

Jahutussüsteemide reguleerimine



Marko Moring

müügijuht

Danfoss AS

Tammsaare tee 47

11316 Tallinn

Tel: 6 59 33 00

Fax: 6 59 33 01

GSM: 51 61 470

E-mail: marko.moring@danfoss.ee

www.kyte.danfoss.ee

Teemad

- Mis on AB-QM
 - Kuidas AB-QM töötab
 - AB-QM seadistamine
 - Valik
 - Arvutus
 - Tootevalik
 - Skeemid
- Kuidas AB-QM parendab süsteemi
- Võimalikud probleemid süsteemides
- Võrdlus erinevate lahenduste puhul
- Tehtud projektid



HVAC süsteemide projekt. eesmärk on selge:

Luua komfortne sisekliima ja keskkond tööks ja elamiseks, tehes seda minimaalsete kuludega.

Mitte ainult kulutused ehitusele ei ole olulised, süsteeme peab olema lihtne ehitada ja hooldada ning süsteemid peavad töötama energiasäästlikult

Hotellid



Kontorihooned



supermarketid



tootmishooned

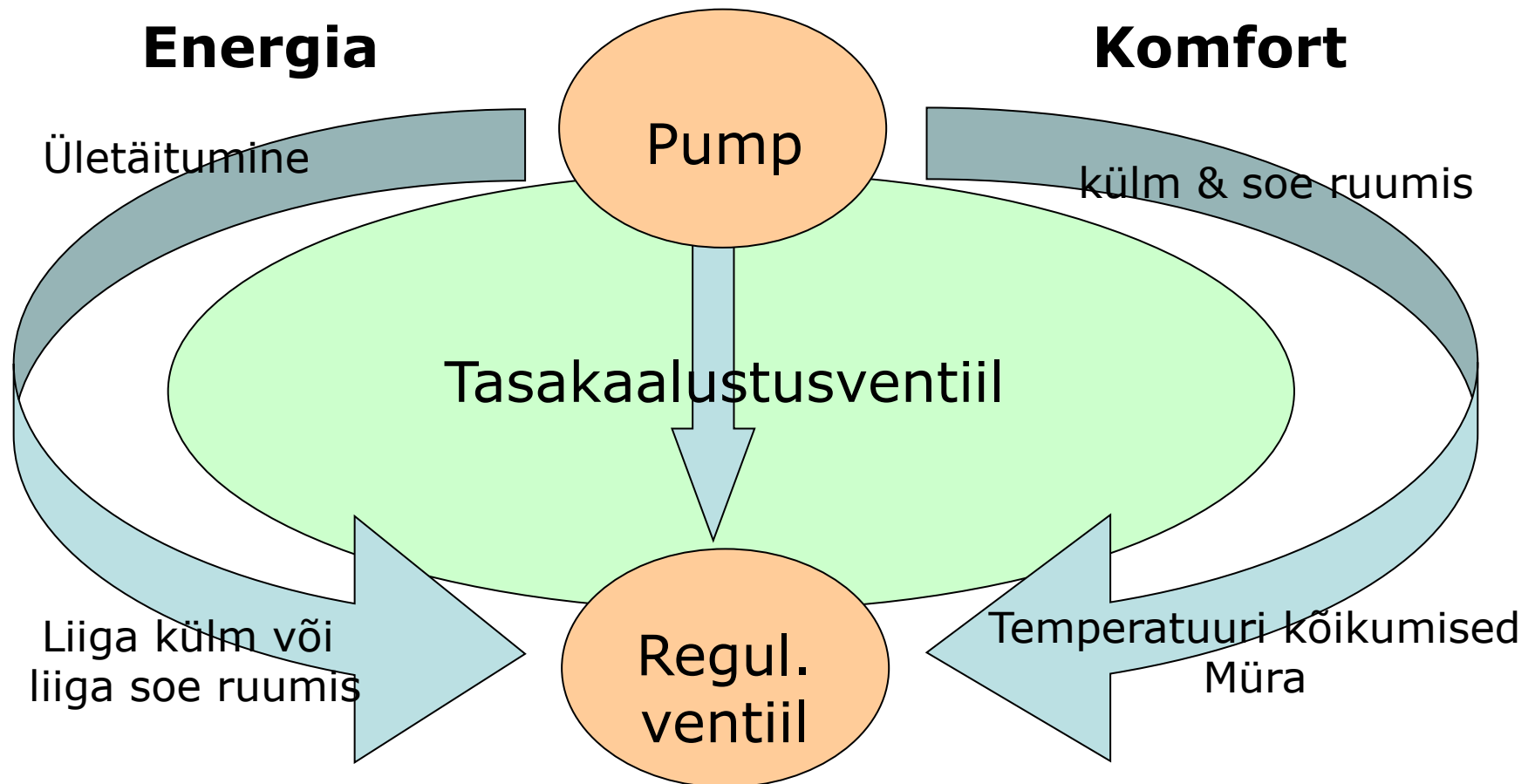


muud avalikud hooned (restoranid, kontserdi majad, spordihallid jt.)



Miks tasakaalustada ?

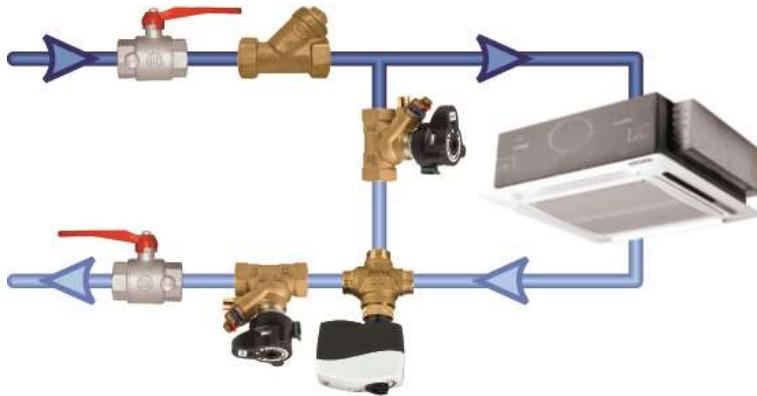
Tasakaalustusventiilid moodustavad 1% kogu HVAC süsteemide investeeringust – vahend seadmete 99% efektiivseks kasutamiseks.



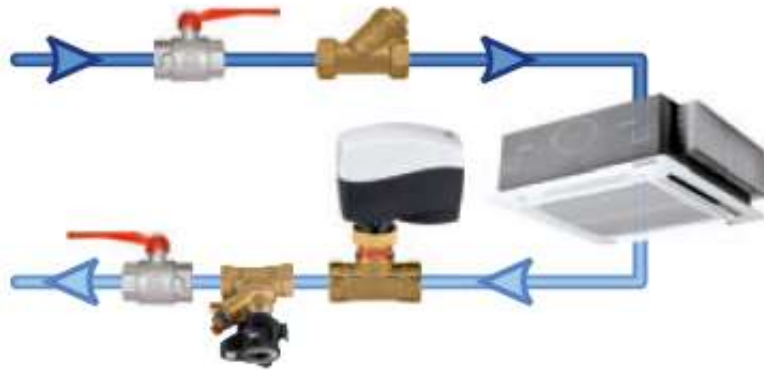
DANFOSS SKEEMIDE JUHEND



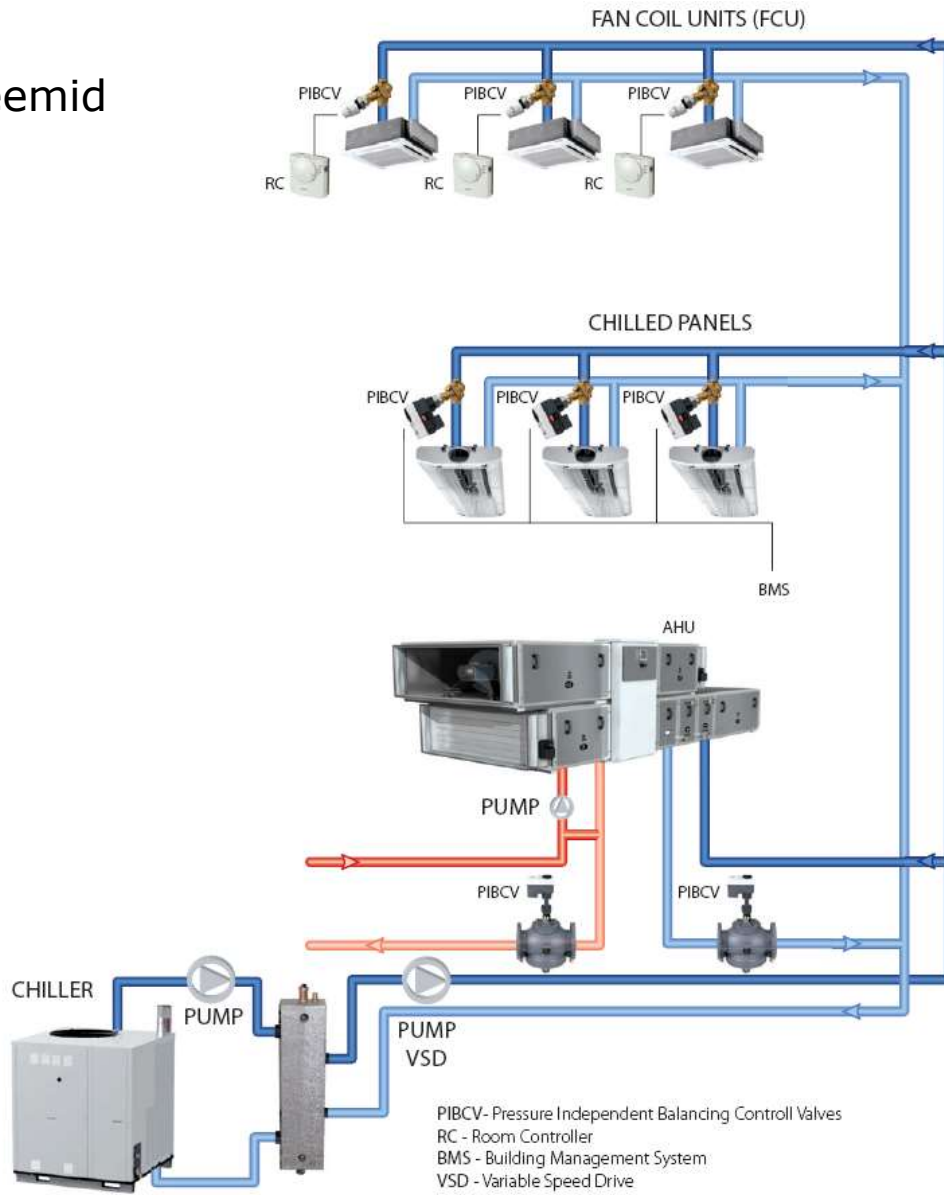
RECOMMENDED* | Application



ACCEPTABLE* | Application



NOT RECOMMENDED* | Application



Mis on AB-QM?

AB-QM on rõhust sõltumatu tasakaalustus- ja reguleerventiil (PIBCV):

- Reguleerventiil
- Automaatse tasakaalustus funktsiooniga



Kuidas töötab AB-QM?



AB-QM tööpõhimõte?

A 3D CAD rendering of a Danfoss AB-QM valve is shown in the background. The valve is a complex mechanical part with various ports and a central actuator. It is rendered in a light gray color with some blue highlights on the actuator.

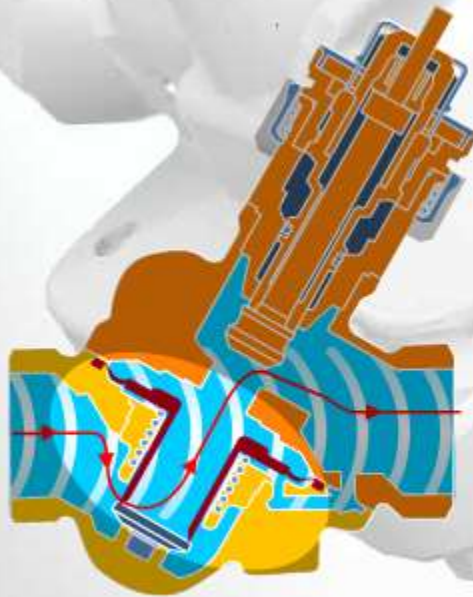
AB-QM koosneb kahest osast:

AB-QM tööpõhimõte?

A 3D CAD rendering of a valve assembly is shown in the background. The valve is white and has a complex, multi-faceted design. It is positioned in the center-left of the slide. A large white rectangular box is overlaid on the left side of the image, partially obscuring the valve's body. The text "Reguleerventiiil..." is placed to the right of the valve, partially overlapping the white box.

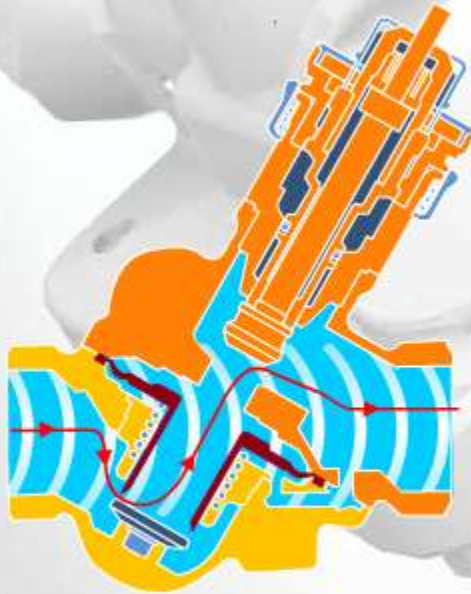
Reguleerventiiil...

AB-QM tööpõhimõte?



ja rõhuvahe regulaator.

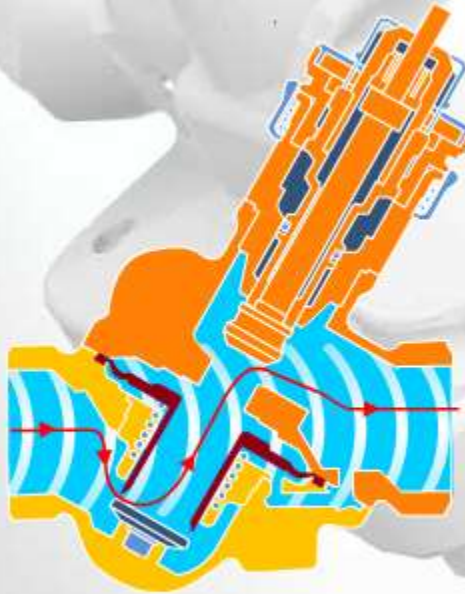
AB-QM tööpõhimõte?



Differentsiaalrõhu regulaator hoiab rõhku konstantsena üle reguleerventiili.

$$Q = K_v \times \sqrt{\Delta p}$$

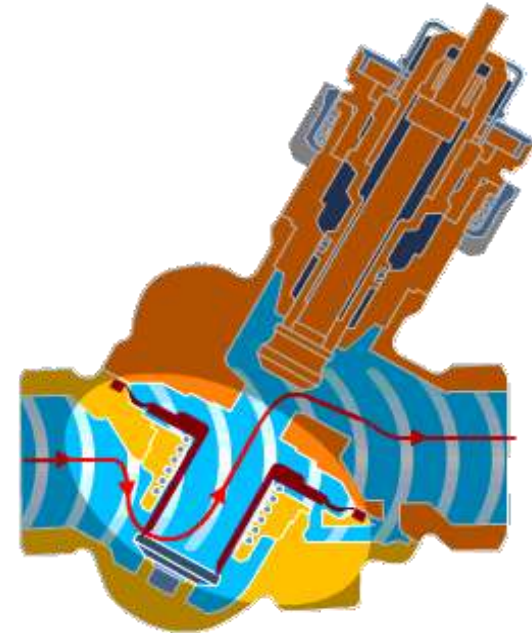
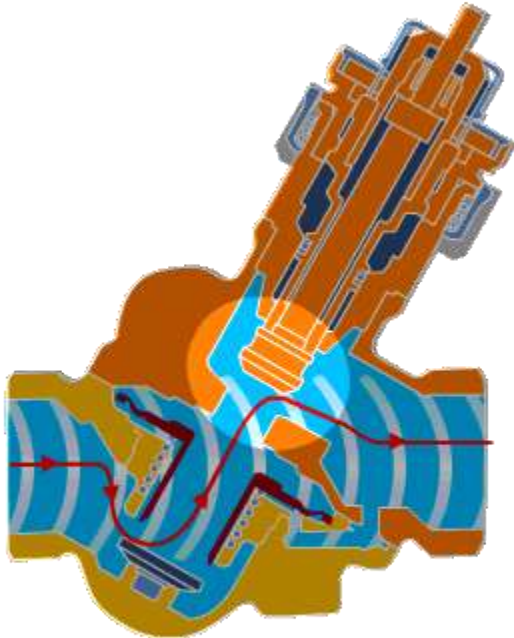
AB-QM tööpõhimõte?



**Stabiilne reguleerimine
maksimaalse täpsusega.**

Kuidas töötab?

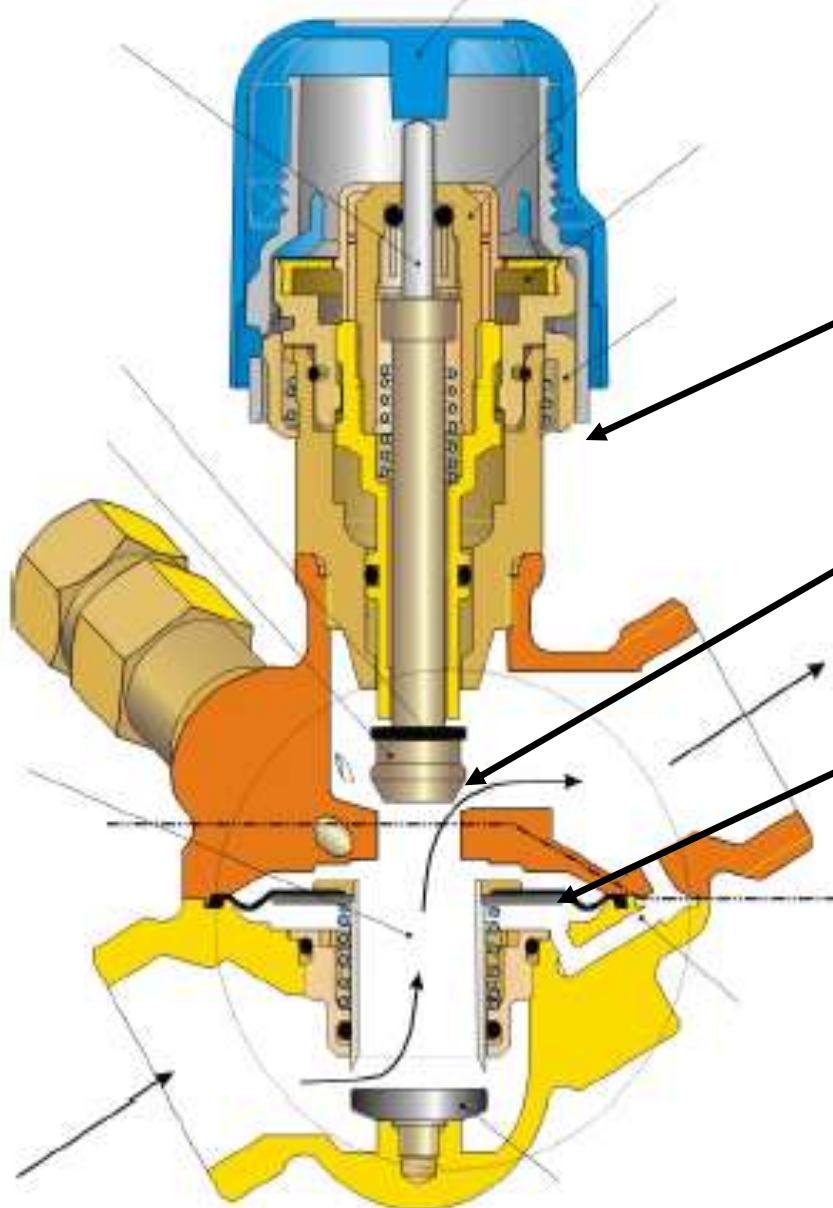
Reguleerventiil...



...ja differentsiaalrõhu reguleerimine

Kuidas AB-QM (PICV) töötab

Danfoss



Lihtne seadistus

... seadekoonuse asend

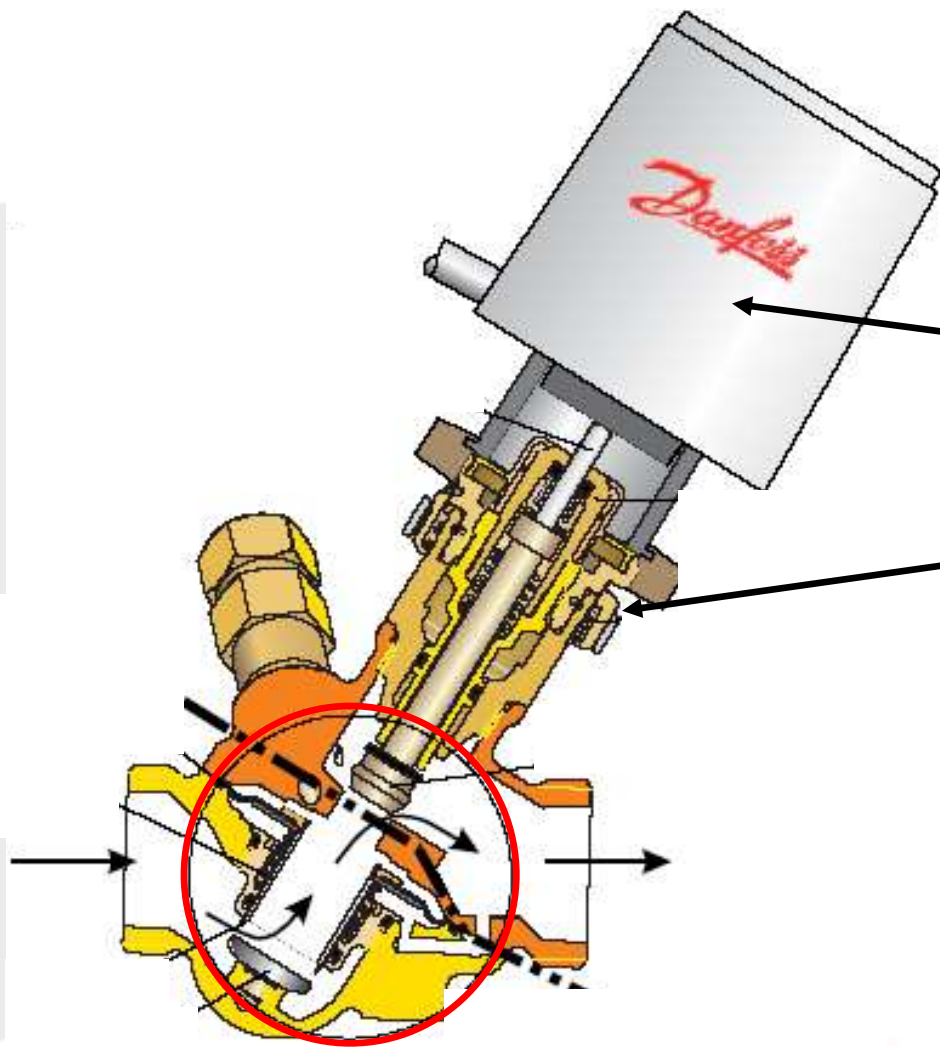
Membraaniga
kontrollitakse rõhku =>
vooluhulk

*(teada seadekoonuse
asend -> Kv*

*Teada Kv & diff. rõhk =>
vooluhulk)*



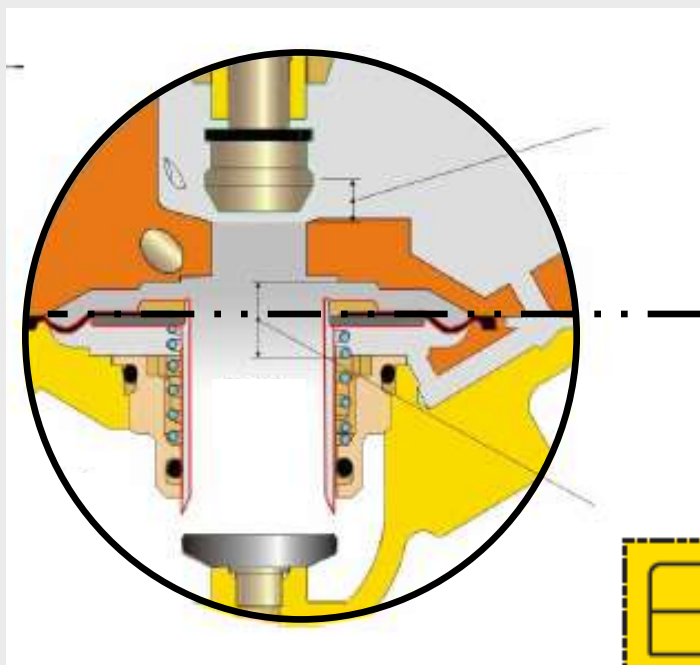
Rohkem AB-QM ventiilist



Kui ajam
on paigaldatud

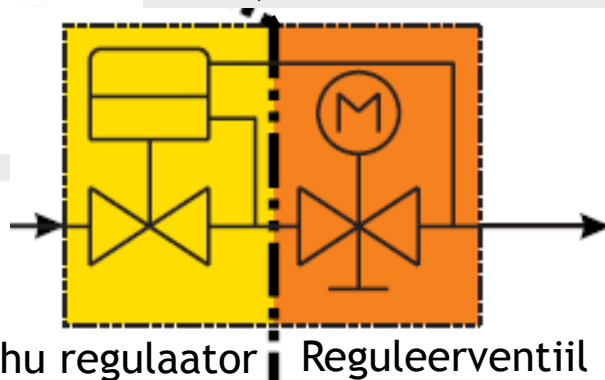
...me saame rõhust sõltumatu
reguleerventiili koos täpse
vooluhulga piiramise
funktsiooniga

AB-QM kui “ühendatud” reguleerventiil



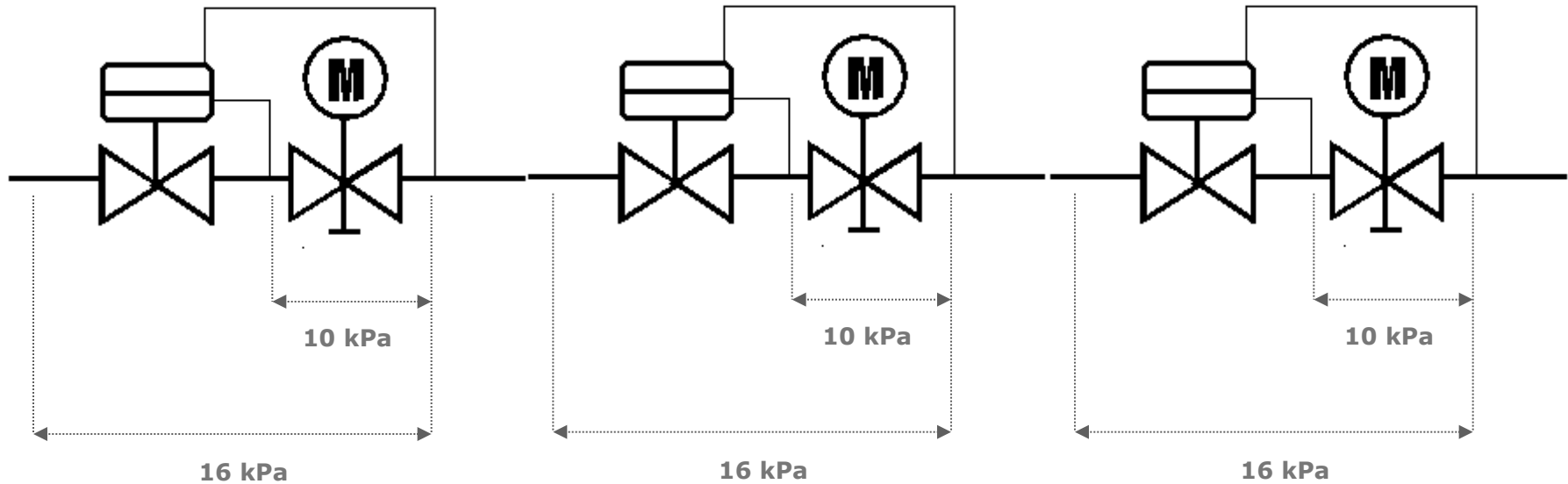
- Rõhu suhtarv 100%
- Kõrge stabiilsusega
- Väga hea vooluhulga reguleerimisulatus (100% authority + lineaarse karakteristikuga ventiil)

Ideaalsed reguleerimise tingimused



Dif.rõhu regulaator | Reguleerventiil

Rõhumõjutegur -> AB-QM



Seadistus 100%

A=100%

Seadistus 40%

A=100%

Seadistus 20%

A=100%



AB-QM seadistamine



AB-QM seadistamine

A 3D rendering of a valve handle is positioned on the right side of the slide. The handle is light grey with a blue-colored top surface. It is shown in a slightly open position, revealing the internal mechanism of the valve.

Arvutame seadeväärtuse:

$$\frac{Q_{\text{Arvutuslik}}}{Q_{\text{Maksimum}}} \times 100\%$$

AB-QM seadistamine

A 3D CAD rendering of a Danfoss AB-QM valve. The valve is shown in a perspective view, highlighting its cylindrical body and the handle mechanism. The handle is a light blue color and is currently in the open position. The valve body is a light grey color. The background is a plain, light grey gradient.

Näide:

Arvutuslik = 270 l/h

**AB-QM DN 15,
maks. vooluh. = 450 l/h**

A 3D rendering of a valve component, likely a seat or stem, shown in a light gray color. It has a cylindrical shape with a flange-like top edge.

AB-QM seadistamine

A 3D rendering of a valve component, similar to the one in the top left, but shown from a different perspective. It features a handle-like top and a flange-like bottom.

Arvutus:

$270/450 \times 100\% =$

60%

A 3D rendering of a valve component, likely a seat or stem, shown in a light gray color. It has a cylindrical shape with a flange at the top.

AB-QM seadistamine

A 3D rendering of a valve component, similar to the one in the top left, but shown from a different angle. It is light gray with a blue-colored internal seal or stem.

Arvutus:

$270/450 \times 100\% =$

60%

Suuruse määramine



Danfoss **Minimaalne arvutuslik vabarõhk ventiilile:**

- DN 10 – DN 20 16 kPa
- DN 25 – DN 32 20 kPa
- DN 40/50 – DN 100 30 kPa

Danfoss **Seade vahemik**

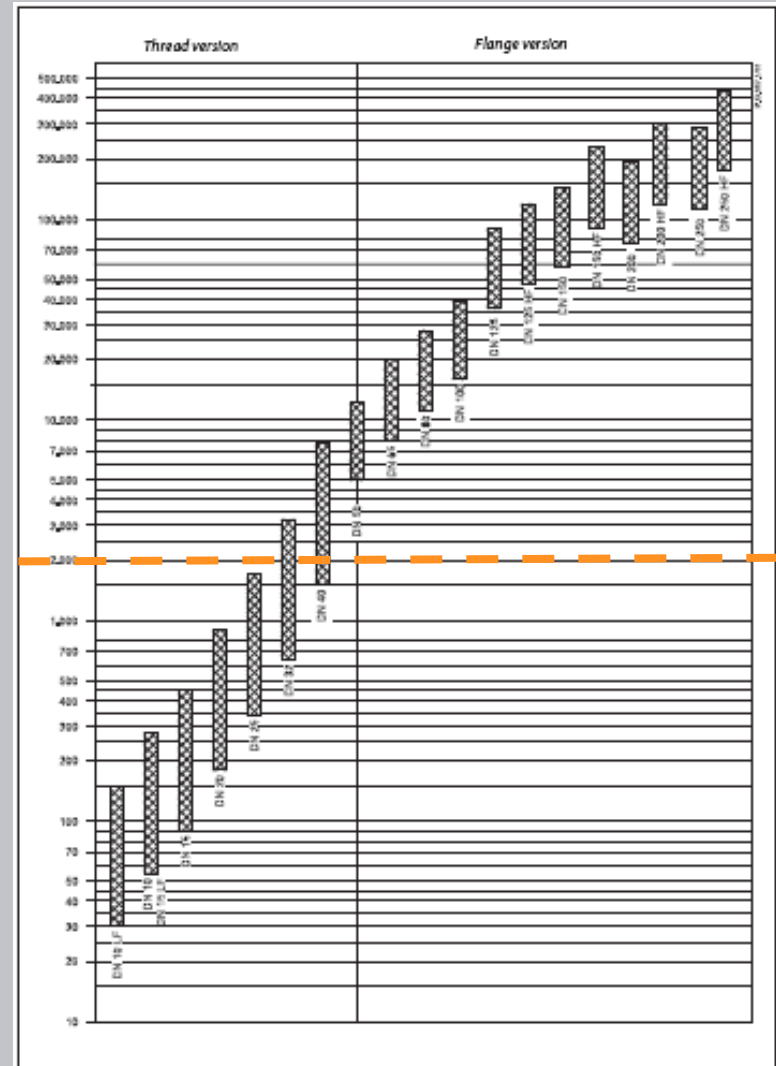
- DN 10 – DN 40/50 20 – 100 %
- DN 65 – DN 100 40 – 100 %

Danfoss **Soovituslik seade väärtuse % valida vahemikus 30-70% !**

Danfoss **Ei vaja teisi seadmeid hüdraulilise protsessi reguleerimiseks!**

Valik

- AB-QM valik põhineb vaid vooluhulga määramisel. Lihtne ja kiire valik.
- Ei vaja ventiili rõhu suhtarvu (authority) arvutust



Arvutus

Pumba tõstekõrguse leidmine

- Määrame nn. kriitilise kontuuri
- Arvutame kontuuri rõhukao ilma AB-QM ventiilita
- Leiame AB-QM rõhukao vastavalt ventiili läbimõõdule (16-30 kPa)
- Lisame selle kriitilise kontuuri rõhulangule



AB-QM kui reguleerventiil

**AB-QM sobivad ajamid, mis on
M30 x 1.5 ühendusega.**

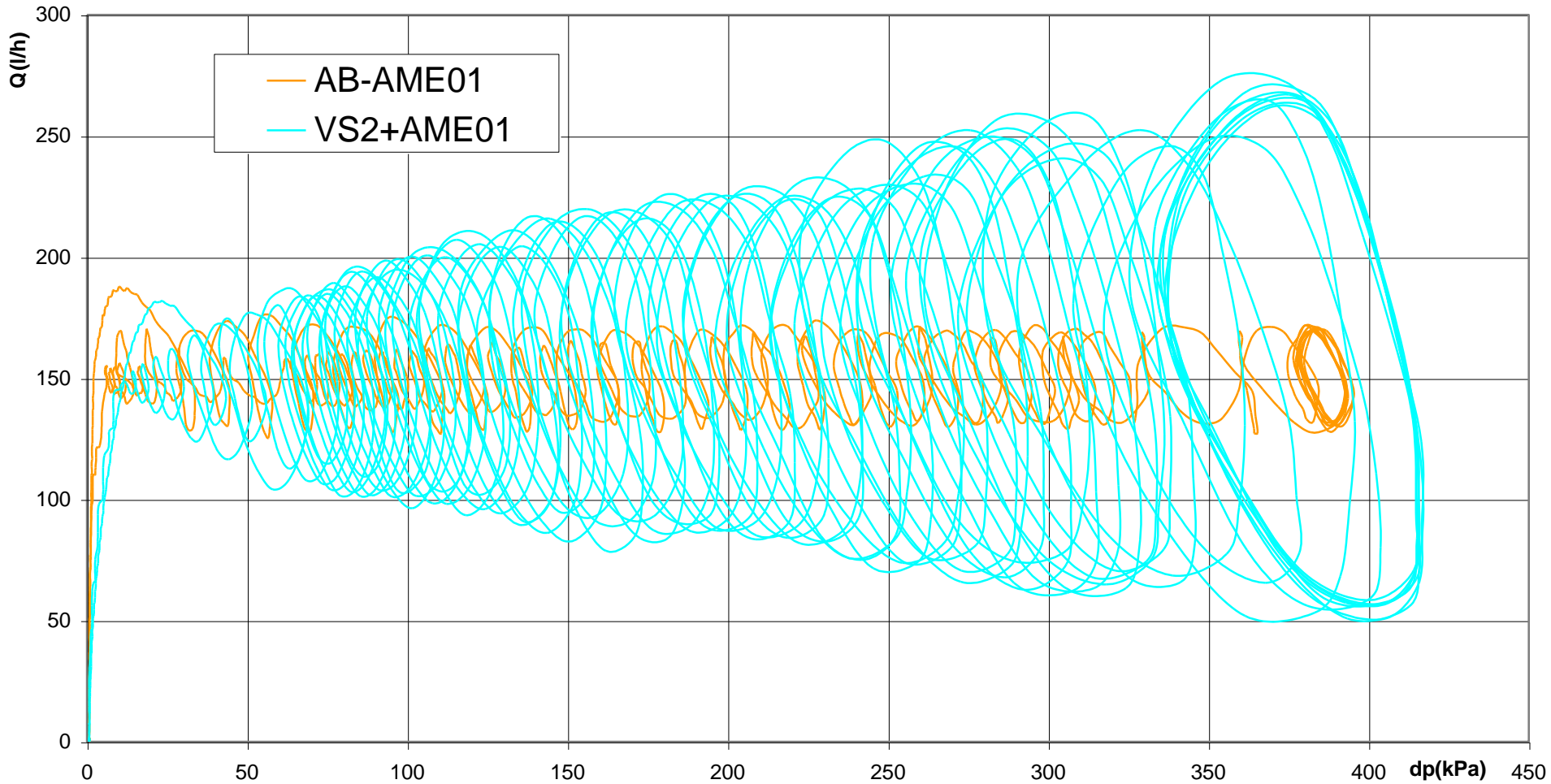
AB-QM kui reguleerventiil

Kuna dif. rõhk üle reguleerventiili on madal, vajavad ajamid vähest jõudu ventiili sulgemiseks.

Reguleerimise stabiilsus



BALANCING CHALLENGE dpv od 0...4bar



Tootevalik



AB-QM &
TWA-Z



AB-QM
& ABNM
LOG/LIN



AB-QM
& AME/V
110/120 NL



AB-QM
& AME 15QM



AB-QM
& AME 55QM



AB-QM &
AME 85QM

- AB-QM ventiilid DN10 kuni DN250
- Vooluhulk 30 l/h kuni 442.000 l/h

AB-QM ventiilile on pakkuda laias valikus erinevaid täiturmootoreid

- Skeemidele mis ei vaja väga täpset reguleerimist pakume:
 - **TWA-Z** termomootor On/Off DN10 kuni DN20
 - 24 ja 230 Vac
 - Pingeta avatud (NO) ja pingeta suletud versiooni (NC)
 - **AMI 140** On/Off täiturmootorid DN25 ja DN32
 - **ABNM** Termomootor 0-10 V (DN10 kuni DN32)*
 - ABNM LOG Vesi->Õhk soojusvaheti
 - ABNM LIN Vesi->Vesi soojusvaheti

* DN25 ja DN32 vaid 90% maksimum vooluhulgast



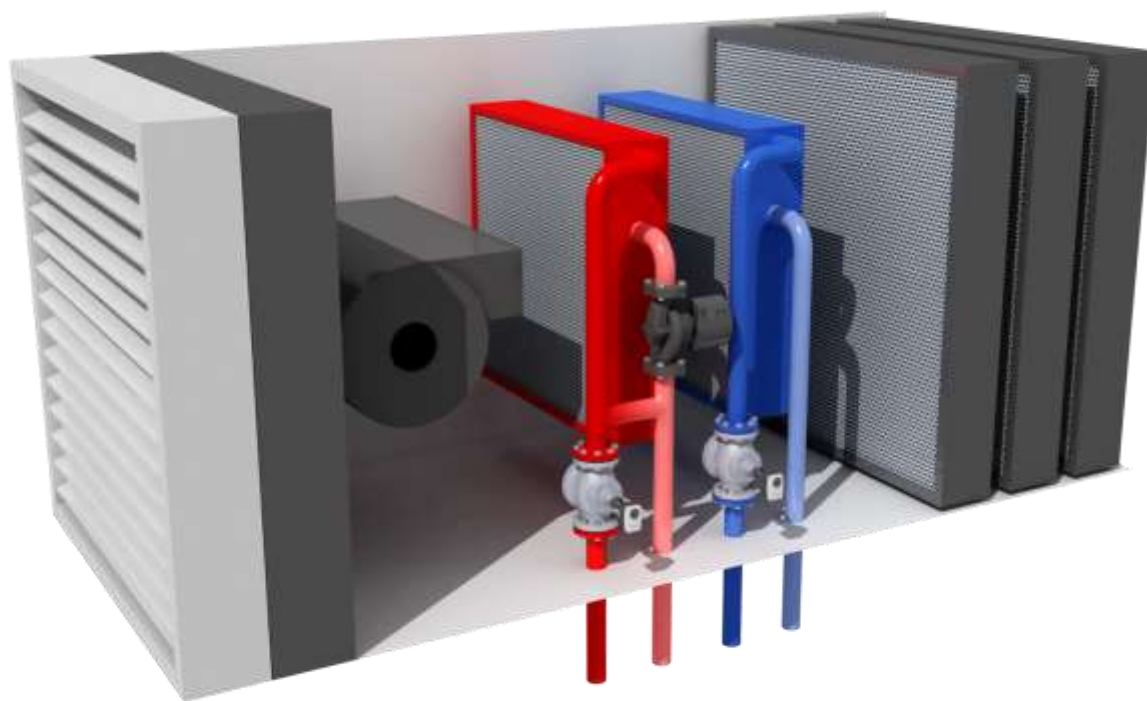
AB-QM ventiilile on pakkuda laias valikus erinevaid täiturmootorid

- Meie ajamitel on järgmised unikaalsed võimalused:
 - AB-QM ventiili käigupikkuse kalibreerimine
 - Lin/Log lüliti kombinatsioonis ventiil/ajam kas lineaarne või logaritmiline karakteristik



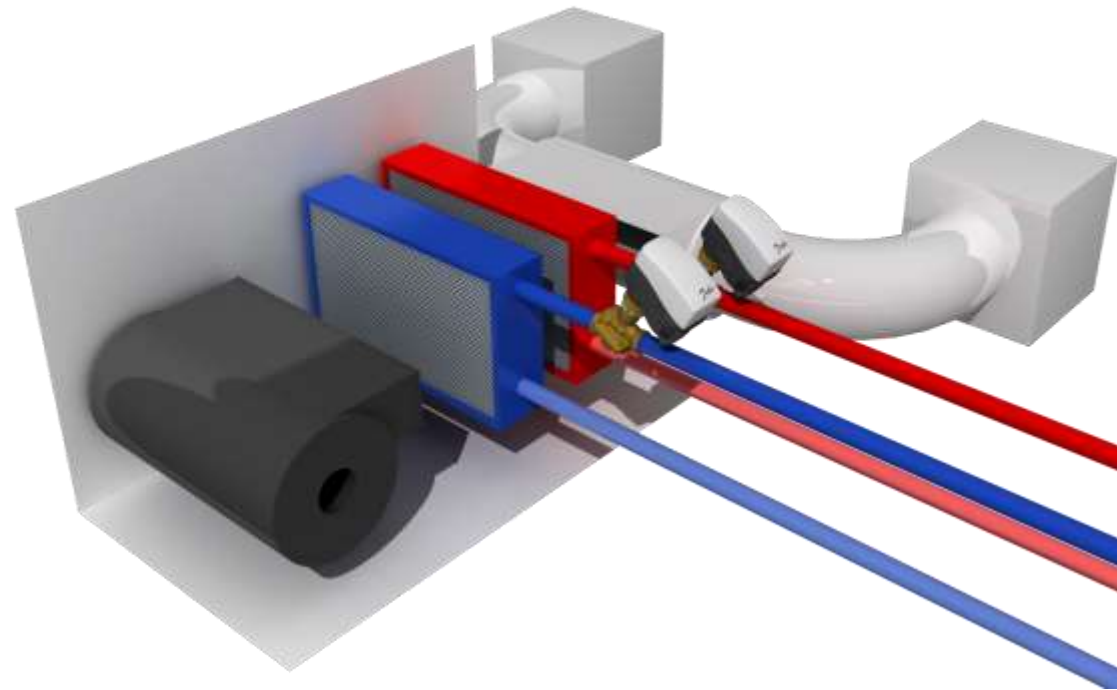
Skeemid

- AHU, Küte/Jahutus



Skeemid

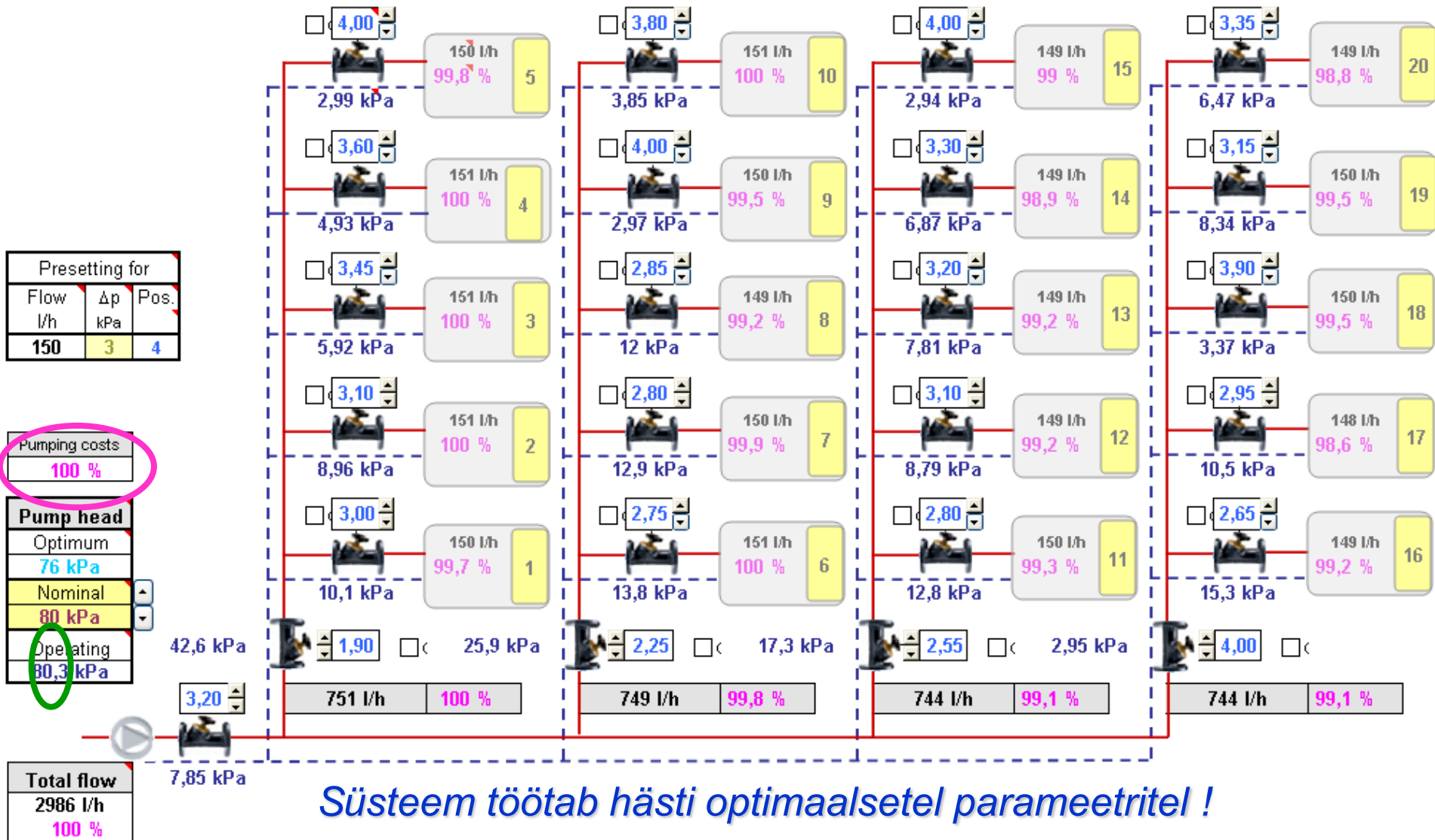
- Fancoilid, Küte/Jahutus
- Jahutustalad



Missugustel tingimustel häälestatakse süsteem?

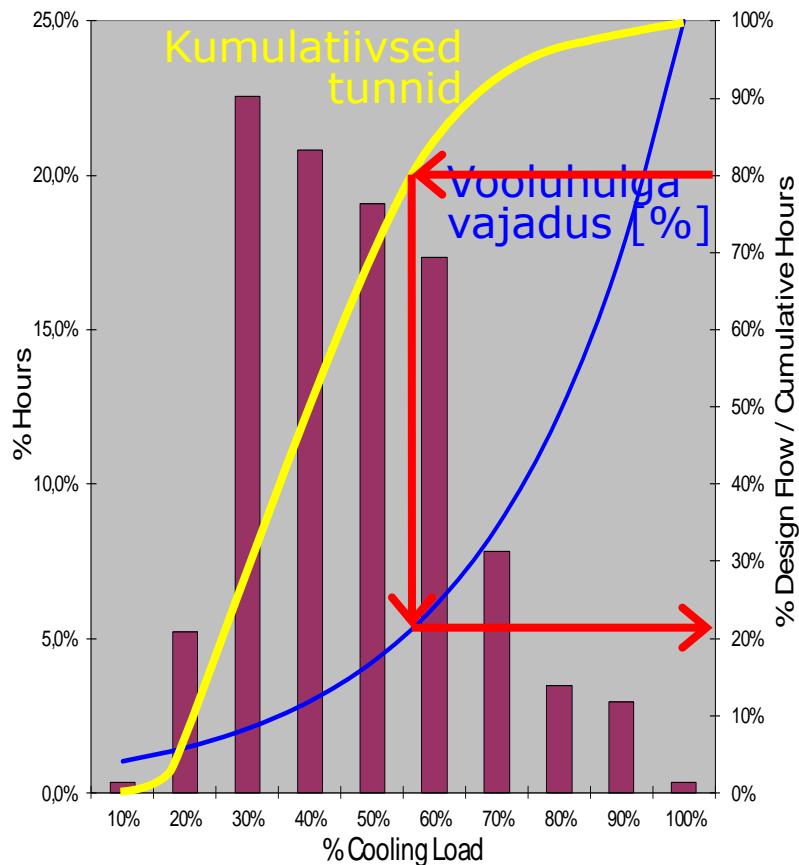
Staatilise tasakaalustuse efekt

Staatiliste ventiilidega süsteem: ~ 100% (projekt. vooluhulgad)



Süsteem töötab hästi optimaalsetel parameetritel!

Aastane koormusprofiil (jahutus)



- Süsteemid projekteeritud 100% jahutuskoormusele
- Tegelik vooluhulk dramaatiliselt väheneb jahutusvõimsuse vähenemisel
- 80% ajast on vooluhulga vajadus väiksem kui 22%

Staatilise tasakaalustuse efekt

Staatiliste ventiilidega süsteem: ~ 50% (tegelik situatsioon)



Effekt vastava reguleeriventiliga !

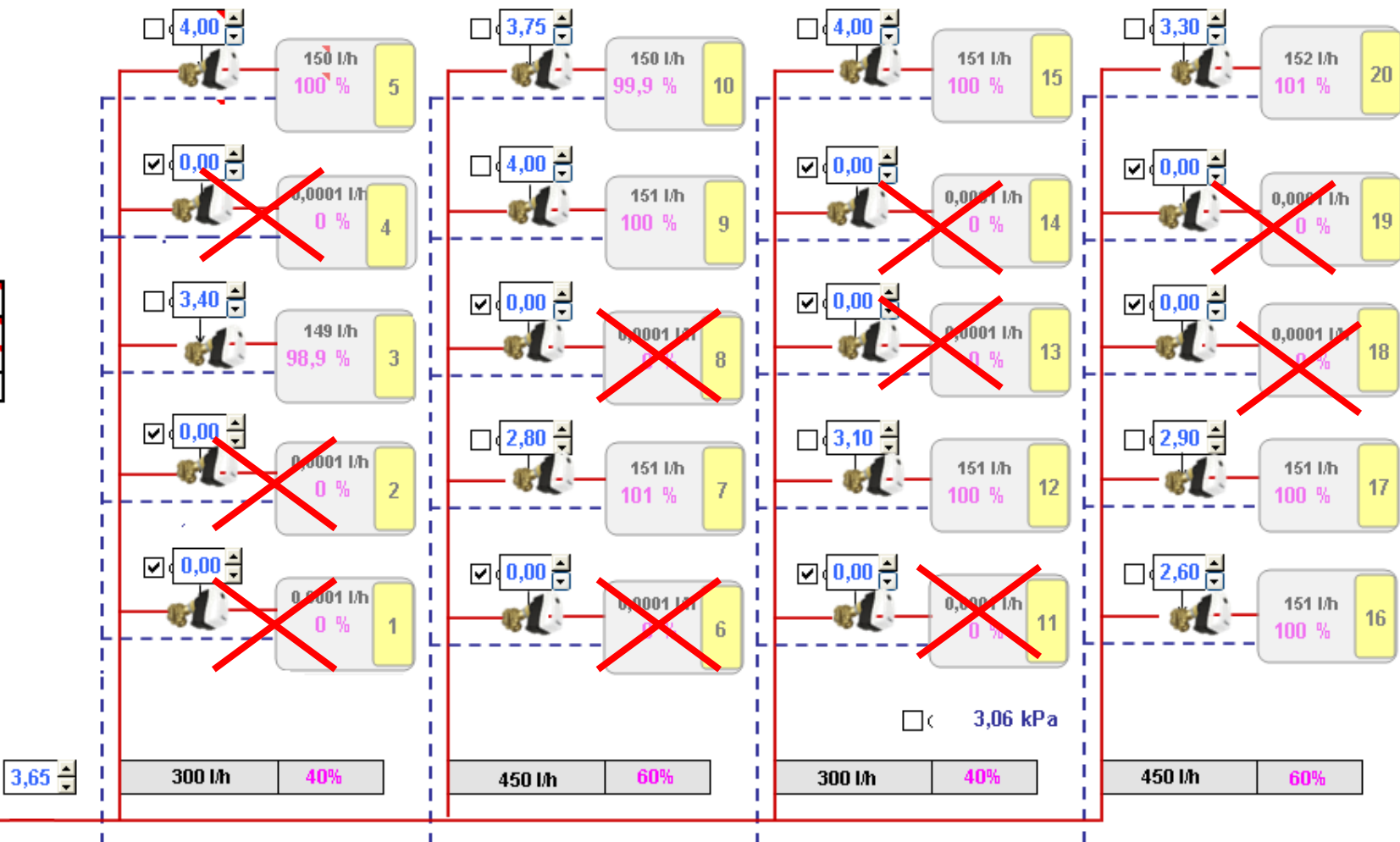


Uus tehnoloogia : PIBCV (rõhust sõltumatu tasakaalustus- ja reguleeriventil)
 ABQM - 50% koormusel

Presetting for		
Flow l/h	Δp kPa	Pos.
150	3	4

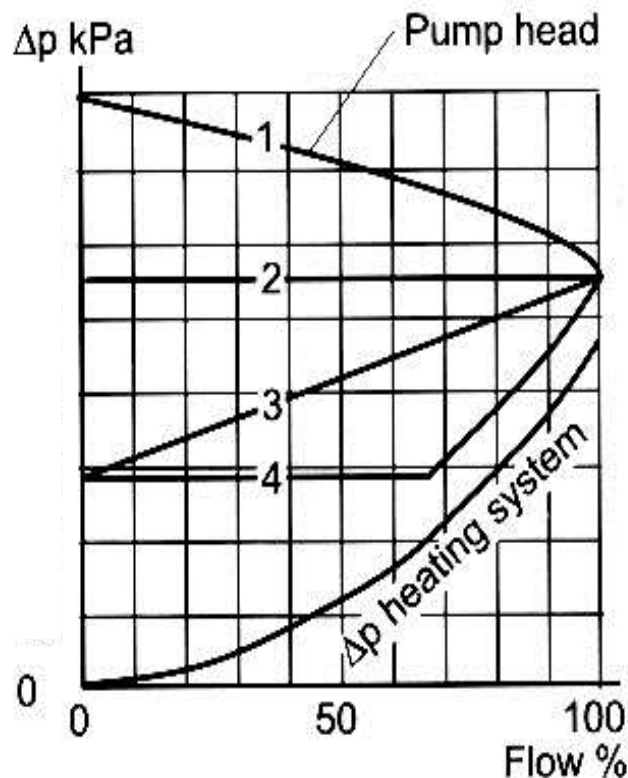
Pumping costs	42%
---------------	-----

Pump head	
Optimum	76 kPa
Nominal	40 kPa
Operating	52 kPa



Süsteem töötab efektiivselt kõikidel koormustel !

Millist pumba tüüpi kasutada?



Pumba karakteristikud ja küttesüsteemi rõhu-kulu sõltuvused.

Pump :

- Tavaline pump ilma rõhu piiramiseta - 1
- Pump sagedusmuunduriga :
 - hoiab konstantset differentsiaalrõhku üle pumba - 2
 - proportsionaalne diffrõhk - 3
 - differentsiaalrõhk paralleelsena süsteemi rõhutarbele - 4

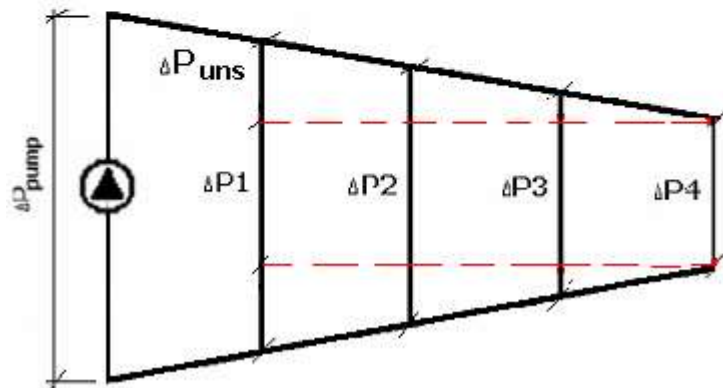
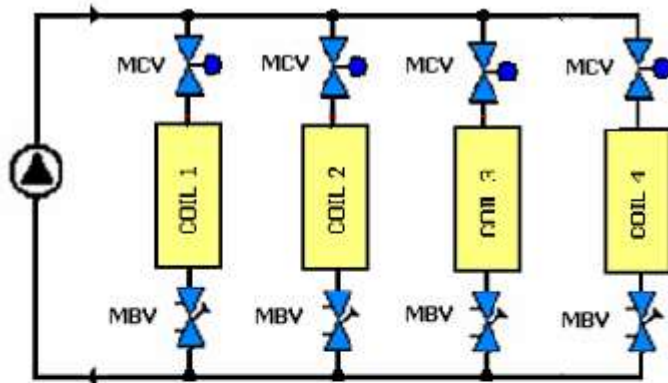
Sagedusmuunduri pumba tüübiga 2 ei ole võimalik kompenseerida kohalikke D_p muutusi süsteemis.

Üle- ja alatäitumine elementides & väikese delta T sündroom

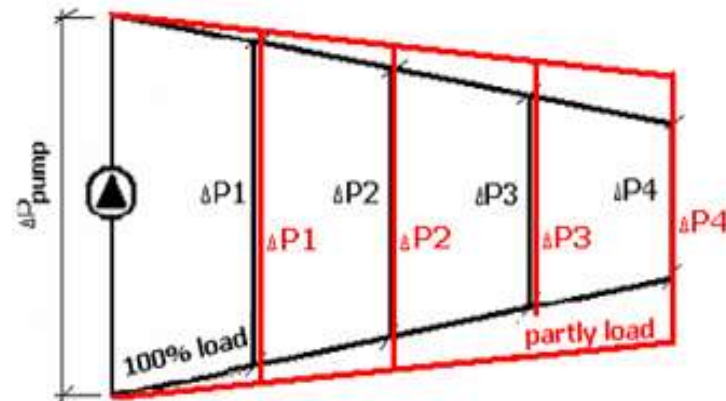
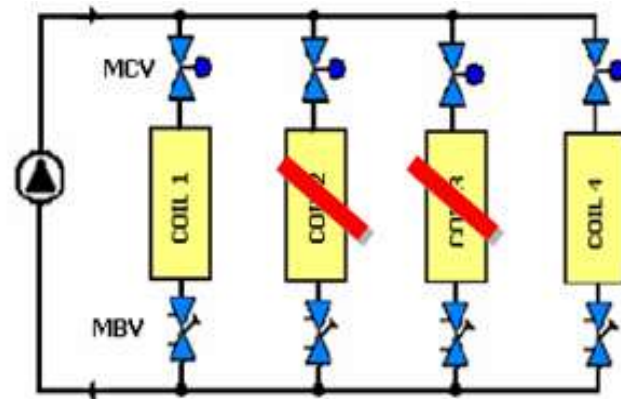
Miks manuaalseid tasakaalustuventiile ei soovitata kasutada muutuva vooluhulgaga süsteemides?

Madala delta T sündroom ja ületäitumise probleem

100 % koormus – hea tasakaal & hästi toimiv reguleerventiil (MCV)!

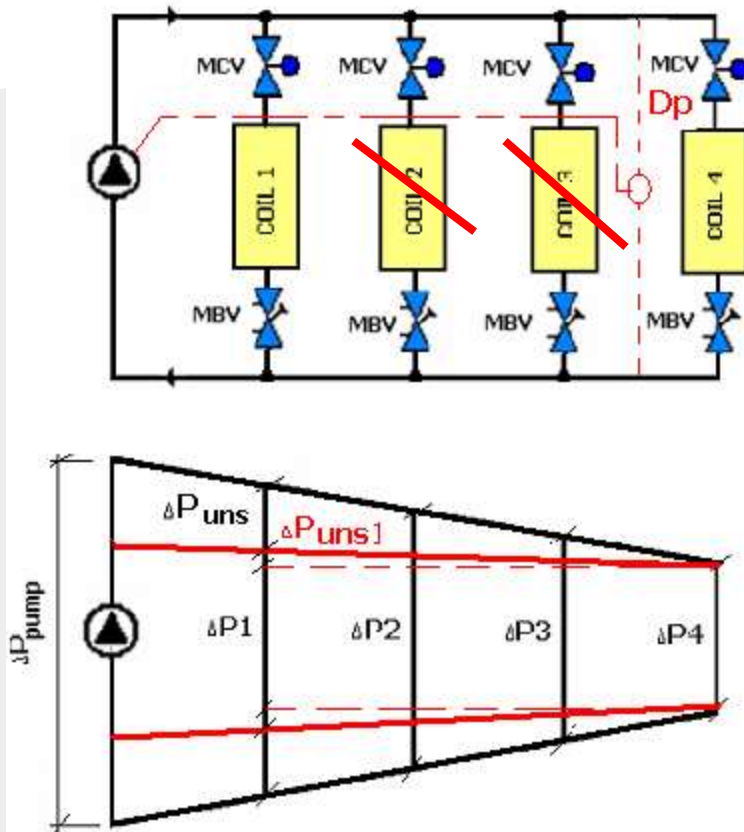


Osalisel koormusel – halb tasakaal & halvasti toimiv reguleerventiil (MCV)



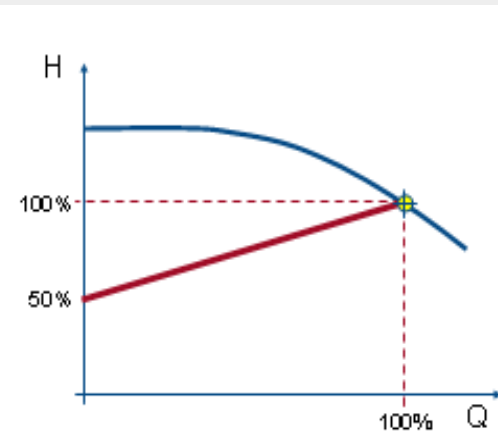
Miks ei soovitata staatilisi tasakaalustusventiile muutuva vooluhulgaga süsteemidesse?

Alatäituvuse probleem



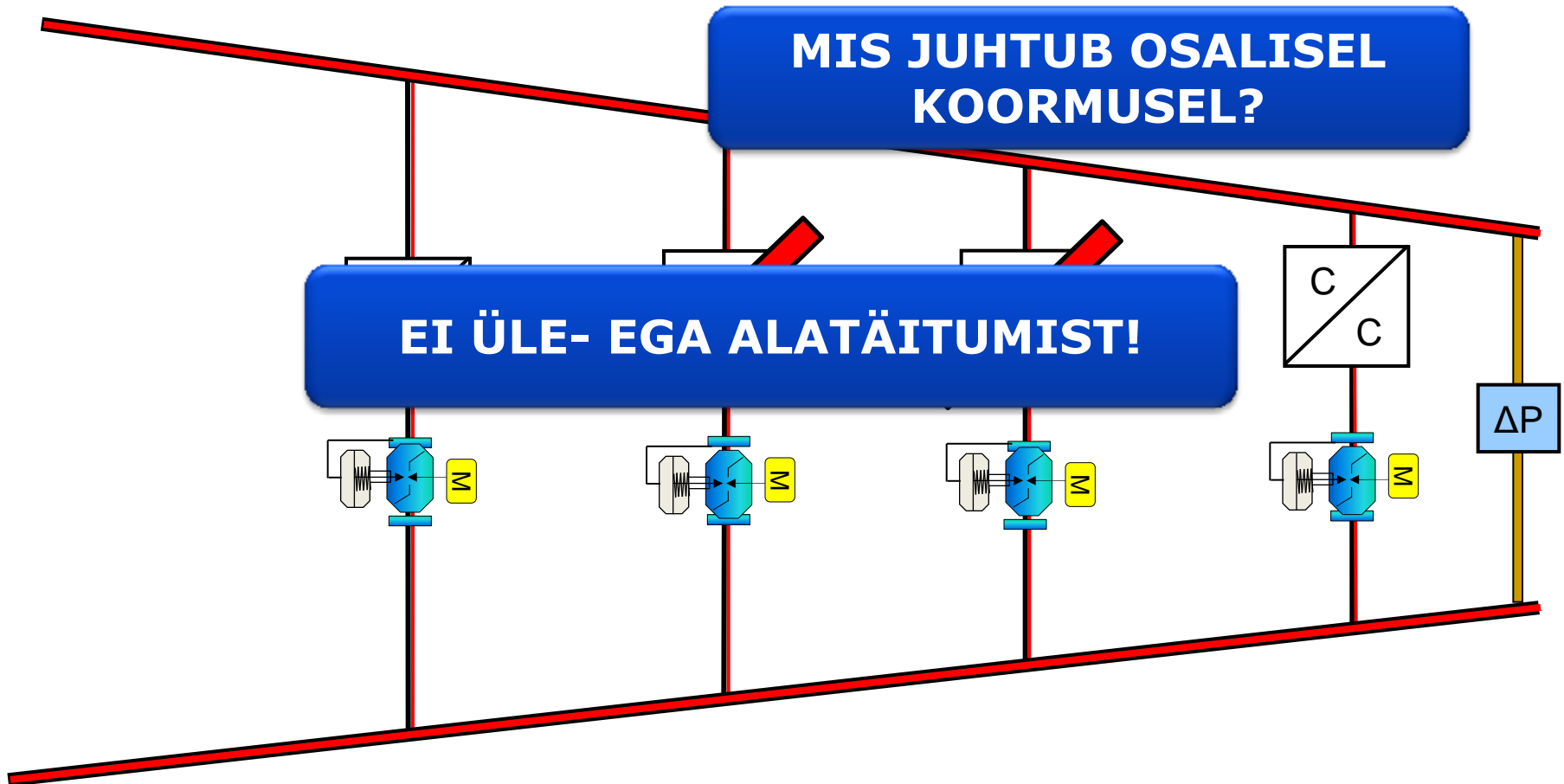
Näide : osalisel koormusel ?

Kuidas töötab Coil 1 ΔP vähenedes ?



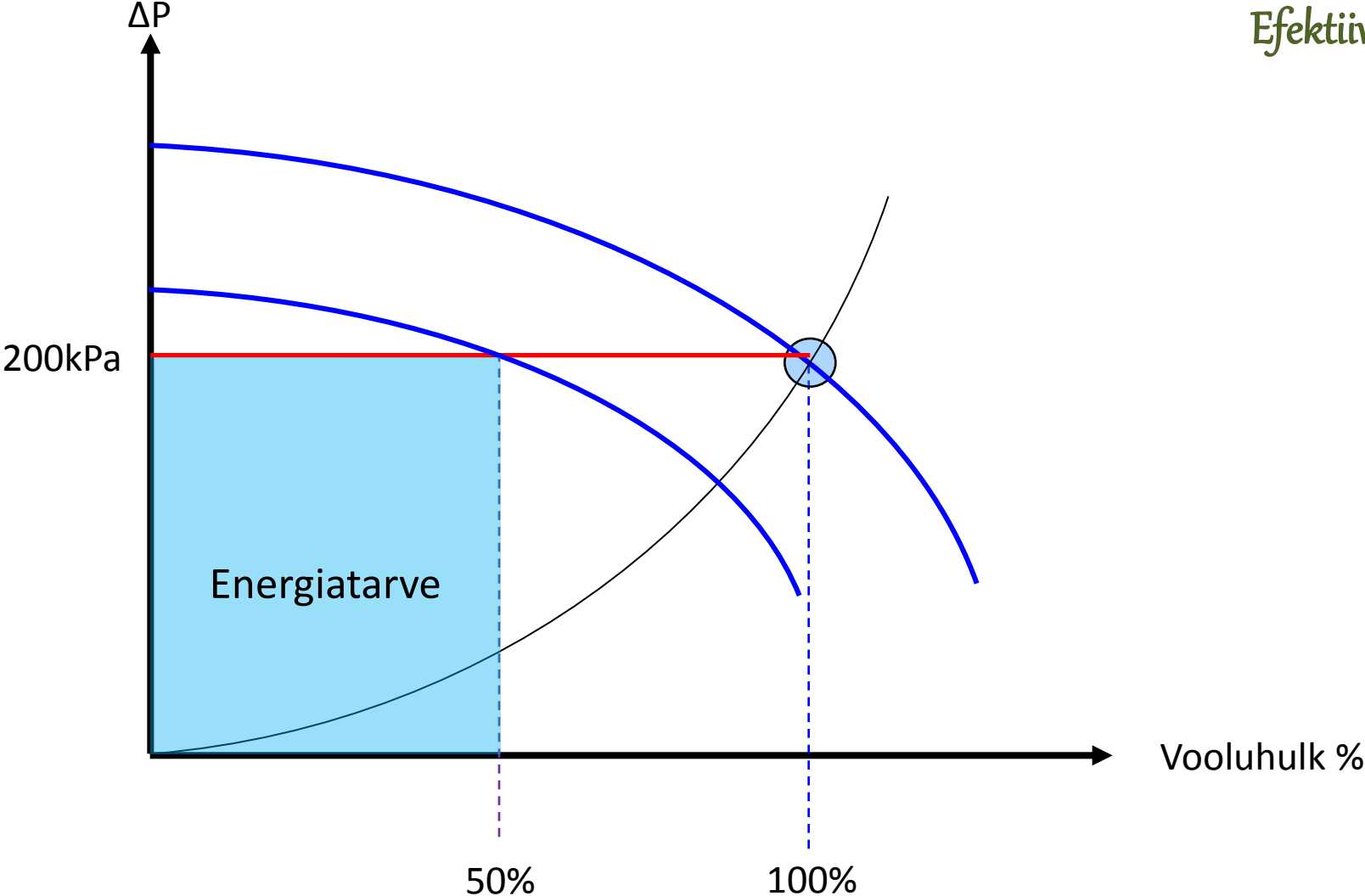
....pumba tõstekõrguse vähenemise tõttu võib esimese püstiku takistus osutuda liiga suureks..... mille tulemuseks on püstiku alatäituvus

DP REGULEERIMINE – PIBCV (AB-QM)

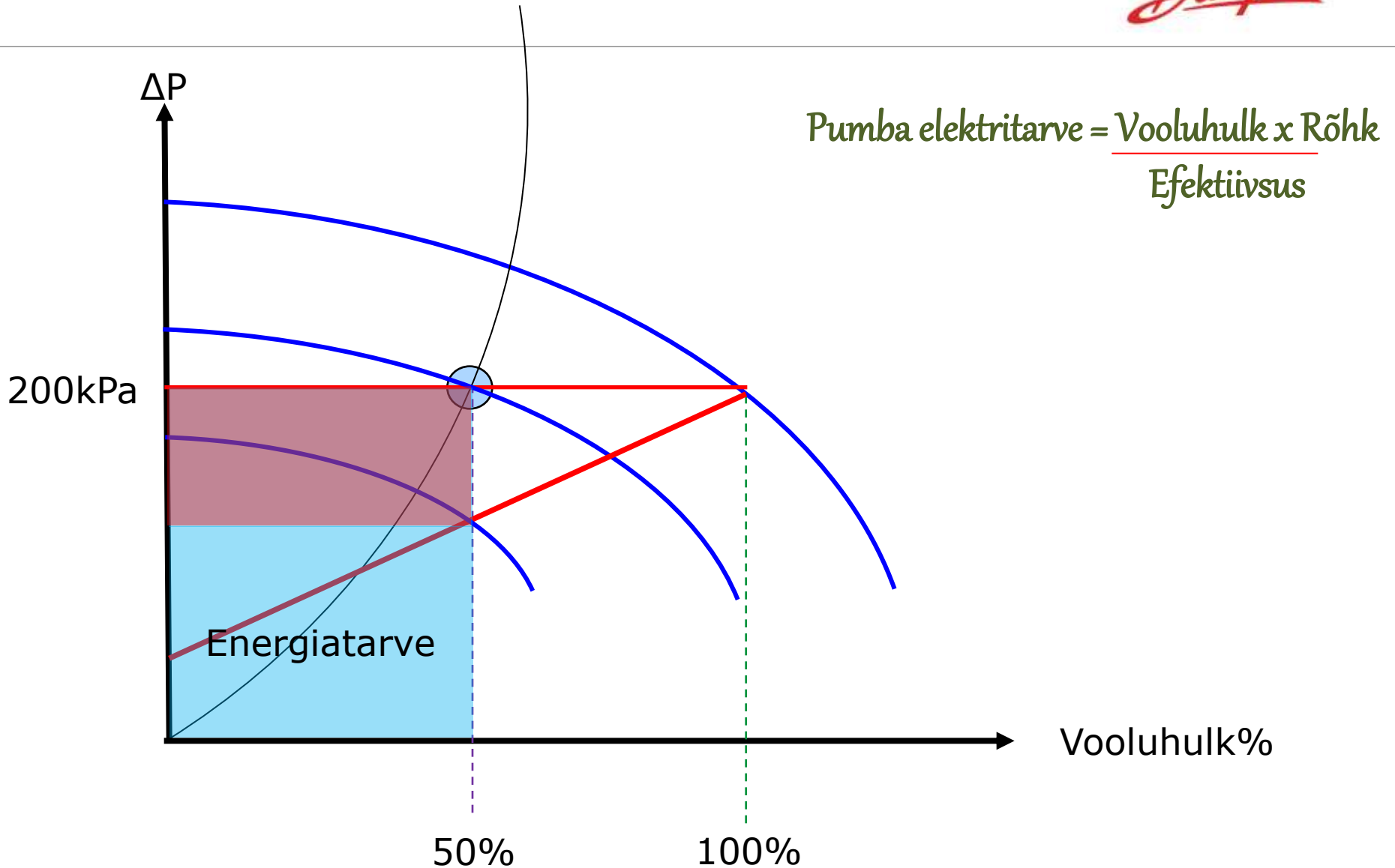


Constant ΔP karakteristik

$$\text{Pumba elektritarve} = \frac{\text{Vooluhulk} \times \text{Rõhk}}{\text{Efektiivsus}}$$



Muutuv ΔP karakteristik

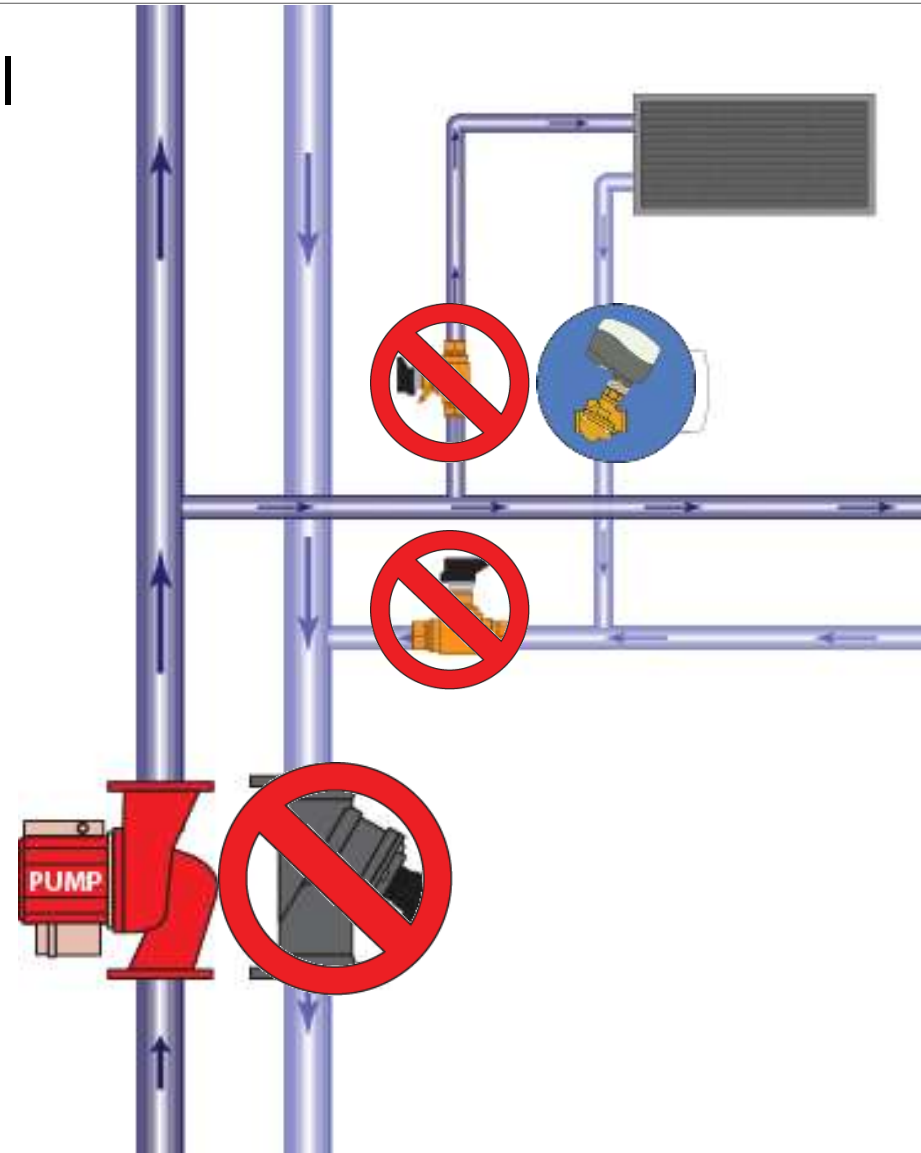


AB-QM eelised

Vähem tooteid/ paigaldusel

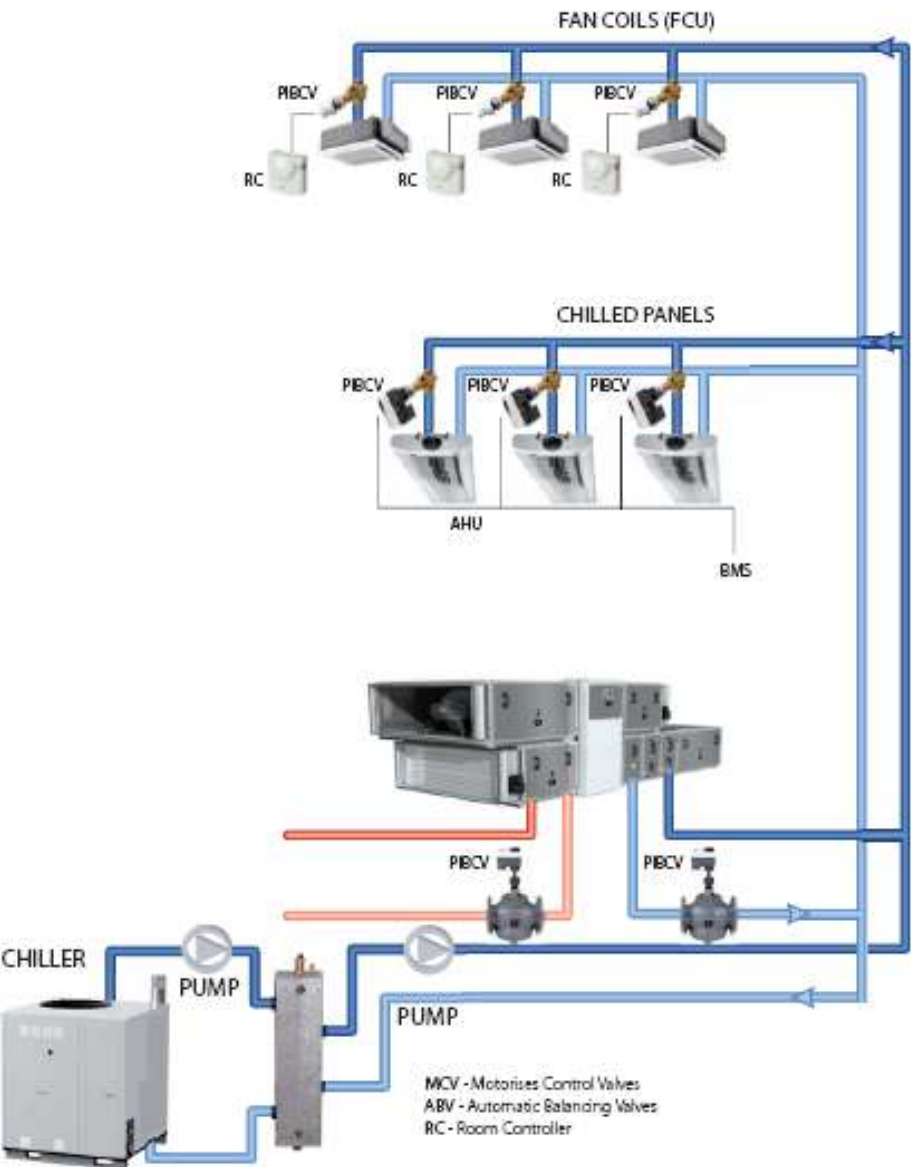
Paigalduskulud

- DN15 ventiili paigaldus ca. 70 minutit
- DN40 ventiili paigaldus ca. 80 minutit
- DN80 ventiili paigaldus ca. 120 minutit
- Vähem aega kulub tasakaalustamisele (30 min./ventiil)
- Välistatud hiline mised projekti valmimisel
- Võimaldab objekti etapiviisilist käikulaskmist
- Süsteemi laiendamisel puudub vajadus töösolevate harude üle häälestamiseks





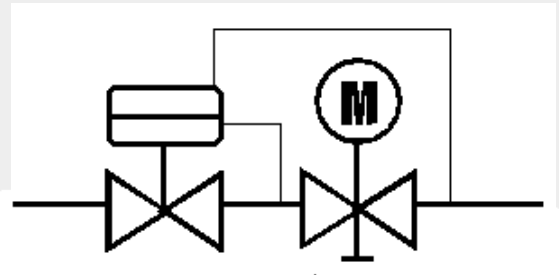
4*



Muutuva vooluhulgaga süsteem

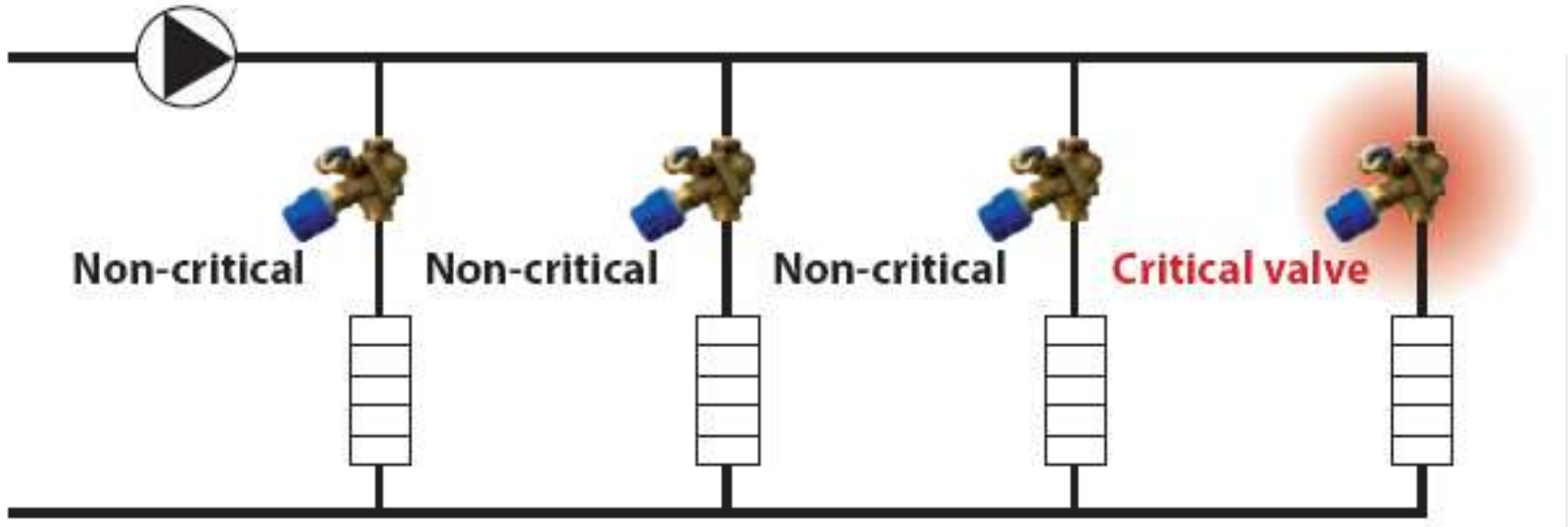
Reguleerimisventiil: 2 tee ventiil tüüp AB-QM

Rõhust sõltumatu tasakaalustus- ja reguleeriventiil



* Recommended as correct & high efficient

Pumba tööpunkti optimeerimine



Mõõtmise algoritm mõõteriistas tüüp PFM3000:

1. ventiili tüüp: AB-QM
2. ventiili suurus: DN10 – DN100
3. vali: kriitiline ventiil
4. antud seadesuurus: %
5. mõõda...

AB-QM eelised

Energiasäästu allikad

■ Pumpamiskulud

- Väiksem vooluhulk
- VSD koos proportsionaalse regul.



■ Ruumitemperatuuri reguleerimine

- Väiksem temp. kõikumine



■ Külmmasina/katla efektiivsus

- Kõrgem ΔT süsteemis
- Väiksem elektrikulu



■ Soojuskaod torustikus

- Tagasivoolu torustikus



Projekti näide



- Hotelliruumi fan-coilide jahutust reguleerisid reguleerimisventiilid on/off ajamitega. Kokku 500tk.
- 2 ruumi, üks traditsioonilise reguleerimisventiiliga ja teine AB-QM ventiiliga. Samadel tingimustel mõõdeti 24h.
- Mõlemad fan-coil ventilaatorid töötasid fikseeritud kiirustel.

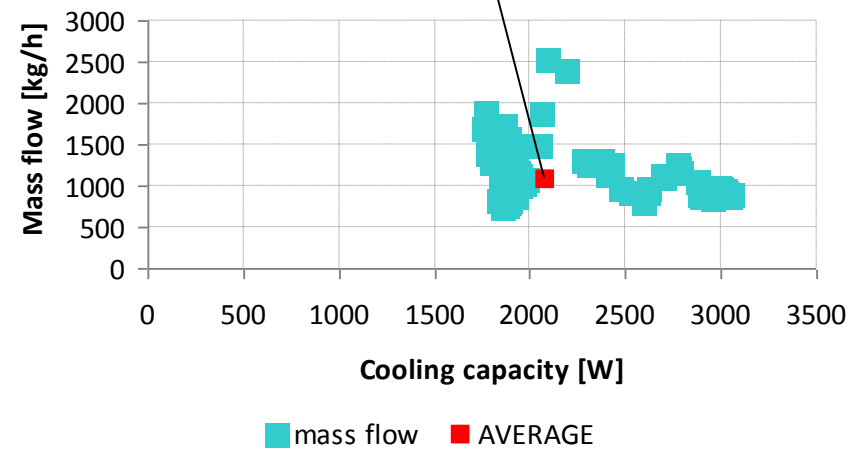
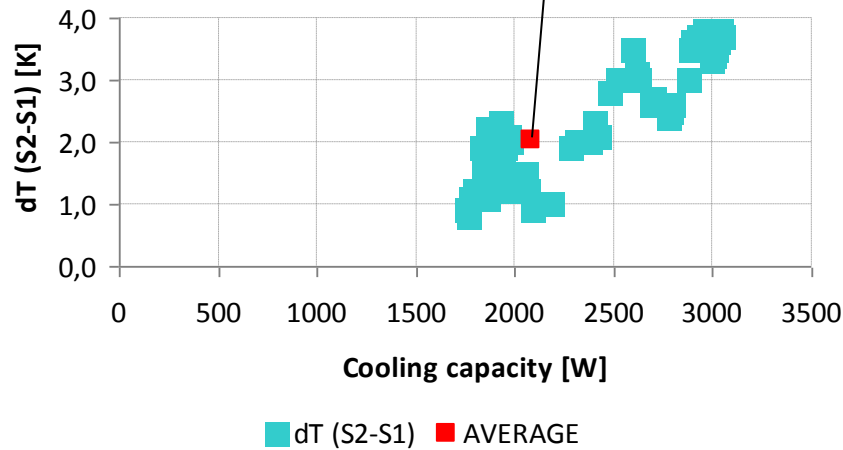


Traditsioonilise reguleerimisventiili tulemus



$\Delta T = 2,2^{\circ} \text{C}$

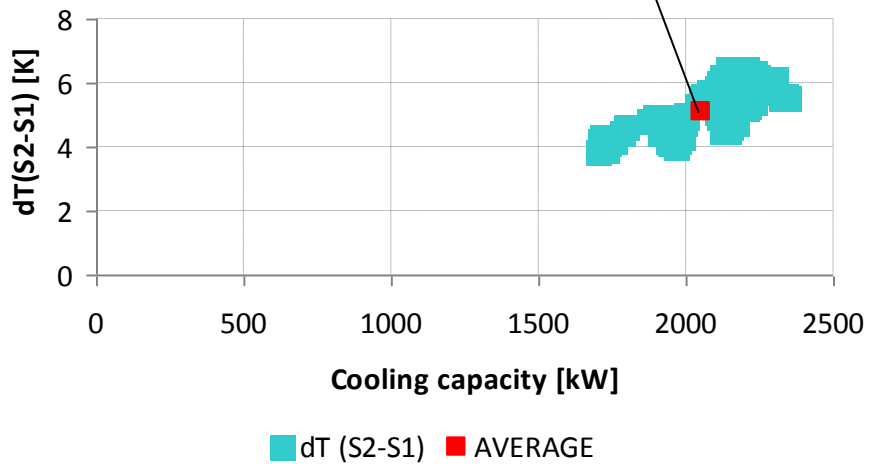
$Q = 1044,9 \text{ l/h}$



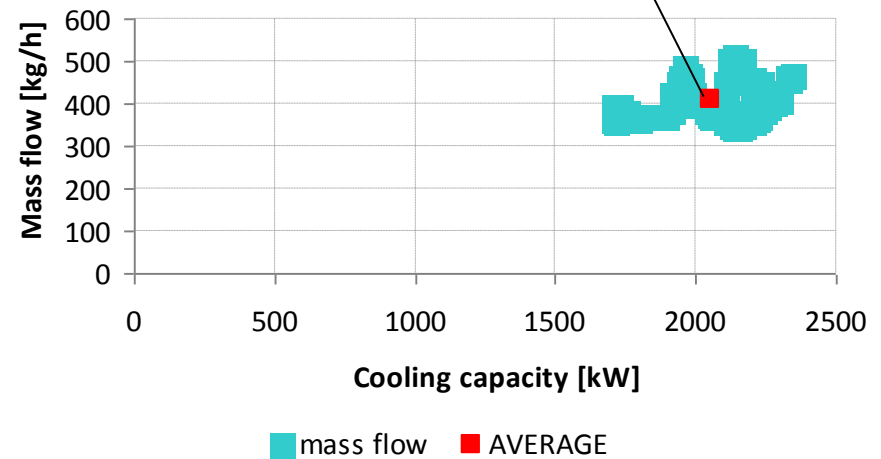
AB-QM tulemus



$\Delta T = 5,1^{\circ} \text{C}$



$Q = 409,8 \text{ l/h}$





Traditsiooniline vs. AB-QM võrdlus

Vooluhulk [l/h]	Pumba energia [%]
1044,9	100
409,8	39,22

60,78% väiksemad pumpamisjõud kui kasutada

AB-QM

Energy saving case study using AB-QM

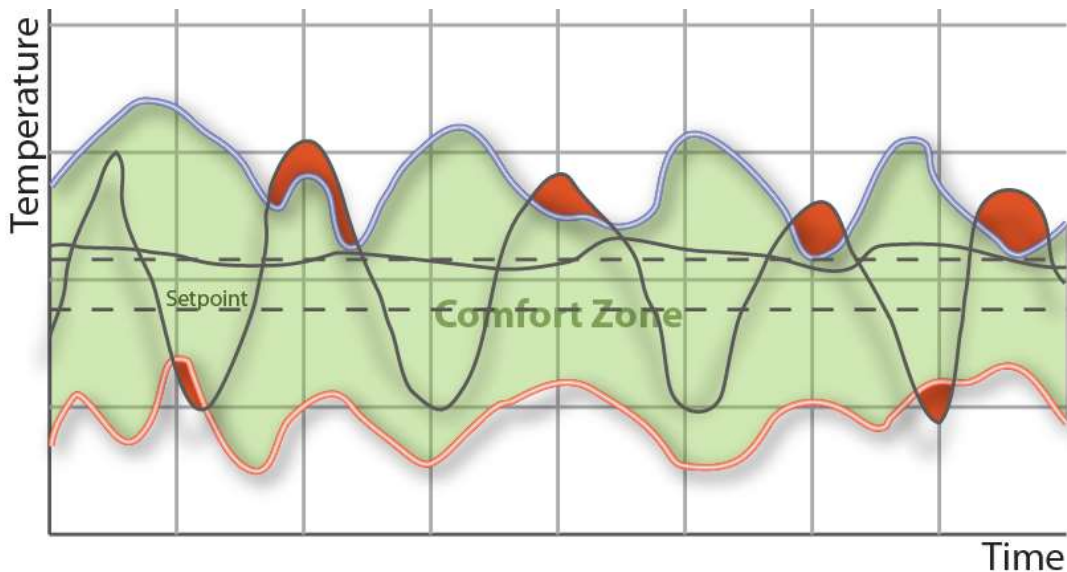


Kokkuvõte I.



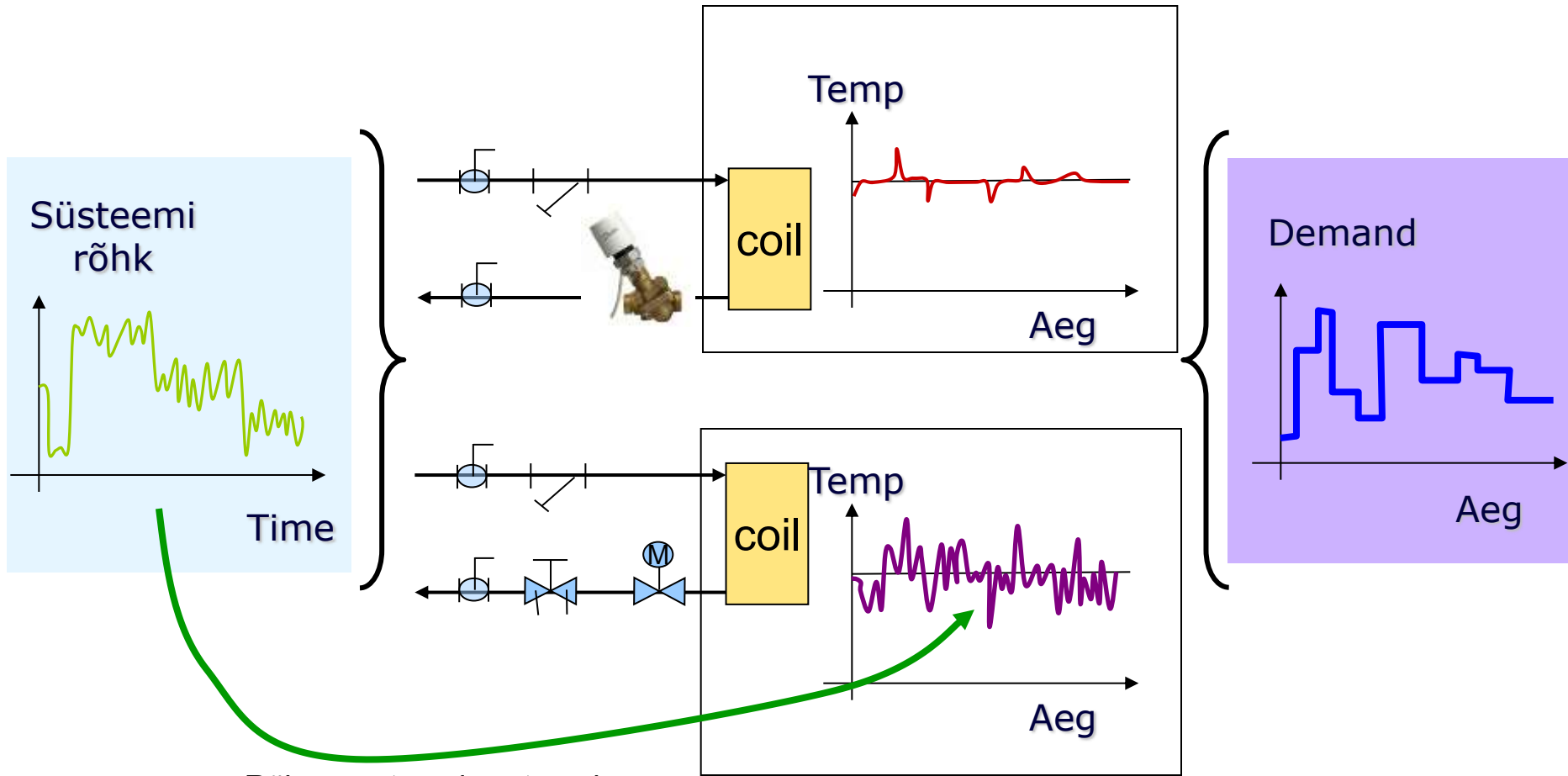
- Sama jahutusvõimsuse juures, traditsiooniline reguleerimislahendus nõuab 60% suuremat energiakulu pumpamisele kui AB-QM lahendus.

Energiasääst temperatuuri seadistamisel



- Ebatäpne reguleerimine tõstab ebamugavustunde ohtu
- Diskomfort põhjustab kaebuseid ja tõstab süsteemi energiakulusid
- Ühtlustades reguleerimist on võimalik optimeerida seadetemperatuuri
- Temperatuuri alandamine 1K võrra suurendab aastast energiakulu 10% kuni 16% (Jahutusel)

Ruumiõhutemperatuur



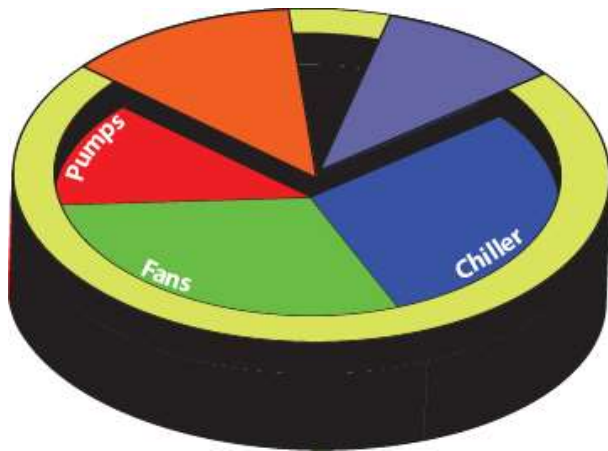
Rõhu muutused süsteemis põhjustavad temperatuuri kõikumisi

Külmamasina efektiivsus

- Ülevoolu tõttu väheneb süsteemis ΔT
- Kõrgem tagasivoolu temperatuur jahutussüsteemis tulemuseks $\sim 10\%$ energiasäästu



Energiasääst kokkuvõte



- Vähendades ületäitumist lõppseadmetes võimaldab pumbal töötada madalamal kiirusel, väiksemad pumpamiskulud
- Tõstes temperatuurivahet süsteemis parandame külmamasina COP`i
- Parem reguleerimise kvaliteet võimaldab meil tõsta seadetemperatuuri 1K võrra, mis jahutuses annab ca 10-16% energiasäästu.

AB-QM eelised

- Danfoss AB-QM on Rõhust sõltumatu tasakaalustus ja reguleeriventil (PIBCV)
 - Perfektne reguleerimine, tagatud sisekliima erinevatel koormustel. Välistatud kaebused rentnikelt.
 - Automaatne tasakaalustus (ei vaja traditsioonilist tasakaalustamist, seega kulutused tasakaalustamisele on minimaalsed.)
 - Võimaldab objekti etapiviisiliselt käiku lasta ja ei vaja järel häälestamist
- AB-QM lihtne valida ja seadistada. Valik vastavalt vooluhulgale. Ei vaja Kv arvutamist ega rõhumõju teguri (authority)kontrollimist.
- AB-QM säästate raha. Tasuvusaeg on ca 3 aastat.
- AB-QM säästate energiat (energia kulu pumpamisele, kompressorite tööle ja reguleeriventili ajamitele on väiksem)
- AB-QM on kontrollitud toode. Müüdnud üle 1 miljoni (seisuga märts 2011)



Hinnavõrdlus

- Automaatne tasakaalustus
- AB-QM (110 tk.)



- Staatiline tasakaalustus
- USV-I, F2 (146 tk.)



■ •Ventiili hind ■ •Paigaldus kulu ■ •Tasakaalustus. kulu

Näide

Projekt

- Sky Tower büroohoone Bukarestis
- Kõrgeim hoone Rumeenias - 38 korrust
- Jagatud 2 tsooni
- Austri investor – Raiffeisen Evolution
- Kohalik paigaldusfirma- Leopold Jordan
- TU: jahutustalad
- Juhtsignaal ajamil: ON/OFF
- Originaalis projekteeritud AB-QM
- Võrdleme ühte jahutussüsteemi tsooni

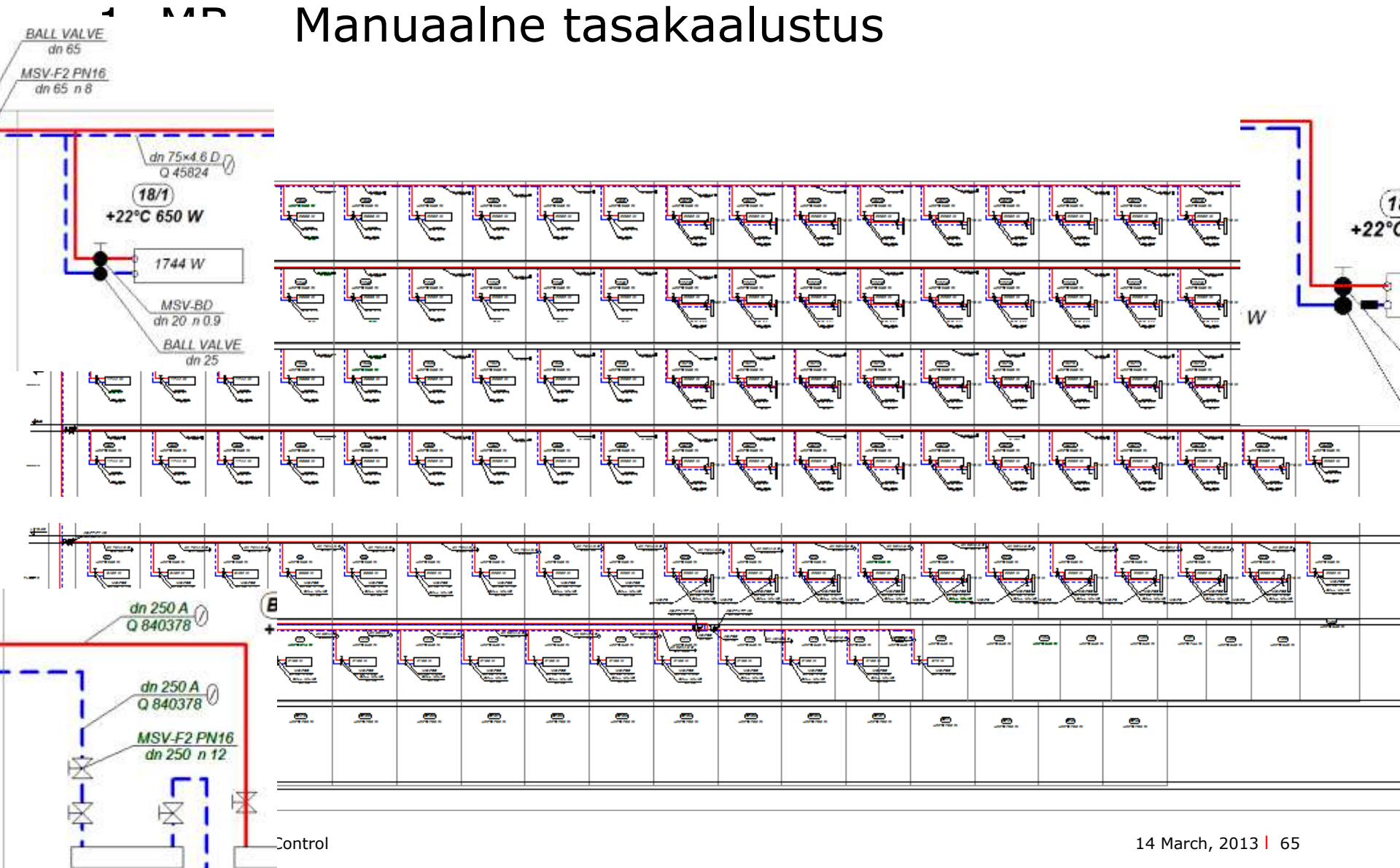


Jahutussüsteemi parameetrid

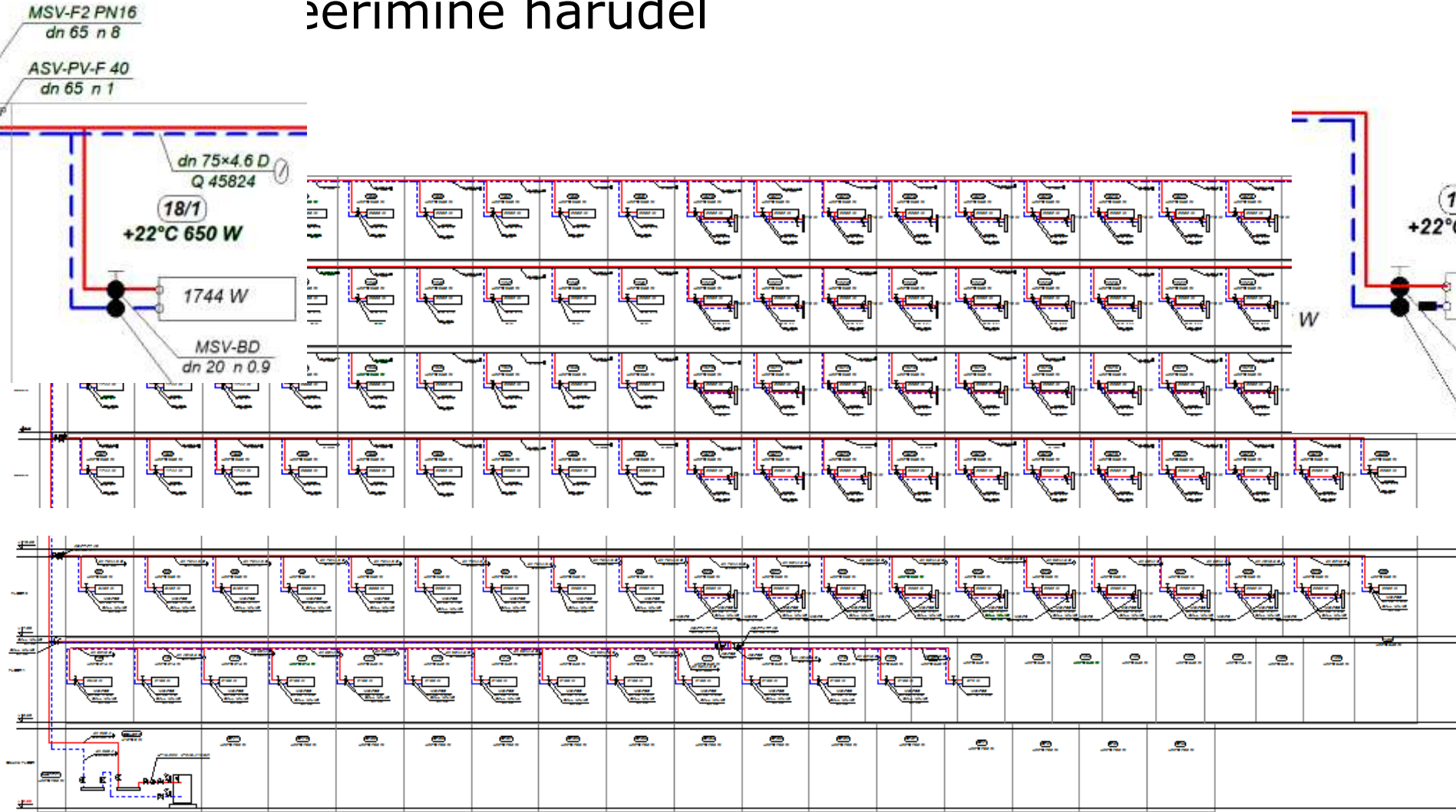
- Süsteem projekt. AB-QM
- Süsteemi ΔT : 6 K
- Külmajaam kokku: 967 056 kWh
- Kompressorid külmajaamas: ühele haru tsoonile: 306 900 kWh
- Elektri hind: 0,126 €/kWh
- Töötunnid: 3 312 hour
- Kogu aastane kulu: 45 470 €



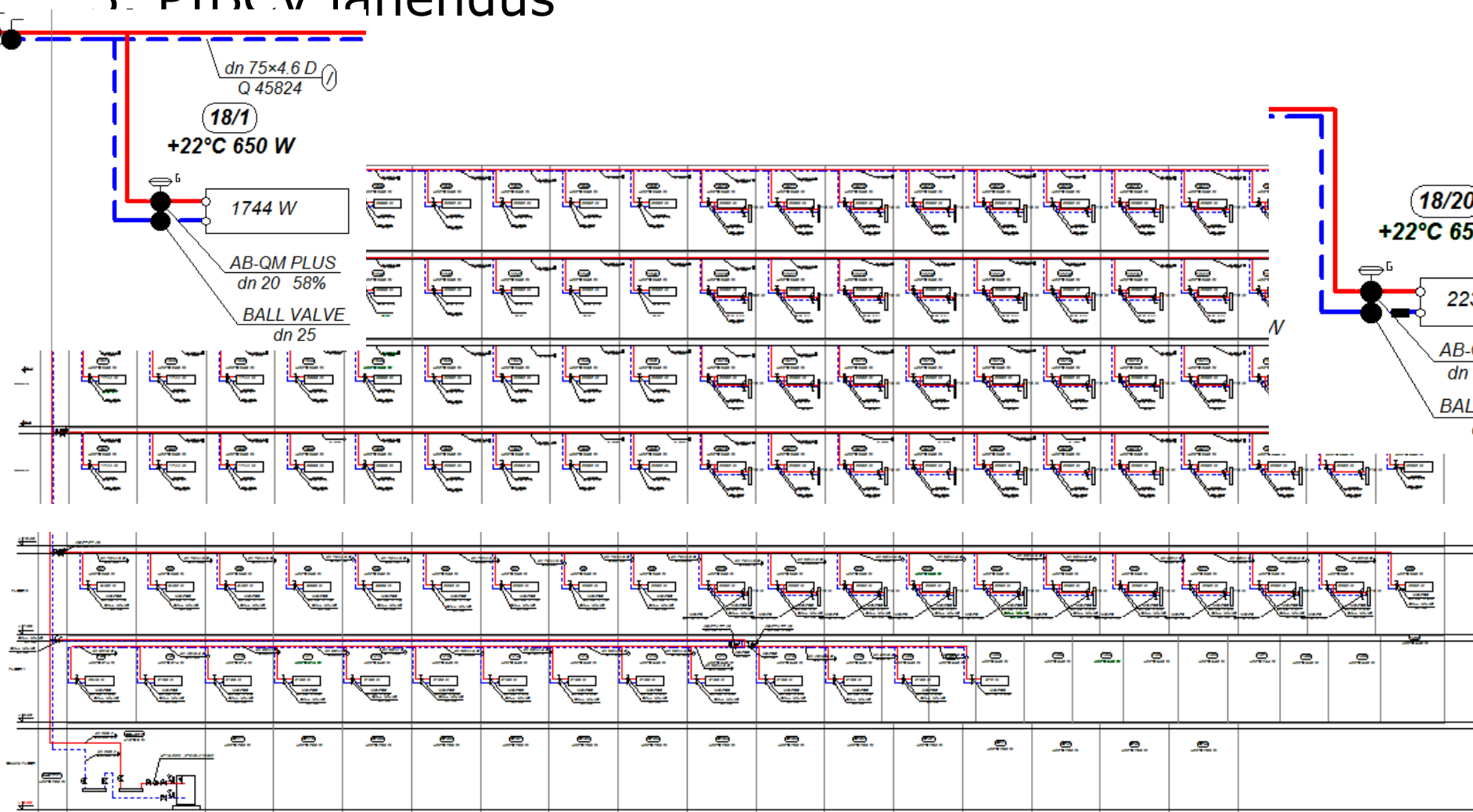
Manuaalne tasakaalustus



Perimine harudel



3. PTRCV lahendus



Pumbatõstekõrgus (täis koormusel)

- MBV

- 4 MBV in line

■ 138,4 kPa

■ 240,4 m³/h



- Δp reguleerimine

- Δp ASV-PV
- Vooluh. piiramine

■ 142,2 kPa

■ 240,4 m³/h



- AB-QM lahendus

- 16 kPa min. Δp

■ 140,3 kPa

■ 240,4 m³/h



Süsteemi parameetrid

	MBV	ASV-PV	AB-QM
■ Vooluhulk TU [l/h]:	518	518	518
■ Δp reguleerventiil [kPa]:	3	3	16
■ Δp lõppseade [kPa]:	9	9	-
■ Torustiku pikkus [kPa]:	314	164	-
■ Δp vooluh. piiramine [kPa]:	-	3	-
■ Δp partnerventiil [kPa]:	3x3	0	-
■ Δp cooling room [kPa]:	23	-	-
■ Keskmise ülevool	45,3%	27,6%	0%



Pumba energiatarbe võrdlus (aastane)

■ MBV

- konstant Δp reguleerimine

■ 47 159 kW

■ **5 937 €**



■ Δp reguleerimine

- Proportsionaal Δp reguleerimine

■ 26 496 kW

■ **3 336 €**



■ AB-QM lahendus

- Optimeeritud prop. Δp regul.

■ 18 931 kW

■ **2 383 €**



Energiakulu jahutusele võrdlus

- MBV
 - Overflow: 45,3%

■ ΔT : 4,46 K

■ 5,1 %

■ **+ 2 319 €**



- Δp reguleerimine
 - Overflow: 27,6 %

■ ΔT : 4,89 K

■ 3,7 %

■ **+ 1 682 €**



- AB-QM solution
 - Overflow: 0 %

■ ΔT : 6 K

■ 0 %

■ **0 €**



Investeerimiskulud

- **MBV: 21 825 €**
- **ASV: 26 356 €**
- **AB-QM: 24 260 €**



Cost Comparison

No significant price difference among technical solutions

AEG ON MUUTUDA!

Kutsun Teid üles loobuma 20 ja enam aastat kasutatud vanadest lahendustest!

Kaasaegsed lahendused garanteerivad energiasäästu ja hästi toimiva süsteemi!





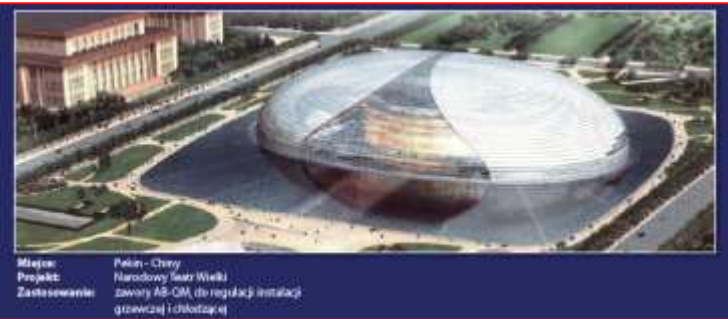
AB-QM, edu kasvab järjest suuremaks !!

Täna kuulamast!

Danfoss



Küsimused?



Projekti informatsioon

Asukoht : **Beijing, National Theatre , 2006**

Skeem: nelja toru süsteem küte/jahutus

Tooted : **1200 AB-QM ajamiga TWA-Z (on/off)**

Projekti informatsioon

Asukoht : **Le Carré, Zwolle, Holland , 2006**

Skeem: nelja toru süsteem küte/jahutus

Tooted : **2400 AB-QM ajamiga TWA-Z (on/off)**





Projekti informatsioon

Asukoht : **Sabic, Sittard , Belgium , 2006**

Skeem: nelja toru süsteem jahutus

Tooted : **620 AB-QM ajamiga ABNM (0-10 V)**

Projekti informatsioon

Asukoht : **Vollenhovenstraat 3, Rotterdam, Holland , 2007**

Skeem: nelja toru süsteem küte/jahutus

Tooted : **2800 AB-QM ajamiga TWA-Z (on/off)**





Projekti informatsioon

Asukoht : **Gdynia, Poland – Sea Tower , 2006**

Skeem: kahetoru süsteem jahutus

Tooted : **700 AB-QM ajamiga ABNM (0-10 V)**

Projekti informatsioon

Asukoht : **BMW ladu , Frankfurt, Germany, 2005**

Skeem: Küte

Tooted : **860 AB-QM**

