

## Optimal 2-værktøj

Design og indregulering af 2-rørs radiatorsystem på en nem måde



# Introduktion

**Optimal 2-værktøjet er baseret på en kombination af to Danfoss-produkter: automatiske indreguleringsventiler (ASV) og termostatstyrede radiatorventiler (RA-N og RA-U), der anvendes til renovering i varmesystemer til beboelsejendomme.**

## **Dette Optimal 2-værktøj har fokus på:**

- Design af et 2-rørs radiatorvarmesystem på omkostningseffektiv vis.
- Valg og forenklet dimensionering af indreguleringsventiler og
- termostatstyrede radiatorventiler.
- Indregulering.

## **Hvorfor bruge Optimal 2 værktøjet?**

- For at nedbringe driftsomkostningerne gennem energibesparelser.
- For at optimere varmesystemer ved hjælp af forbedret varmefordeling.
- For at forbedre komforten indendørs.

Opnå energibesparelser på op til 30 % ved installation af nye termostatstyrede radiatorventiler med forindstilling + dynamiske indreguleringsventiler. Det giver en gennemsnitlig tilbagebetalingstid på under 3 år.

Optimal 2-værktøjet er udviklet til at forbedre vandindreguleringen i eksisterende varmesystemer, men uden detaljerede beregninger. Værktøjet hjælper med at:

- Korrigere tryk og flow
- Gøre termostaterne fuldt funktionsdygtige
- Forbedre systemets betingelser (indbyggede følere, fjernbetjente følere osv.)
- Korrigere systemtemperaturer ved fremløb og retur
- Optimere pumpeindstillingen (med kun en enkelt måling!)

Med det rigtige tryk opnås der korrekt indregulering af flow og temperatur i systemet.

# Optimal 2

**Optimal 2 er et værktøj, der giver dig mulighed for at få kontrol over dine radiatorer og automatiske indreguleringsventiler i 2-rørs varmesystemer. Med dette værktøj kan du – nemt og ubesværet – vælge de rette radiatorventiler- og strengreguleringsventiler og få den rette information til at kunne forindstille begge ventiltyper.**

**Formålet med indregulering** er at få den bedst mulige varmefordeling. For at opnå det skal du sikre, at det rette flow fordeles til radiatorerne, samt at differenstrykket over radiatorer og stigstreng er korrekt, også ved delvis belastning.

**En korrekt temperaturforskel mellem fremløb og retur**, også kaldet  $\Delta T$ , betyder, at den rigtige mængde vand løber gennem radiatoren. Det forbedrer kedlens/vekslerens effektivitet og dermed indetemperaturen. For at kunne lokalisere en mulig ubalance i systemet – og dokumentere forbedringer af driftsomkostninger i systemet på et senere tidspunkt – er det vigtigt at starte med at dokumentere den aktuelle tilstand og eventuelle udfordringer i det eksisterende system sammen med stedets vicevært og beboerne. Når installeringen er færdig, kan du ved hjælp af resultatet af denne systemanalyse finde frem til næste skridt i processen mod optimering af varmesystemet.

# Trin 1:

## Analyser 2-rørsvarmesystemet

### Oplever beboerne i bygningen et eller flere af følgende problemer?

- Støjproblemer (tikkelyde, fløjtelyde, boblende lyde mv.)
- Over- eller underopvarmning/problemer med indekomfort
- Lange opstartstider (når det tager lang tid, før radiatoren opvarmes)
- Skæv/uretfærdig opkrævning, på trods af varmfordelingsmålere (forskelle mellem lignende lejligheder)
- Andet .....

Hvilket år blev bygningen opført? .....

### Hvad er det samlede energiforbrug for hele bygningen gennem de seneste tre varmesæsoner (hvis muligt, uden varmt brugsvand)?

Varmesæson ...../..... (f.eks. 2013/2014) .....  GJ/  m<sup>3</sup>

Varmesæson ...../..... (f.eks. 2014/2015) .....  GJ/  m<sup>3</sup>

Varmesæson ...../..... (f.eks. 2015/2016) .....  GJ/  m<sup>3</sup>

### Eventuelle andre problemer med varmesystemet, der kan være relevante:

.....

.....

.....

### Hvilken type indreguleringsventiler er der installeret i varmesystemet?

- A** Ingen indreguleringsventiler overhovedet
- B** Radiatorventiler med forindstilling
- C** Manuelle indreguleringsventiler
- D** Andet (flowbegrænsere, måleblænder)
- E** Differenstrykregulatorer (automatiske indreguleringsventiler)

### Er systemet indreguleret (hvis du har svaret B, C, D eller E i tidligere svar)?

- Ja
- Ja, men der er kun udført forindstilling af radiatorventilerne
- Ja, men der er kun udført beregnet forindstilling på indreguleringsventilerne (ingen verificering af tryk eller flow)
- Ja, men der er ingen tilgængelig rapport
- Ja, men indreguleringsventilerne fungerer ikke korrekt
- Nej

Markerer du en eller flere af de røde, firkantede bokse? Hvis ja, bør radiatorsystemet optimeres.

Fortsæt til **Trin 2**.

# Step 2:

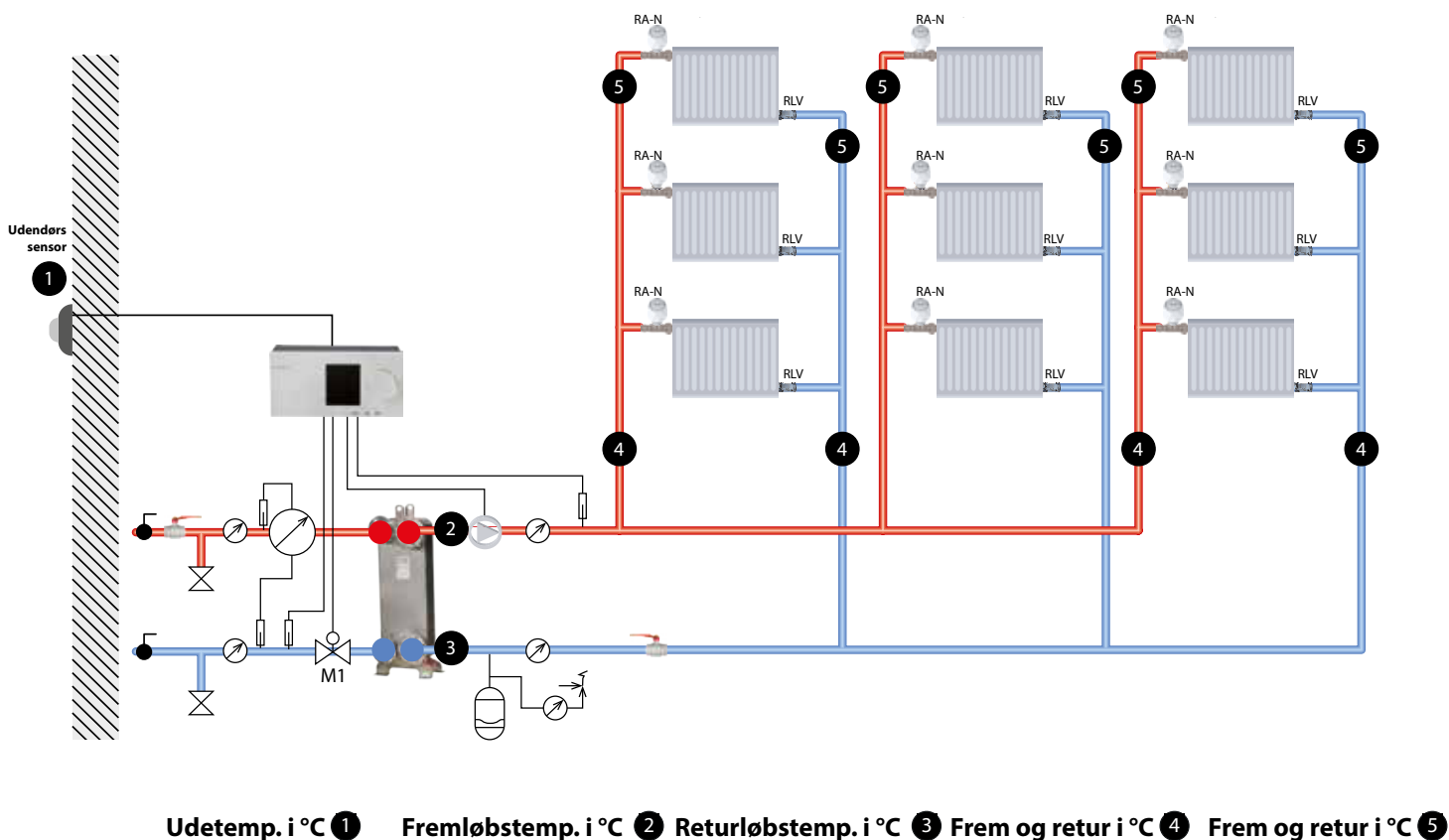
## Mål og registrer

**Mål** og registrer følgende temperaturer tre gange i løbet af en dag (hvis muligt).

De nøjagtige målepunkter er markeret med et nummer på tegningen nedenfor.

- Den aktuelle udetemperatur ❶
- Den udgående fremløbstemperatur for kedel / veksler eller fjernvarme (varmekilde) ❷
- Den indkommende returløbstemperatur for kedel / veksler eller fjernvarme (varmekilde) ❸
- Frem- og returløbstemperatur på bunden af den første og sidste stigstreng ❹
- Frem- og returløbstemperatur på den sidste radiator i hver stigstreng ❺ (Kan sløjfes)

**Fig. 1:** Målepunkter



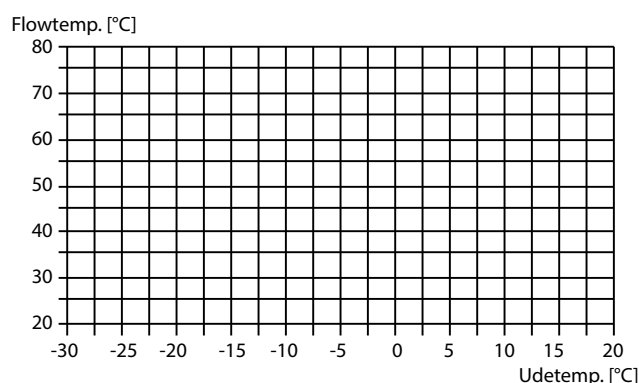
	❶	❷	❸	❹	❺
Kl. 06.00	-----	-----	-----	-----	-----
Kl. 14.00	-----	-----	-----	-----	-----
Kl. 22.00	-----	-----	-----	-----	-----

# Trin 2a:

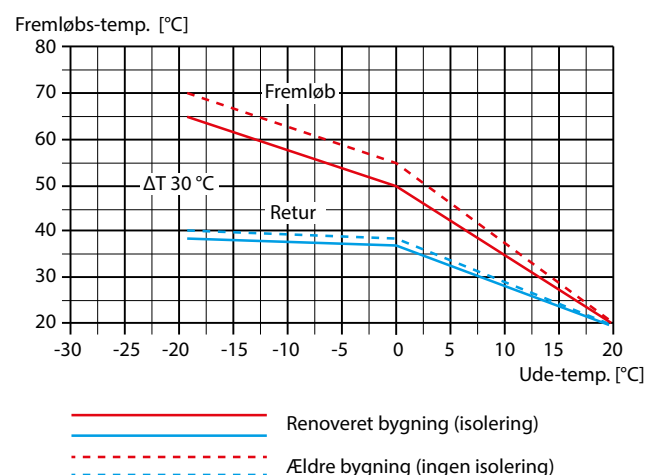
## Tilføj måleresultaterne i grafen

Vælg en dag med så lav udetemperatur som muligt. Mål fremløbs- og returtemperatur, og tilføj værdierne i grafen nedenfor ved at lave "prikker" ved den målte udetemperatur. Tegn derefter en linje for at forbinde de tre måleresultater for dagen (se eksempel).

**Fig. 2:** Temperaturmålinger



**Fig. 3:** Eksempel



### Konklusion

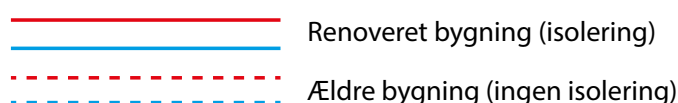
- Er den målte temperaturforskel  $\Delta T$  lavere end 30 °C (design  $\Delta T$ )? Hvis ja, overvej systemoptimering.
- Er den målte temperaturforskel  $\Delta T$  højere end 30 °C? Hvis ja, er systemet korrekt indreguleret.
- Hvis du oplever et stort temperaturfald i fordelingsledningerne, skal du kontrollere rørets isolering.

# Trin 3:

## Optimer varmekurven

Åbn regulatoren ved varmekilden (veksler/kedel osv.), og aflæs kurveindstillingen.

Rediger og korriger (om nødvendigt) varmekurvens "parallelle skifte" i regulatoren ved veksleren i henhold til den optimale varmekurve.



# Step 4:

## Valg og installation

Kontrollér tryk og flow på cirkulationspumpen. Den skal indstilles til konstant tryk. Pumpens minimumstryk skal dække trykfaldet i den kritiske sløjfe. Kontrollér det tilgængelige tryk med alle termostater åbne eller afmonteret.

### Konklusion

De opnåede værdier i trin 2 til 4 giver dig et klart overblik over (de mulige) problemer i varmesystemet og er en indikator for optimering af systemet. Opstart gennemføres let efter færdiggørelsen ved at installere automatiske ASV-indreguleringsventiler og termostatstyrede radiatorventiler, da radiatorventiler sikrer korrekt flow gennem hver radiator og ASV-PV-ventiler automatisk korrigerer det rette flow i henhold til varmebehovet. Indregulering er ikke nødvendig, kun pumpeoptimering.

### Indregulering – montering

- Få tegninger baseret på rumarealer angivet i m<sup>2</sup> for alle lejligheder i bygningen. Hvis der ikke findes tilgængelige tegninger, skal du måle arealerne.
- Bestem forindstillingsværdierne for hver enkelt radiatorventil efter størrelsen på hvert rum og oplysningerne i tabellen: OPTIMAL 2-FORINDSTILLINGSVÆRDIER RA-N og RA-U (side 10, fig. 6).
- Dokumentér den valgte forindstilling (indreguleringsprotokol).
- Beslut sammen med ejeren af ejendommen eller viceværten hvilke temperaturbegrænsninger der skal være, og overvej, hvorvidt der er behov for termostater med en fjernføler.
- Vælg differenstrykregulator type (ASV-PV er fabriksindstillet til 10 kPa - denne er justerbar mellem 5-25 kPa ) i henhold til tabellen: OPTIMAL 2-DIFFERENSTRYKREGULATOR (side 12). Bemærk den påkrævede  $\Delta P$  for ASV-PV. Vælg ventilstørrelse. Det kan være den samme størrelse som stigrørets dimension, og hvis de eksisterende ventiler har en mindre dimension end stigrøret, vælges denne dimension.

*NB! Husk, at ALLE radiatorer skal reguleres via en ASV-PV ventil. Det gælder også for radiatorer i fælles områder såsom kældre. Det er ikke muligt at udelade radiatorer i denne energioptimeringsproces.*

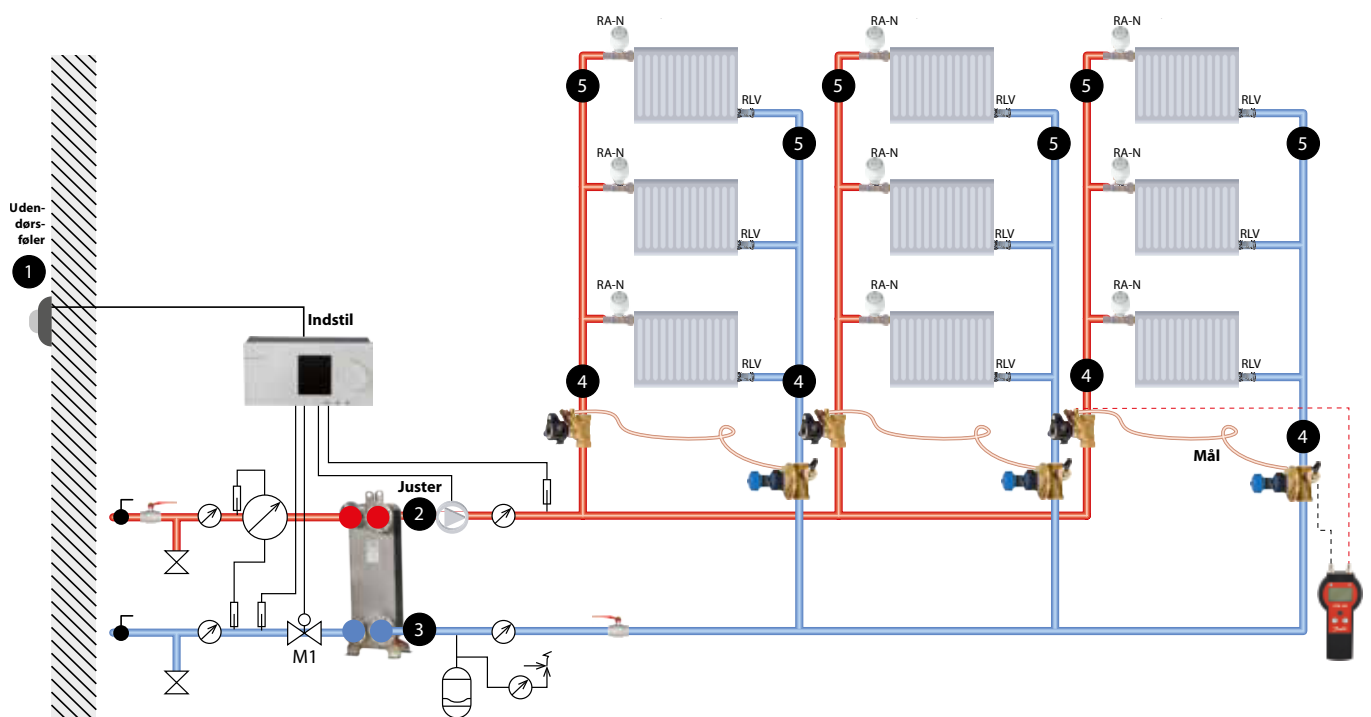
- Monter differenstrykregulatorer (ASV-PV).
- Vælg differenstrykregulator (ASV-PV) i henhold til tabellen: OPTIMAL 2-DIFFERENSTRYKREGULATOR (Side 12). Bemærk den påkrævede  $\Delta P$  for ASV-PV (Side 11). Vælg ventilstørrelse. Det kan være den samme størrelse som stigstrengens dimension, og hvis de eksisterende ventiler har en mindre dimension end stigstrengen, vælges denne dimension.  
*NB! Husk, at ALLE radiatorer skal forindstilles (se side 10) via en RA-ventil. Det gælder også for radiatorer i fælles områder såsom kældre. Det er ikke muligt at udelade radiatorer i denne energioptimeringsproces*

- Påfyld, gennemskyl og udluft systemet.

# Indregulering

- **Mål** differenstrykket på den sidste stigstreng mellem frem og retur (mellem ASV-PV og ASV-BD; der monteres adapter til differenstrykmåling (bestillingsnr. 003L8273/ vvs nr. 40 6948.920) på ASV-PV).  
Juster pumpe-sætpunktet, indtil det indstillede tryk (10 kPa eller se tabel på side 11).
- **Juster** cirkulationspumpestrykket, så den nødvendige  $\Delta P$  opnås. I tilfælde af renovering er det vigtigt at huske at åbne termostaterne helt.
- Monter radiatortermostater.
- **Indstil** regulatorens kurve (ved veksler) til en rimelig værdi i forhold til tidligere indstilling.

**Fig. 4:** Mål, juster og forindstil punkter

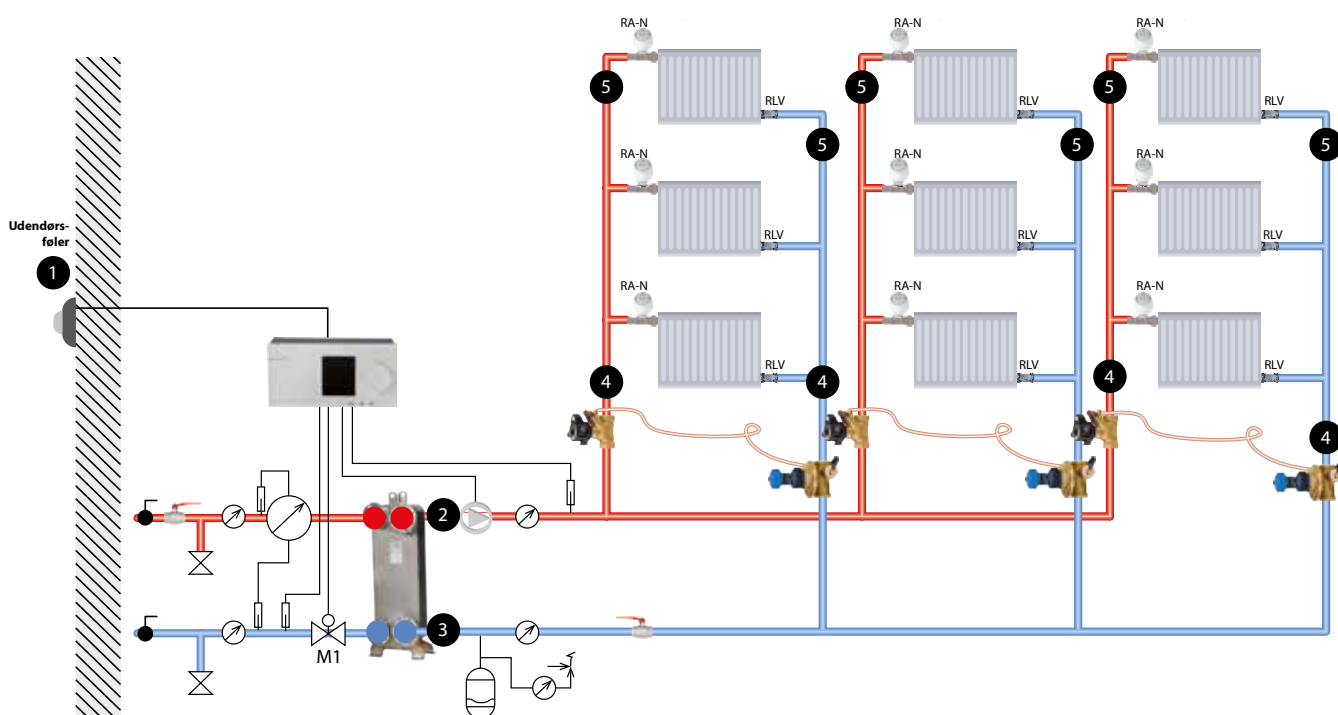




# Opfølgning

- **Mål** efter en driftsperiode (på cirka 1 måned) flow- og returløbstemperaturen ved teknikrummet på den sidste stigstreng og den sidste radiator i systemet ved de steder, der er markeret med orange. Det skal gøres ved den lavest mulige udetemperatur (om morgenen).
- Kontrollér temperaturerne. Målet er at have en  $\Delta T$  i overensstemmelse med **konklusionen i trin 2 (side 6)**.

**Fig. 5:** Temperaturmålinger



# Optimal 2-forindstilling af RA-N og RA-U 10, 15 og 20

Forindstilling hjælper med at fordele vandflowet gennem radiatorerne. Det gør det mulig for systemet at levere det variable varmebehov, der stemmer overens med den variable forsyning af energi, så du opnår optimal komfort og energibesparelser.

Eksempler:

Hvis der er flere radiatorer i samme rum, skal du læse eksemplet nedenfor. Eksempel: I et rum på 24 m<sup>2</sup> er der to lige store radiatorer. I så fald skal forindstillingen for de pågældende radiatorer udføres for 12 m<sup>2</sup> hver. Hvis radiatorerne har forskellig størrelse, skal forindstillingen justeres i forhold til radiatorens størrelse.

Nogle rum er placeret på koldere steder, f.eks. rum placeret i et hjørne med ydervægge, eller direkte under et tag eller over et koldt, uopvarmet gulv. Disse rum kræver lidt mere opvarmning i forhold til et rum midt i en bygning for at få samme indekomfort. Se kolonnen med supplerende forindstillinger i Fig 6

Ældre eller syge mennesker har ofte brug for et par grader ekstra, for at brugeren oplever samme indekomfort som unge, sunde eller aktive mennesker.

**Fig. 6:** Optimal 2 - Ca. forindstillingsværdier på RA-N og RA-U

Gulv m <sup>2</sup>	<6	12	18	24	Forindstilling	Yderligere forindstilling:
					<b>Badeværelse og toilet uden vinduer</b>	<b>Hjørnerum (hvert hjørne), tage og/eller kolde gulve</b>
RA-N 10	2	2,5	4	5	1,5-2	0,5
RA-N 15	2	2,5	3,5	4	1,5-2	0,5
RA-N 20	-	2	2,5	3	-	0,5
RA-U 10/15	2,5	4	5	6	3-3,5	0,5

( $\Delta T$  30 °C,  $\Delta P$  7 kPa, 45 W/m<sup>2</sup>)

# Optimal 2-differendstrykregulator, $\Delta P$ -regulator ASV-PV

ASV-PV holder det krævede differendstryk ( $\Delta P$ ) konstant for den aktuelle stigstreng. Det krævede  $\Delta P$  (kPa) beregnes ved hjælp af modstanden i rørene i de pågældende stigstreng, termostatventiler og radiatorer.

## Eksempler:

Modstanden i rørene varierer afhængigt af længden på rørene. 10 kPa er tilstrækkelig til en bygning på ti etager med en loftshøjde på tre meter over det vandrette fordelingsrør, hvilket betyder, at ASV-PV indstillingen kan vælges.

For lave eller høje bygninger fra ét plan til over 12 etager, vil ASV-PV være det eneste korrekte valg. ASV-PV ventilen kan justeres fra 5 til 25 kPa. KPa-indstillingen udføres i henhold til indstillingerne i tabellen nedenfor (**Fig 7**).

**Fig. 7:** Optimal 2-differendstrykregulator - De anbefalede  $\Delta P$ -indstilling for **ASV-PV**:

Antal etager (3 m) over fordelingsledninger	Anbefalet $\Delta P$ -indstilling (kPa)
Kælder og stueplan	8 kPa
2-3	9 kPa
4-5	10 kPa
6-7	11 kPa
8	12 kPa
9-10	13 kPa
11-12	14 kPa

- $\Delta P$  7 kPa over den termostatstyrede radiatorventil
- $\Delta P$  0,6 kPa i rør pr. etage på tre meter

Eksempel på udregning:

$$\begin{aligned} 5 \text{ etager} \times 0,6 \text{ kPa} &= 3 \text{ kPa} \\ 7 \text{ kPa over den termostyret radiatorventil} &= 7 \text{ kPa} \\ \text{Påkrævet } \Delta P\text{-indstilling} &= \underline{\underline{10 \text{ kPa}^*}} \end{aligned}$$

\*Ventilen er fabriksindstillet til 10 kPa. Det vil i langt størstedelen af tilfældene ikke være nødvendigt at justere ventilen - blot forindstille radiatorventilerne.

# Dimensionering

**ASV-PV- og ASV-BD-ventiler vælges efter det beregnede vandflow og er normalt de samme som rørstørrelsen.**

Nye og gamle bygninger har i dag lavere energiforbrug pga. renovering i form af:

- Loftisolering
- Væg/Hulrumisolering
- Nye energivinduer og døre
- Ny cirkulationspumpe
- Isolering af rør
- Forbedret regulering af varmecentral
- Energieffektive radiatorer

Alt sammen med henblik på komfort, energibesparelser og bedre klima. Med ovenstående taget i betragtning vil dagens energiforbrug typisk ligge mellem 15 W/m<sup>2</sup> - 45 W/m<sup>2</sup>

## Formel:

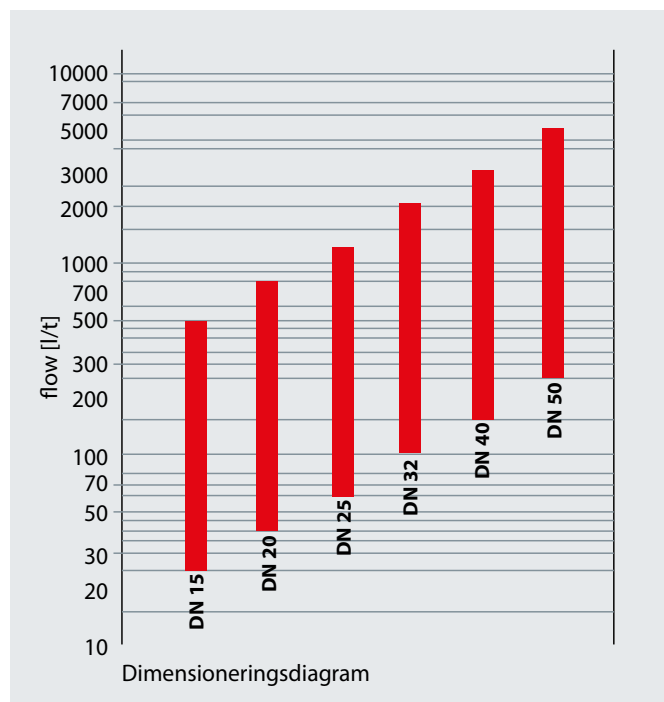
$$\frac{W \times m^2 \times 0,86}{\Delta T} = X \text{ l/h}$$

## Eksempel:

Med et opvarmet gulvareal på 175 m<sup>2</sup>, et forbrug på 40 W/m<sup>2</sup> og et temperaturfald  $\Delta T$  på 30°C skal bruges 200 liter vand pr. time i fordelingsrøret.

$$\frac{40 \times 175 \times 0,86}{30} = 200 \text{ l/h}$$

Se dimensioneringsdiagrammet: for 200 l/h vælges ASV-sæt DN 15.



ASV-PV

ASV-BD

# ASV varianter

Type	VVS nr.	Funktion	Maks. effekt	Maks. flow
ASV-PV DN 15	40 6853.604	Differenstrykregulator/ afspærring	20 kW	500 l/t
ASV-PV DN 20	40 6853.606	Differenstrykregulator/ afspærring	30 kW	800 l/t
ASV-PV DN 25	40 6853.608	Differenstrykregulator/ afspærring	50 kW	1.300 l/t
ASV-PV DN 32	40 6853.610	Differenstrykregulator/ afspærring	70 kW	2.000 l/t
ASV-PV DN 40	40 6853.612	Differenstrykregulator/ afspærring	110 kW	3.200 l/t
ASV-BD DN 15	40 6850.104	Flowverificering/fejlfinding/ afspærring	Samme dimension som ASV-PV	Samme dimension som ASV-PV
ASV-BD DN 20	40 6850.106	Flowverificering/fejlfinding/ afspærring	Samme dimension som ASV-PV	Samme dimension som ASV-PV
ASV-BD DN 25	40 6850.108	Flowverificering/fejlfinding/ afspærring	Samme dimension som ASV-PV	Samme dimension som ASV-PV
ASV-BD DN 32	40 6850.110	Flowverificering/fejlfinding/ afspærring	Samme dimension som ASV-PV	Samme dimension som ASV-PV
ASV-BD DN 40	40 6850.111	Flowverificering/fejlfinding/ afspærring	Samme dimension som ASV-PV	Samme dimension som ASV-PV
PFM 100	40 6948.960	Måleinstrument til	Flow-verificering og	pumpeoptimering
Måleadapter til ASV-PV	40 6948.920	Adapter DN20 x 3mm	Til målenål	

Ventiler leveres inkl. isoleringskapper

# RA varianter

Type	VVS nr.	Design
RA-N 10	40 3203.003	Vinkel
RA-N 10	40 3202.003	Lige
RA-N 10	40 3205.003	Omvendt vinkel
RA-N 10	40 3207.003	Højremonteret
RA-N 10	40 3209.003	Venstremonteret
RA-N 15	40 3203.004	Vinkel
RA-N 15	40 3202.004	Lige
RA-N 15	40 3205.004	Omvendt vinkel
RA-N 15	40 3207.004	Højremonteret
RA-N 15	40 3209.004	Venstremonteret
RA-N 20	40 3203.006	Vinkel
RA-N 20	40 3202.006	Lige
RA-N 20	40 3205.006	Omvendt vinkel



Type	VVS nr.	Design
RA-U 10	40 3193.003	Vinkel
RA-U 10	40 3192.003	Lige
RA-U 15	40 3193.004	Vinkel
RA-U 15	40 3192.003	Lige



Type	VVS nr.	Beskrivelse
RA 2990	40 3222.100	5-26 °C indbygget føler
RA 2992	40 3224.100	5-26 °C fjernføler, kapillarrør 0-2 meter
Institutionsmodel		
RA 2920	40 3225.180	5-26 °C indbygget føler
RA 2922	40 3225.182	5-26 °C fjernføler, kapillarrør 0-2 meter





## Besøg os på [varme.danfoss.dk](http://varme.danfoss.dk)

På [varme.danfoss.dk](http://varme.danfoss.dk) kan du finde en komplet værktøjskasse med hjælpeoplysninger. Disse værktøjer kan hjælpe dig med at foretage det bedste produktvalg til hvert af dine projekter. Find det bedst egnede produkt med den korrekte dimensionering, og forbered den rette forindstilling på forhånd for at gøre arbejdet på stedet så let som muligt.

På [varme.danfoss.dk](http://varme.danfoss.dk) finder du bl.a.:

### Litteratur

Både erhvervsrelateret og teknisk litteratur, såsom brochurer, case stories og tekniske datablade, der hjælper dig med at finde de bedste produkter til dine projekter.

### Værktøjer

Videoer og animationer der hjælper dig med at få en bedre forståelse af vores produkter. Beregningsværktøjer og software hjælper dig med indregulering på stedet. Vi har samlet nogle af værktøjerne her - bare scan QR koden, så kommer du direkte til vores gratis hjælpeværktøjer:



#### MSV LENO™ app

Brug denne app til at finde det rigtige flow i de forskellige LENO™ ventiler



#### Radiatorventil forindstillings app

Beregn forindstillingen på RA-N, RA-U og RA-DV ventiler



#### ASV video

Danfoss' automatiske indreguleringsventiler (ASV) - hvordan virker de og hvordan kan de gavne dig?



#### VVS guide

Et opslagsværk, der indeholder et bredt udsnit af Danfoss' produkter