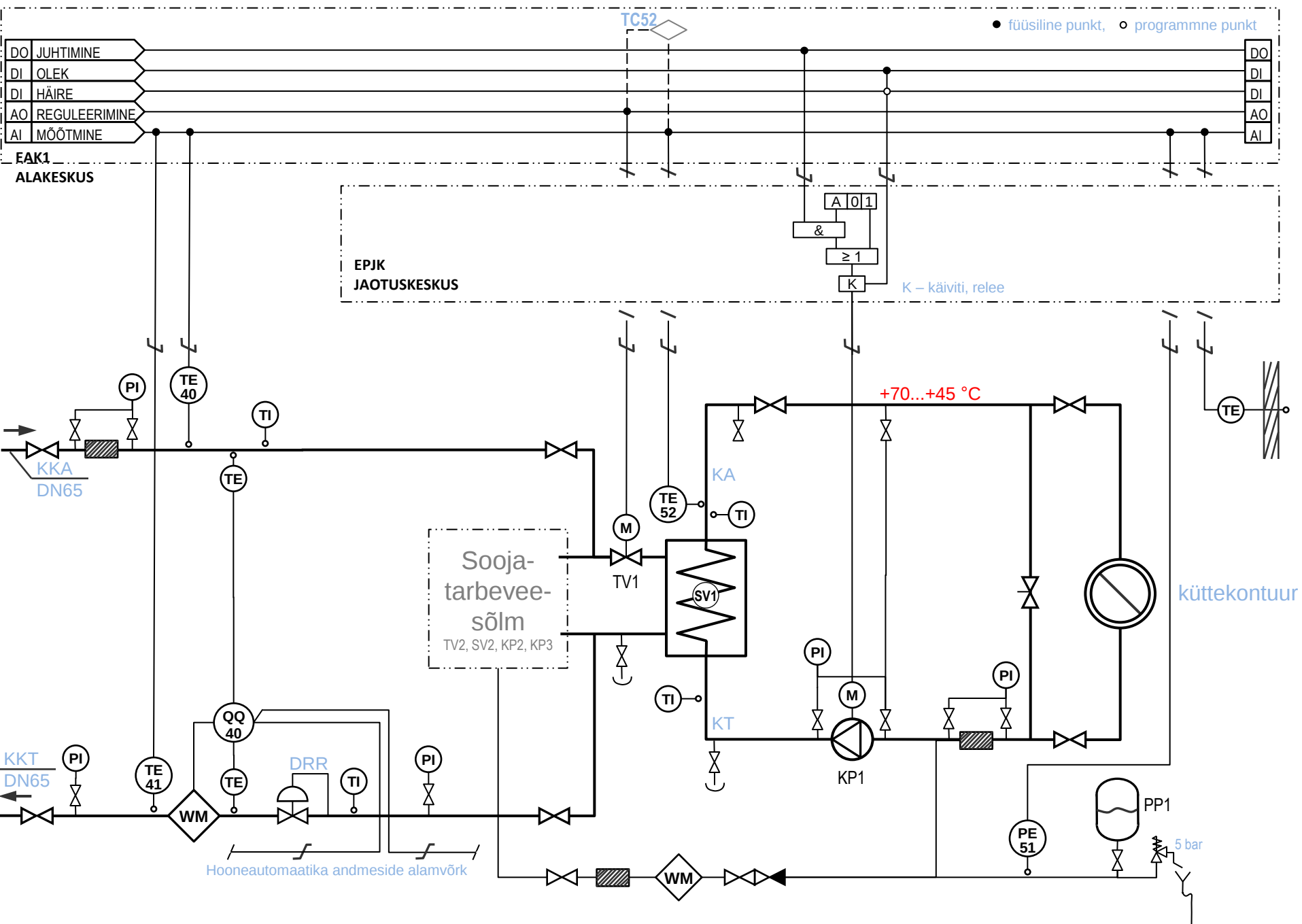
Segamissõlm soojusvahetiga

H – reguleerventiil, KIS – programmkell, EIA - releelüliti



KKA – kaugkütte andev torustik KKT – kaugkütte tagastav torustik

KT – küttesüsteemi tagastav torustik



Soojussõlmes

[illegible]

