

Articol tehnic – Echilibrarea hidraulică

Noi moduri de **echilibrare** a sistemelor cu două conducte

Obținerea unui echilibru hidraulic superior în sistemele de încălzire cu ajutorul robinetului Danfoss *Dynamic Valve*™ tip RA-DV și al pompei cu viteză controlată Grundfos MAGNA3



Introducere

Consumul scăzut de energie în clădiri nu este un obiectiv ușor de atins. Una dintre condițiile obligatorii pentru a avea facturi mici la căldură este îndeplinită atunci când componentele unui sistem de încălzire funcționează împreună. O metodă de reducere a consumului de energie constă în echilibrarea corectă a sistemului de încălzire, iar acest articol va explica modul în care robinetul Danfoss *Dynamic Valve*™ tip RA-DV și noua pompă Grundfos MAGNA3 cu viteză controlată funcționează excelent împreună pentru a atinge acest obiectiv.

Vom analiza pentru început modul în care compensăm variațiile în caz de sarcină parțială și motivul pentru care cerința de echilibrare a sistemului de încălzire presupune controlul debitului; pentru aceasta, este necesar să controlăm, de asemenea, presiunea diferențială la nivel de robinete.

Vom arăta cum se poate realiza acest lucru cu ajutorul robinetului Danfoss *Dynamic Valve*™ tip RA-DV utilizat împreună cu pompa cu viteză variabilă controlată Grundfos MAGNA3; vom analiza o instalație din Fredericia, Danemarca, în care 60 de apartamente dintr-o clădire cu 10 etaje primesc căldură de la un sistem alcătuit din două pompe Grundfos MAGNA3 care deservește două bucle de amestec ce alimentează 10 coloane montante, fiecare dintre acestea având montate robinete manuale de reglare Danfoss tip MSV. Această instalație a arătat că utilizarea pompei cu viteză controlată Grundfos MAGNA3 în combinație cu robinetul Danfoss *Dynamic Valve*™ tip RA-DV asigură funcționarea fără probleme a unui sistem de încălzire.

Este necesar ca sistemele de încălzire să fie corect puse în funcțiune pentru a asigura confort maxim și cel mai redus cost de funcționare posibil. În urmă cu ceva timp, punerea în funcțiune corectă era un lucru complicat, care necesita utilizarea mai multor robinete și instrumente de măsurare diferite.

În prezent, diferența constă în faptul că debitul proiectat este ușor de setat pentru fiecare radiator, iar punctul de referință la nivel de pompă poate fi setat cu ajutorul noului instrument Danfoss dP tool™ (pentru măsurarea presiunii diferențiale) în combinație cu aplicația Grundfos GO (care oferă acces mobil la instrumentele online Grundfos). Acest lucru nu asigură doar optimizarea pompei și cel mai scăzut consum de energie, ci reduce considerabil timpul de punere în funcțiune a sistemului.

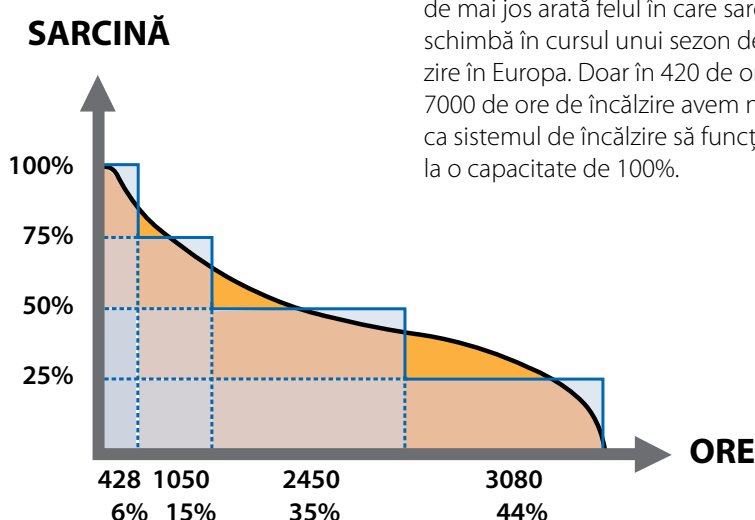


Provocarea: echilibrarea sistemelor cu două conducte

Distribuirea neuniformă a căldurii între unități – radiatoare unice sau aparate – într-un sistem de încălzire constituie o problemă de echilibrare. Un sistem de încălzire este echilibrat atunci când apa caldă este distribuită în mod uniform, asigurând maximum de confort și cost minim de exploatare.

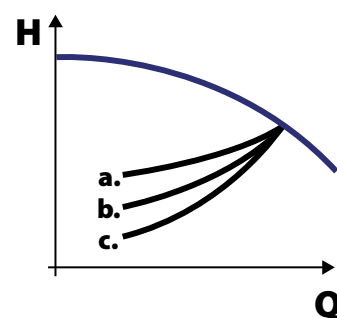
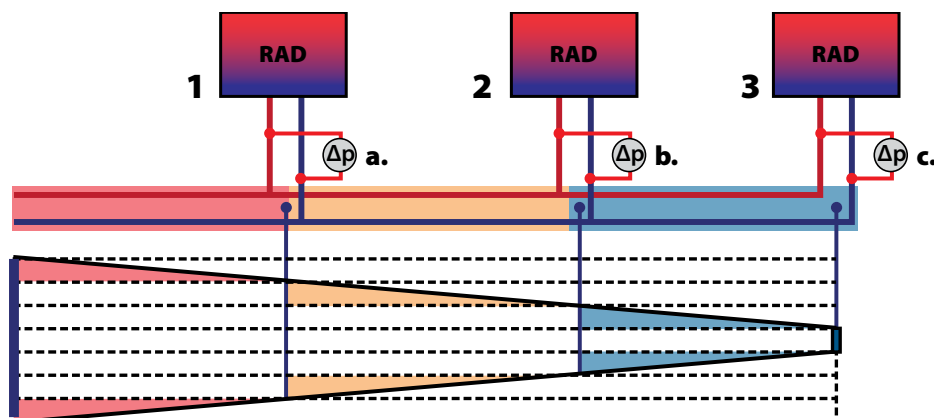
Sau, cu alte cuvinte, un sistem de încălzire este echilibrat atunci când debitul din întregul sistem corespunde cu valorile debitului prevăzute la proiectarea sistemului. Aceasta reprezintă principala provocare pentru numeroase sisteme cu două conducte.

Să analizăm mai întâi provocarea generală care apare la funcționarea sistemelor cu două conducte. Profilul sarcinii de mai jos arată felul în care sarcina se schimbă în cursul unui sezon de încălzire în Europa. Doar în 420 de ore din 7000 de ore de încălzire avem nevoie ca sistemul de încălzire să funcționeze la o capacitate de 100%.

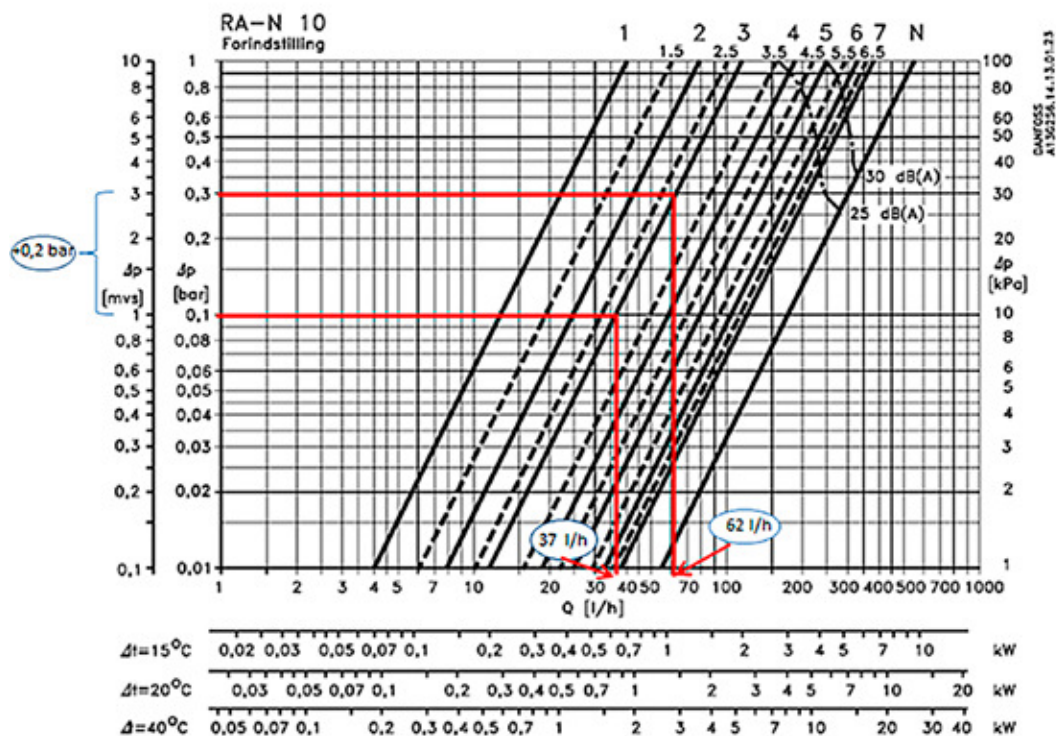


Pentru a compensa variațiile sarcinii, am montat pe fiecare radiator sistemele noastre cu robinete termostactice. Termostatul va reduce debitul în radiator, menținând temperatura camerei la nivelul solicitat.

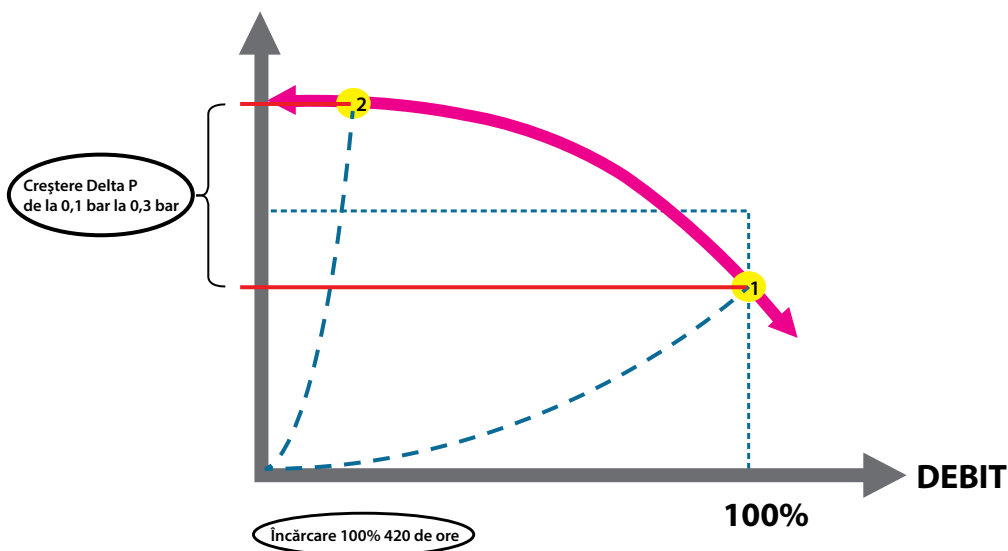
Pe măsură ce pierderea presiunii crește în funcție de rădăcina pătrată a debitului, presiunea diferențială în robinetele primului radiator va fi considerabil mai mare decât în ultimul consumator, după cum se arată în imaginea de mai jos.



Dat fiind că radiatoarele necesită debite diferite pentru a încălzi camerele, debitul maxim pentru robinetul fiecărui radiator poate fi presetat. Graficul de mai jos arată presetarea pentru un robinet de radiator obișnuit. Presetarea poate fi reglată între 1 și 7 sau în „poziția N”, care indică deschiderea maximă a robinetului.



Dacă sistemul de încălzire este dotat cu o pompă cu viteză constantă, presiunea diferențială furnizată variază mult, după cum se arată în imaginea următoare. Când debitul scade, valoarea delta P pentru fiecare robinet va crește. În exemplul de mai sus, debitul necesar pentru sarcina maximă este 37 l/h. Însă, atunci când presiunea diferențială crește (+0,2 bar), va crește și debitul, așa cum se arată, la 62 l/h = 67%.



Pe măsură ce debitul scade, presiunea diferențială crește într-o pompă cu viteză fixă.

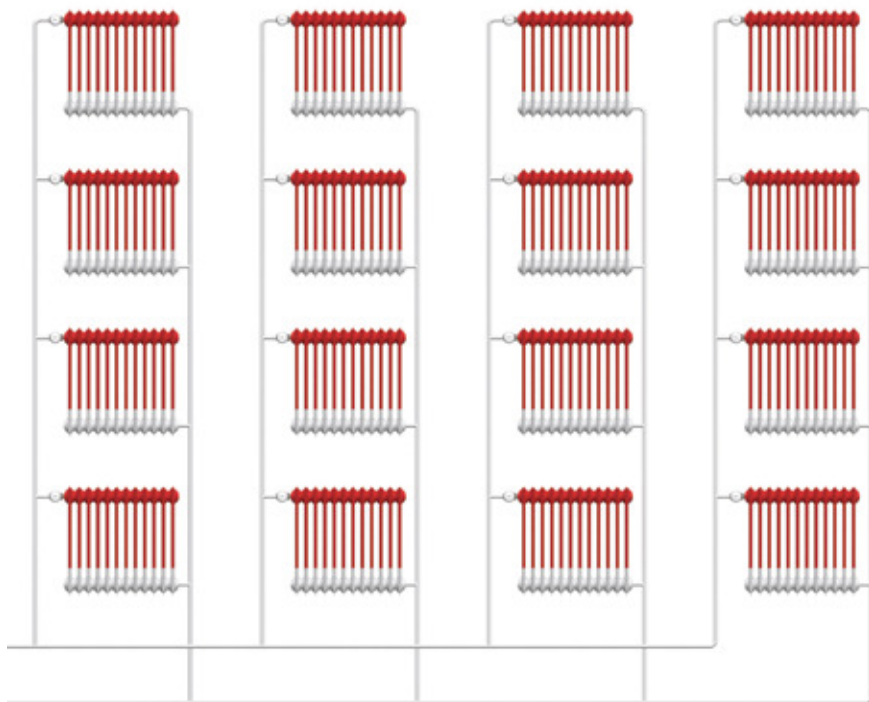
Concluzia este că, pentru a asigura debitul proiectat, este necesar să controlăm, de asemenea, presiunea diferențială la nivel de robinete. În continuare, vom analiza modul în care s-a realizat acest lucru.

Punerea în funcțiune pentru sistemele de încălzire cu două conducte cu robinete statice vs robinete dinamice

Una din provocările majore constă în faptul că sistemele de încălzire sunt adesea construite și proiectate pentru a face față cerințelor de încălzire valabile pentru cele mai dificile situații, cum ar fi atunci când temperaturile sunt extrem de scăzute. Însă, dat fiind că acest lucru se întâmplă doar de câteva ori pe an (sau poate deloc), sistemul va rămâne supradimensionat în tot restul timpului. De regulă, acest lucru duce la cheltuieli în plus pentru energie.

În exemplul următor, care ilustrează punerea în funcțiune statică a unui

sistem de încălzire cu cerințe dinamice, vom analiza o instalație din Fredericia, Danemarca, în care 60 de apartamente dintr-o clădire cu 10 etaje primesc căldură de la un sistem alcătuit din două pompe Grundfos MAGNA3 cu viteză variabilă controlată, care deservește două bucle de amestec ce alimentează 10 coloane montante, cu un total de 273 de robinete de radiator RA-N DN 10, fiecare având montate robinete statice de reglare Danfoss tip MSV. Clădirea este din 1972 și a fost renovată în 1985, inclusiv cu noi ferestre și fațadă nouă.



Fiecare dintre cele două bucle de amestec deservește 10 coloane montante în clădirea cu 10 etaje din Fredericia, Danemarca.

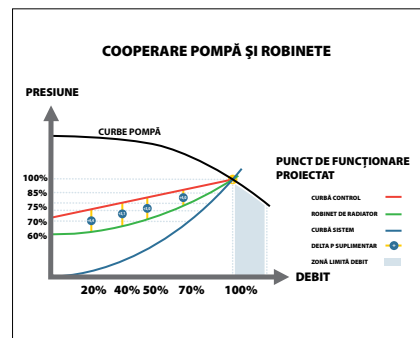
Vom analiza acum modul de funcționare a sistemului, cu robinete statice de reglare și robinete statice de radiator, cu presetare. Ulterior, vom efectua același test, de data aceasta cu robinete dinamice. Testul se efectuează atât pentru sarcina completă, cât și pentru sarcina parțială.

Totodată, a fost măsurată presiunea diferențială în cel mai îndepărtat radiator pentru a se verifica dacă există presiune suficientă pentru a se atinge debitul proiectat pentru cel mai îndepărtat radiator; în acest caz, presiunea este de 10 kPa, iar debitul proiectat este de 30 l/h, prin urmare, presetarea va fi de 2,5 pentru robinetul de radiator.

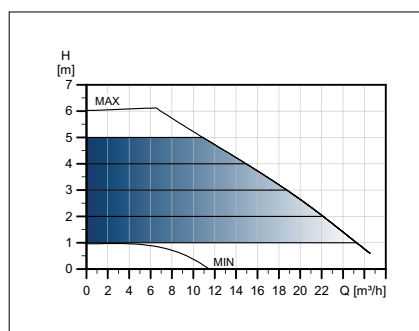
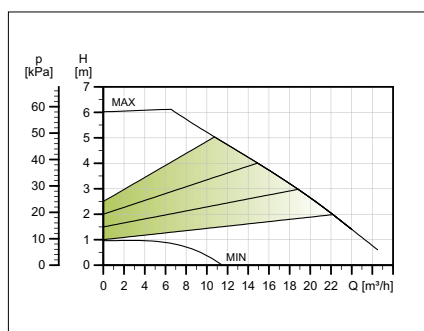
Pentru acest test, am setat modul de control al pompei mai întâi la modul de presiune proporțională, apoi la modul de presiune constantă.

Am adăugat apoi noile robinete Danfoss *Dynamic Valve*™ tip RA-DV în combinație de noua pompă cu viteză controlată Grundfos MAGNA3.

Pompa MAGNA3 poate fi setată la modul de presiune proporțională, care va activa pompa pentru a reduce presiunea diferențială furnizată atunci când debitul scade. Consultați graficul de jos din stânga.



Linia roșie indică curba de control proporțională, iar linia verde arată presiunea diferențială minimă necesară pentru sistem. După cum se poate observa din cercurile albastre, va exista întotdeauna un surplus de presiune diferențială disponibilă. Prin urmare, este necesar ca pompa și robinetul dinamic de radiator să funcționeze bine împreună.



Cu toate că pompa MAGNA3 reduce presiunea diferențială furnizată, în caz de sarcină parțială va exista încă un surplus de delta P în robinetele de radiator*, așa cum se arată în tabelul de mai jos.

În acest caz, problema principală este că, deși pompa cu viteză controlată este de ajutor, nu poate să mențină stabilă presiunea diferențială; această problemă este rezolvată de robinetele dinamice independente de presiune.

Robinet static de radiator

Mod control, pompă	Sarcină sistem 100%	Sarcină sistem 50%	ΔP crescut (cu sarcină 50%)	Debit crescut
Proportional	10,2 kPa	18,0 kPa	7,8 kPa	Creștere de 33%
Constant	10,2 kPa	27,3 kPa	17,1 kPa	Creștere de 46%

Valori măsurate la cel mai îndepărtat radiator

Robinet dinamic de radiator

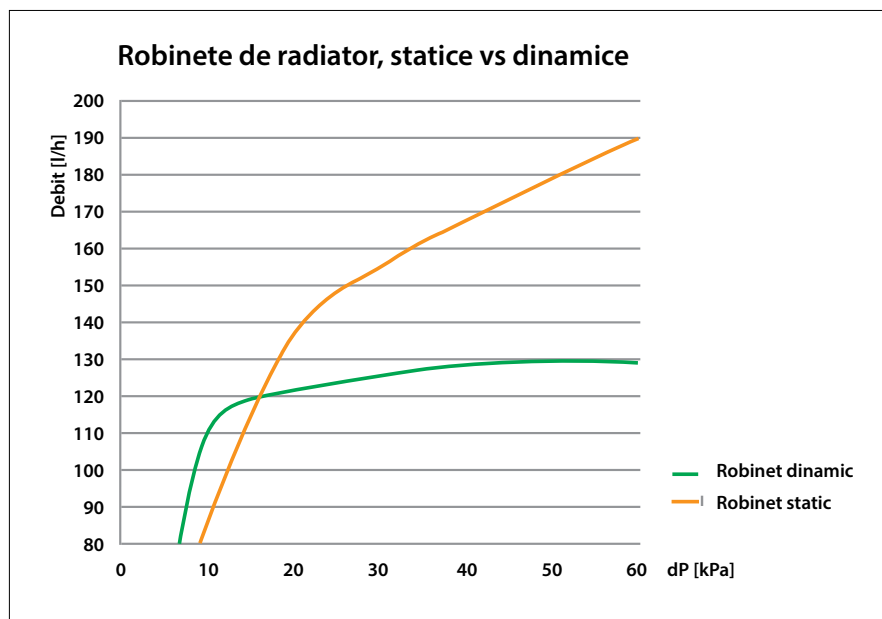
Mod control, pompă	Sarcină sistem 100%	Sarcină sistem 50%	ΔP crescut (cu sarcină 50%)	Debit crescut
Proportional	9,8 kPa	10,5 kPa	0,7 kPa	Creștere < 1%
Constant	9,9 kPa	10,6 kPa	0,7 kPa	Creștere < 1%

Valori măsurate la cel mai îndepărtat radiator

*Presupunem că sistemul de încălzire este un sistem tradițional răspândit. Dacă nu este așa, iar sistemul este împărțit în mod egal în două sisteme paralele, modul de control optim va fi cel cu presiunea constantă.

Din acest lucru deducem, aşadar, că robinetele statice de radiator cu sarcină parţială de 50% vor aduce în radiatoare o presiune crescută de $(17,1 - 7,8) =$

9,3 kPa. Figura de mai jos ilustrează ce înseamnă acest lucru în caz de supradabit.

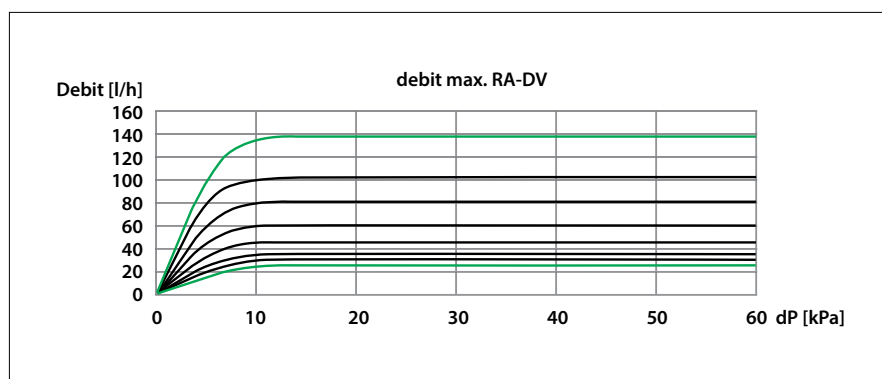


Utilizarea instrumentului Danfoss dP tool™ pentru echilibrarea unui radiator.

Când presiunea diferenţială creşte de la 7,8 kPa la 17,1 kPa, debitul va creşte de la 80 la 132 l/h, în vreme de robinetul dinamic va menţine debitul constant.

Valoarea delta P crescută la sarcină parţială ar crea supradabit şi ar creşte factura la căldură, indicând astfel necesitatea menţinerii unui control corect al valorii delta P. Cu ajutorul

robinetelor Danfoss *Dynamic Valve*™ tip RA-DV, debitul se menţine constant, chiar şi când valoarea delta P se modifică. Un controlor de presiune diferenţială în robinetul RA-DV va menţine scăderea presiunii în robinetul de control la o valoare constantă, ceea ce înseamnă că se va păstra un debit constant prin robinetul RA-DV. Acest lucru este ilustrat în graficul de mai jos.



Prin urmare, soluţia la problema privind valoarea delta P suplimentară este de a utiliza o pompă cu viteză controlată precum Grundfos MAGNA3 şi robinetele Danfoss *Dynamic Valve*™ tip RA-DV, care vor asigura împreună buna funcţionare a sistemului de

încălzire, aşa cum s-a demonstrat în cazul din Fredericia discutat mai sus. Instalaţia funcţionează de un an şi se poate observa o reducere a costului de funcţionare a pompei de aproximativ 57%, ceea ce înseamnă 980 kWh/an.

Optimizarea pompei

Dacă pompa funcționează la parametri optimi, se asigură cel mai scăzut consum de energie posibil. Optimizarea pompei și controlul presiunii proporționale se pot realiza doar cu ajutorul robinetelor dinamice de echilibrare. Punerea în funcțiune este ușor de realizat cu ajutorul noului instrument Danfoss dP tool™ (pentru măsurarea presiunii diferențiale) în combinație cu aplicația Grundfos GO (care oferă acces mobil la instrumentele online Grundfos), asigurând optimizarea pompei și cel mai scăzut consum de energie.

Danfoss dP tool™ este un instrument deosebit de util, simplu și unic pentru punerea în funcțiune a sistemului,

măsurând presiunea diferențială disponibilă. Este montat la robinetul critic, unde presiunea diferențială este cea mai scăzută. În modul cu sarcină completă, valoarea delta P trebuie să fie 10 kPa. Dacă presiunea diferențială este mai mică sau mai mare decât această valoare, punctul de referință este ajustat pentru pompa MAGNA3. Punctul de referință este legat de presiunea diferențială furnizată de pompă. Trebuie reținut că această valoare va fi întotdeauna mai mare decât cea măsurată la robinetul critic, deoarece presiunea diferențială scade în cadrul sistemului.

Grundfos GO este o cutie de instru-

mente mobilă, destinată utilizatorilor profesioniști aflați în deplasare. Este cea mai cuprinzătoare platformă pentru controlul mobil și pentru selectarea pompei, incluzând date privind dimensionarea și înlocuirea, precum și documentație de specialitate; poate fi descărcată pe orice dispozitiv cu iOS sau Android.

Dacă ați parcurs acești pași, v-ați asigurat că sistemul energetic a fost pus în funcțiune în mod corect, nu doar în condițiile de debit proiectat, ci, mai ales și mai important, în condițiile de debit parțial. Rezultatul va consta în cel mai redus consum de energie posibil pentru întregul sistem de încălzire.

Concluzie

Sistemele de încălzire superioare necesită un nivel sporit de atenție la punerea în funcțiune, atunci când obiectivul vizat constă în reducerea facturilor la energie. Cu ajutorul noilor robinete inovatoare Danfoss *Dynamic Valve*™ tip RA-DV utilizate în combinație cu noua pompă cu viteză variabilă controlată Grundfos MAGNA3, acest lucru este, în prezent, ușor de realizat. În cazul din Fredericia, Danemarca, economiile rezultate au reprezentat nu mai puțin de 12% din factura de căldură. Acest lucru este posibil doar dacă utilizați noul robinet dinamic Danfoss împreună cu noua pompă Grundfos MAGNA3.

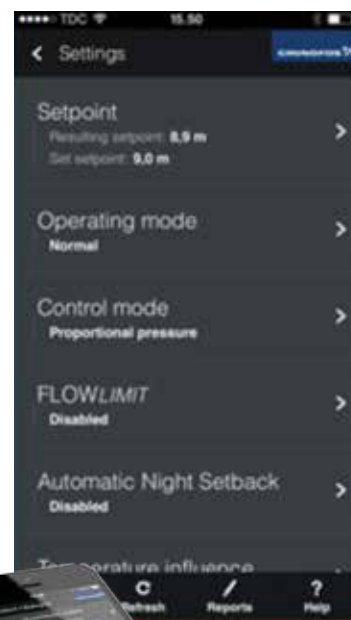
Este necesar ca sistemele de încălzire să fie corect puse în funcțiune pentru a asigura confort maxim și cel mai redus cost de funcționare posibil. În urmă cu ceva timp, punerea în funcțiune corectă era un lucru complicat, care necesita utilizarea mai multor robinete și instrumente de măsurare diferite.

În prezent, diferența constă în faptul că debitul proiectat este ușor de setat pentru fiecare radiator, iar punctul de referință la nivel de pompă poate fi setat cu ajutorul noului instrument Danfoss dP tool™ și al aplicației Grundfos GO. Acest lucru nu asigură doar funcționarea la parametri optimi, ci reduce considerabil timpul de punere în funcțiune a sistemului.

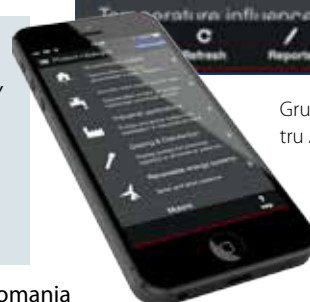
Astfel, dvs., în calitate de inginer consultant, veți constata că există numeroase motive să căutați mijloacele de reducere potențială a energiei disponibile în multe asociații de locatari.

Rene Hansen, Danfoss *Anders Nielsen, Grundfos*

Iunie 2015



Grundfos GO pentru Android și iOS.



Danfoss s.r.l. · Sos. Oltenitei 208 · Popești-Leordeni · Jud. Ilfov · Cod postal 077160 · Romania

Tel: +40 31 222 21 01 · +40 31 333 33 01 · Fax: +40 31 222 21 08 · E-mail: danfoss.ro@danfoss.com · www.danfoss.ro

Firma Danfoss nu își asumă nici o responsabilitate pentru posibilele erori din cataloage, broșuri și alte materiale tipărite. Danfoss își rezervă dreptul de a modifica produsele sale fără notificare. Aceasta se aplică de asemenea produselor care au fost deja comandate cu condiția ca modificările să nu afecteze în mod substanțial specificațiile deja convenite. Toate mărcile comerciale sunt proprietatea companiilor respective. Danfoss și emblema Danfoss reprezintă mărci comerciale ale Danfoss A/S. Toate drepturile sunt rezervate.