

Nyt ventildesign

Ved at benytte en tredimensional forståelse for flowet gennem reguleringsventiler er det lykkedes en engelsk ventilproducent at dimensionere og designe en ny type reguleringsventil, der eliminerer en række typiske flowskabte problemer

Af Karen Morton
Oversat af Ngaio Ustrup og
Anette Dyrehave Munk

Pålidelige reguleringsventiler er altafgørende for effektiv drift. Beklageligvis er præcis reguleringskontrol og driftssikkerhed ikke altid givet.

Det gælder specielt for ventiler med usædvanlige hårde driftsbetingelser, hvor flowet er ekstremt og hvor det kan være vanskeligt at overvinde bivirkninger som støj, kavitation, flowskabte erosioner og vibrationer.

Disse problemer kan heldigvis løses ved en tredimensional forståelse af flowet gennem ventilen og ved at inkorporere tankerne bag 3D-Flow-Control i dimensionering og designet af reguleringsventiler. Nutidens højtudviklede computersystemer, herunder simulationsprocesser og visualiseringsprogrammer har således gjort det muligt at få en dybere forståelse af flowet i ventilerne. Og på basis af denne nye måde at dimensionere på har Weir Valves & Control UK, det tidligere Hopkinsons/Blakeborough, udviklet deres nye succes-design »The X-Stream trim«. Weir Valves & Control er repræsenteret på det danske marked af ProMetal ApS.

Tredimensionelle strømninger igennem ventillabyrinten

Selv i en enkel ventilkonstruktion vil væskestrømningerne være tredimensionelle af natur. Det giver derfor sig selv, at de problemer, der måtte opstå, bliver mere komplekse, når ventilen udstyres med en såkaldt »servere service-trim«, der generelt består af en serie komplekse, vinklede passage. To eksempler herpå er *the concentric sleeve cage* (se figur 1) og *a disc stack cage with labyrinthine flow paths* (se figur 2).

Den komplekse opbygning af begge disse trim betyder, at flowet igennem trimene vil være præget af en række ugunstige strømninger såsom varierende turbulens, områder med recirkulation, delinger og dannelsen af stråler, der alle kan have en negativ indflydelse på

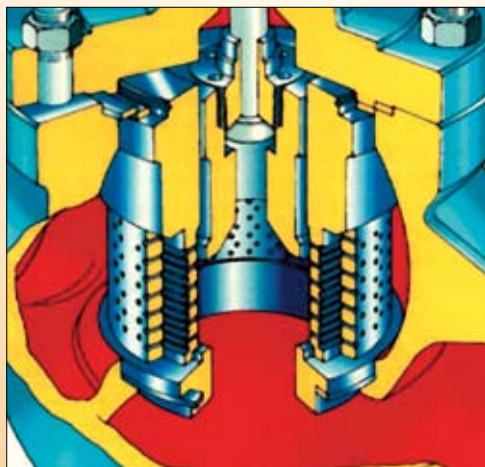
ventilens ydeevne og i værste fald føre til svigt.

Desværre er disse faktorer samt den høje grad af turbulens grunden til, at de traditionelle »servere service-trim« ikke kan absorbere den mængde energi, som væsken under så højt tryk afgiver - uden de dermed forbundne problemer med kavitation, støj, vibrationer og erosion.

Problemerne skabes i grunden ikke af selve flowet, men derimod af manglende forståelse for dimensioneringen af ventilen og for håndteringen af de potentielle problemer.

Fordi de nuværende dimensioneringsmetoder stadig baserer sig på en basal endimensional flowteori og anvender en række empirisk baserede designfaktorer for at kompensere for det faktum, at flowet er tredimensionelt, forekommer der en grov forenkling af det reelle problem.

Eksempelvis refererer de nuværende dimensioneringsmetoder typisk til det fulde flowareal i ventilhuset med reference til ventilens Cv og antallet af tryknedsættende elementer eller vinkler for labyrintdesignet. De refererer ikke til specifikke geometriske parametre såsom eksempelvis hullernes diameter eller passagernes udseende, der også kan have en ganske væsentlig indflydelse på ventilens ydeevne.



Figur 1.

Flow ofte højere end beregnet

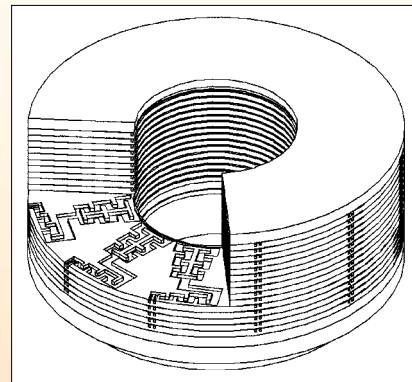
Resultatet af forenklingen af ventildesignet kan ses på flowet forbi en vinkelret passage - som i et trim med labyrintdesign.

Flowet presses op mod indersiden og rundt om hjørnet med en relativ høj hastighed (se figur 3). Derved opstår der et område med recirkulation i modsat retning, der breder sig til et stort område ved ydersiden af det næste hjørne. Ved at anvende en endimensional designteori forventes flowet gennem passagerne at være ensartet. Imidlertid viser det aktuelle eksempel, at flowet undergår store hastighedsforøgelser, hvilket forårsager et statisk tryk henover flowet. Et tryk der kun øges ved tilstedeværelsen af yderligere vinkelrette passager.

Det betyder, at det faktiske flow's hastighed inde i ventilen er betydeligt højere end beregnet ved den endimensionelle teori, hvilket kan have alvorlige konsekvenser ved forudsigelsen af potentielle problemer i ventilen.

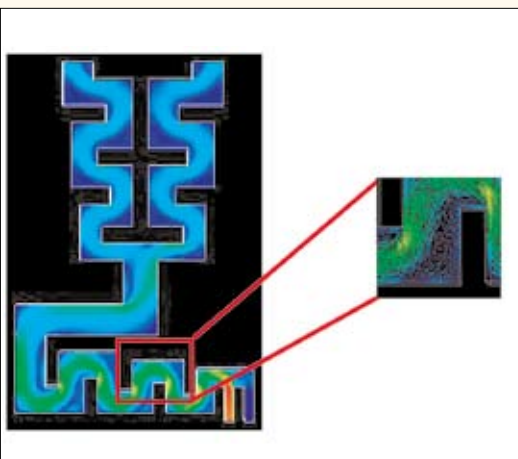
Nyt trim-design

Dette er blot et eksempel på et af mange samspil mellem flowet og ventilens interne geometri. Første skridt på vejen til at opnå 3D-Flow-Control er derfor at forstå, hvordan ventilens interne geometri påvirker det tredimensionale flow. Når denne information er kendt, er



Figur 2.

næste skridt at bruge informationerne til at eliminere ugunstige geometriske træk til at kontrollere potentielle pro-



Figur 3.

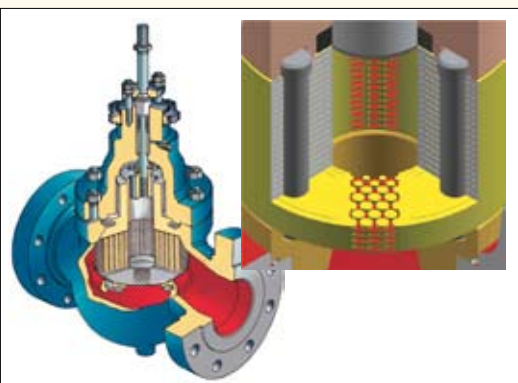
blemer og derved optimere ventilens ydeevne.

Weir Valves & Control UK brugte således 3D-Flow-Control princippet til udviklingen af nye avancerede trim til brug ved ekstremt hårde driftsbetingelser.

Gennem en tredimensionel analyse af designet på de eksisterende trim, kunne man tydeligt se, at en af hovedårsagerne til problemet var den voldsomhed, hvormed flowretningen skiftede.

Det var derfor nødvendigt at finde en måde at reducere voldsomheden i retnings-skiftene uden hermed at reducere modstanden og reduktionen i trykket. Resultatet af denne tankegang var et nyt design af regulerings-ventilens trim nu kendt som X-Stream trim (se figur 4).

Dette nye trim er helt specielt, idet det består af en opstilling af tætpakkede cylindre. En analyse viser, at dette design skaber et mere naturligt flow og hermed eliminerer problemet med de store områder med recirkulation. Samtidig er det muligt at bevare modstanden, idet cylindrene er placeret meget tæt ved hinanden. Faktisk er den maksimale hastighed i flowet reduceret med ca. 20% ved de samme driftsbetingelser på grund af reduktionen i



Figur 4.

det tredimensionelt baserede statiske tryk.

Endelig betyder designet, at der ikke ►

VENTILDE-

er plads til aflejring, hvorved det nye trim også opnår en selvrensende effekt.

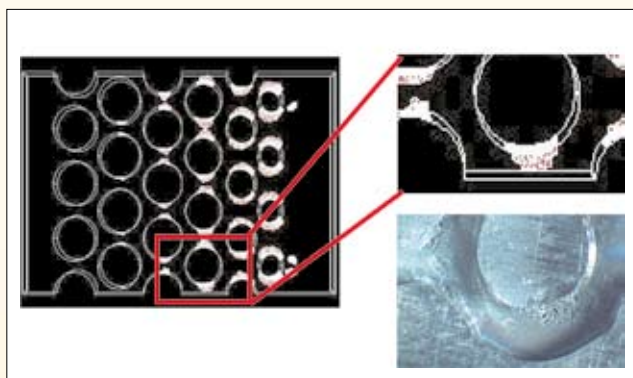
Også til forudsigelsen af kavitation

Den tredimensionelle flowkontrol har ikke kun vist sig effektiv i dimensioneringsprocessen, den kan også med fordel benyttes ved forudsigelsen af kavitation.

Som påvist i det tidligere omtalte eksempel med de retvinklede passager er præcise flowhastigheder næsten umulige at forudsige ved at bruge den forenkede endimensionelle teori. Det

nalen, som blev brugt ved X-Stream trim.

To forskellige teknikker blev benyttet til forudsigelsen. Den første var den tredimensionelle teknik CFD (Computational Fluid Dynamics), der anvendtes til at forudsige de punkter, hvor de lokale statiske tryk kom under det minimale statiske tryk. Den anden forudsigelsesmetode var baseret på det samme princip, som traditionelt har været benyttet i den endimensionelle dimensioneringsmetode. Resultaterne blev sammenlignet med de kavitationskader, som var blevet observeret på en prototypeventil.



Ikke overraskende havde den endimensionelle forudsigelsesteknik forudsagt et middel niveau af statisk tryk, som ved en sammenligning med damptrykket viste sig at være højere og derfor ikke genstand for kavitation. Den tredimensionelle teknik forudsagde lokale områder af kavitation på siden af cylindrene, hvilket stemte godt overens med den faktiske skade, der var observeret på prototypens trim (Se figur 5).

betyder uheldigvis også en usikkerhed ved de hertil relaterede værdier, såsom statiske trykniveauer, temperaturer og densiteter, som bliver brugt til at forudsige risikoen for kavitation og høje støjniveauer.

Et eksempel på dette var forudsigelsen af begyndende kavitationsangreb på siden af cylindrene i strømningska-