

(19) **DANMARK**

(10) **DK/EP 2182297 T3**



Patent- og
Varemærkestyrelsen

(12) **Oversættelse af
europæisk patentskrift**

-
- (51) Int.Cl.: **F 24 D 19/10 (2006.01)** **G 05 D 23/19 (2006.01)**
- (45) Oversættelsen bekendtgjort den: **2018-01-02**
- (80) Dato for Den Europæiske Patentmyndigheds bekendtgørelse om meddelelse af patentet: **2017-09-13**
- (86) Europæisk ansøgning nr.: **09174101.7**
- (86) Europæisk indleveringsdag: **2009-10-27**
- (87) Den europæiske ansøgnings publiceringsdag: **2010-05-05**
- (30) Prioritet: **2008-10-30 DE 102008054043**
- (84) Designerede stater: **AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR**
- (73) Patenthaver: **Techem Energy Services GmbH, Hauptstraße 89, 65760 Eschborn, Tyskland**
- (72) Opfinder: **Klein, Joachim, Kellerwaldweg 14, 65760 Eschborn, Tyskland**
Hans-Jürgen Schulz, Obere Römerhofstraße 59, 61381 Friedrichsdorf, Tyskland
Gutmann, Norbert, Karlsbader Straße 5, 64295 Darmstadt, Tyskland
Dr. Arne Kähler, Lissaer Straße 24B, 12683 Berlin, Tyskland
Jochen Ohl, In der Schliem 2, 64823 Groß-Umstadt, Tyskland
- (74) Fuldmægtig i Danmark: **Budde Schou A/S, Hausergade 3, 1128 København K, Danmark**
- (54) Benævnelse: **Fremgangsmåde og indretning til varmebehovsstyret tilpasning af fremløbstemperaturen i et varmeanlæg**
- (56) Fremdragne publikationer:
EP-A1- 1 645 928
DE-A1- 10 217 272
DE-B3-102006 013 098

Beskrivelse

Nærværende opfindelse angår en fremgangsmåde og en indretning til varmebehovsstyret tilpasning af den fortrinsvis udendørs temperaturstyrede fremløbstemperatur for et varmeanlæg i overensstemmelse med indledningen til krav 1 og 9. I varmeanlægget måles massestrømmen igennem hele varmeanlægget eller individuelle varmekredsløb i varmeanlægget og den tilhørende tilbageløbstemperatur for hele varmeanlægget eller de enkelte varmekredsløb. Ud fra disse måleværdier bestemmes en varmebehovstendens, på basis af hvilken fremløbstemperaturen for varmeanlægget og/eller de individuelle varmekredsløb indstilles, idet der ved stigende varmebehov reageres med en stigende fremløbstemperatur og ved faldende varmebehov med en faldende fremløbstemperatur.

Ved et overvejende antal af de i dag sædvanlige varmeanlæg til varmforsyning af bygninger styres indstillingsværdien for fremløbstemperaturen for opvarmningsmediet i afhængighed af udendørstemperaturen i overensstemmelse med angivelsen af en stationær varmekurve, således som den er vist i fig. 1 for skellige varmekurvetyper, som imidlertid kun adskiller sig marginalt. Ifølge dette stiger indstillingsværdien for varmemediefremløbstemperaturen med faldende udendørstemperatur, med henblik på at tage hensyn til det ved lavere udendørstemperatur forøgede varmebehov.

Bliver der ud over udendørstemperaturen ikke taget hensyn til nogen yderligere styringsværdier til regulering af fremløbstemperaturen, fører den rent udendørstemperaturstyrede varmeregulering hyppigt til en væsentlig forskel imellem den momentant til rådighed stillede varmeydelse og det faktiske (aktuelle) bygningsvarmebehov.

Resultatet er i praksis for det meste for høje systemtemperaturer hvilket resulterer i såvel unødvendige energifordelingstab som også overhedningstilstande i rummene, og som således medfører et væsentligt energimerforbrug. For ringe systemtemperaturer, som i faktiske opvarmningsanlæg sjældent forekommer på grund af den dermed forbundne komfortforringelse, fører til ikke tilstrækkelige opvarmningstilstande for rummene, altså til ikke ønsket manglende komfort.

Følgelig blev der allerede foreslået opvarmningsanlæg og opvarmningsreguleringer til styring af opvarmningsanlæg, som benytter sig af informationer fra bygningen, med henblik på at bestemme det faktiske varmebehov for bygningen og tilpasse fremløbstemperaturen til dette faktiske varmebehov.

Fra EP 0 282 886 B1 kendes eksempelvis en fremgangsmåde til styring af indstillingsværdien for fremløbstemperaturen i opvarmningsanlæg, ved hvilken det aktuelle varmetab i varmekredsløbet beregnes ud fra de kontinuerligt målte fysiske størrelser fremløbstemperatur, tilbageløbstemperatur og volumenstrøm. Indstillingsværdien for fremløbstemperaturen bestemmes så ud fra den beregnede varmetabsstrøm i varmekredsløbet under hensyntagen til et tredimensionelt belastningstrinfelt (karakteristiskfelt). Ud over den delvis forholdsvis besværlige detektion af tre målestørrelser består der især den ulempe, at lasttrinfeltet, som kan beregnes, er bygningsspecifikt og ikke kan anvendes universelt.

10

Fra EP 0 308 848 B2 kendes en fremgangsmåde og en indretning til styring af temperaturen af opvarmningsmediet i en cirkulationsopvarmning med en minimal temperaturbegrænsning. Ved det der foreslåede system bliver, i afhængighed af den målte udendørs temperatur og varmemediefremløbstemperaturen, under hensyntagen til en minimaltemperatur for varmemiddelfremløbet, såvel den elektriske effekt for varmemediecirkulationspumpen som også den termiske ydelse for opvarmningsbrænderen tilpasset, med henblik på så sjældent som muligt at afbryde opvarmningsbrænderdriften. Til dette formål bliver indstillingsværdien for varmemediefremløbet indstillet i afhængighed af udendørstemperaturen i overensstemmelse med en klassisk varmekurve. Ved tilnærmelse af varmemediefremløbstemperaturen til minimaltemperaturen sker der en formindskelse af den elektriske effekt for cirkulationspumpen ved hjælp af en omdrejningstalreduktion og desuden en formindskelse af den termiske ydelse for brænderen ved hjælp af åbningsændring for brændstofførselsventilen. En tilpasning af varmeydelsen sker altså kun i området ved minimaltemperaturen. Ved højere temperatur sker styringen af fremløbstemperaturen på klassisk måde ved hjælp af den i fig. 1 viste varmestyringskurve.

EP 0 260 343 B1 beskriver en fremgangsmåde og en indretning til temperaturregulering af varme- og køleanlæg, ifølge hvilken den indstillede temperatur for en varme-henholdsvis kølekilde styres i afhængighed af en som a priori kendt forudsat uden-dørstemperatur og eksempelvis rumlufttemperaturen som yderligere målt referencetemperatur. Der sker en evaluering af opvarmnings- og afkølingshastigheden for opvarmnings- henholdsvis afkølingsmediet, med henblik på at foretage en yderligere korrektion af indstillingsværdien for varme- henholdsvis kuldekilden. Med henblik på at

35

kunne undlade en udendørstemperaturføler foreslås det, at bestemme udendørstemperaturen ud fra eksempelvis statistiske evalueringer af til rådighed stående udendørstemperaturforløb, hvilket imidlertid er meget upålideligt og med hensyn til de forholdsvis lave installationsomkostninger for en udendørstemperaturføler også er urentabelt, 5 eftersom der ved et skøn for udendørstemperaturen ikke kan udelukkes fejlreguleringer for varmeanlægget.

Fremgangsmåder til varmebehovsstyret fremløbstemperaturtilpasning, som benytter sig af et kommunikationskompleks, er eksempelvis angivet i S. Baumgarth "Strategien zur energieoptimalen Heizungsregelung", HLH 1991, side 315-318, og 10 "Regelungsstrategien für Einzelraumregelung", ATP, Nr. 37, 1995, side 29-35.

I overensstemmelse hermed kan den faktisk krævede varmebelastning for et rum bestemmes ud fra varmelegemeventilstillingen, som kan tilvejebringes ud fra positionstilbage meldingen for en elektronisk, busforbindbar enkeltrumsregulering. Til 15 styring af den indstillede værdi for fremløbstemperaturen bliver så det rum med den største ventilåbning udvalgt og indstillingsværdien for fremløbstemperaturen indstilles således, at den største ventilåbning udgør 90%. Man undlader en udendørstemperaturstyret styring i overensstemmelse med en varmestyringskurve. En ulempe ved denne løsning er, at til styring af fremløbstemperaturindstillingsværdien udvælges kun det 20 rum, som momentant giver den største varmelegemeventilåbning. Det vil, især i flerfamiliehuse, føre til, at den termiske ydelse for hele varmeforsyningen orienterer sig mod det rum, som har det højeste termiske ydelsesbehov, hvilket resulterer i høje systemtemperaturer og forøgede konvektive tab og strålingsvarmetab.

25 Yderligere fremgangsmåder, som evaluerer åbningspositionen for varmelegemeventilen med størst ventilåbning, er angivet i artiklen S. Baumgarth "Einzelraumregelung mit dem EIB", HLH 2000, s. 42-47. Analogt til den ovenfor beskrevne fremgangsmåde foreslås det, at udvælge det rum som styringsrum, hvis varmelegeme 30 melder en ventilåbning på 100%. Desuden foreslås det, at sænke henholdsvis hæve den indstillede værdi for fremløbstemperaturen i ækvidistante tidstrin med en fast størrelse, og, i afhængighed af reguleringsafvigelsen for rumtemperaturen i styringsrummet, at ændre stigningen for varmestyringskurven eller også at gennemføre en parallelforskydning af varmekurven. Også her udvælges, til styring af fremløbstemperaturindstillingsværdien, atter kun det rum, som momentant leverer den største 35 varmelegemeventilåbning.

Yderligere fremgangsmåder til tilpasning af varmeydelsen i opvarmningsanlæg under anvendelse af et kommunikationskompleks kendes fra EP 1 456 727 B1 og EP 1 645 928 A1, i forbindelse med hvilke ventilstillingen henholdsvis informationen fra (radio-)varmeomkostningsfordelere anvendes, med henblik på at bestemme den aktuelle
5 forsyningstilstand for varmefladen under anvendelse af en kompleks fuzzy-logik. Ud fra varmebladeforsyningstilstandene for de individuelle varmeblader bliver, ligeledes ved hjælp af en fuzzy-logik, bygningsforsyningstilstanden bestemt og i afhængighed af denne korrigeres fremløbstemperaturen. Fremløbstemperaturindstillingsværdien er ved denne fremgangsmåde sammensat af en udendørstemperaturstyret og en
10 varmebehovsstyret andel. En anvendelse af denne fremgangsmåde i forbindelse med opvarmningsanlæg, som ikke råder over det krævede kommunikationskompleks, er på grund af de komponenter, som skal installeres, imidlertid besværlig.

I artiklen D. Pfannstiehl, "Einsatz adaptiver und Fuzzy-basierter Regelungsstrategien in der Heizungstechnik" ATP, 1995, s. 42-49, omtales en fremgangsmåde til varmebehovsstyret varmeydelsestilpasning ved hjælp af styring af fremløbstemperaturindstillingsværdien for kedelstyringer, som evaluerer den dynamiske ændring af kedeltemperaturen og ud fra dette bestemmer det momentane og det gennemsnitlige energiforbrug samt varmetendensen. Ved hjælp af en kompleks fuzzy-logik med 405
20 regler bliver det momentane varmebehov og til slut en fremløbstemperaturindstillingsværdi bestemt.

I skriftet i J. Ohl, "Untersuchung verschiedener Regelungskonzepte für Heizungsanlagen mit Bannwertkesseln", Forschungsberichte VDI, Reihe 6, Nr. 429, Dissertation, Technische Universität Darmstadt, 1999, beskrives en tilsvarende fremgangsmåde. Ud fra den varmemedievolumenstrøm, som skal måles og den varmemedietilbagefølbstemperatur, som skal måles, sluttes der, under hensyntagen til fremløbstemperaturindstillingsværdien, ved hjælp af fuzzy-logik (27 regler) til den aktuelle varmebehovstendens, ud fra hvilken en aktuel korrigeret indstillingsværdi for fremløbstemperaturen beregnes.
30

Denne reguleringsfremgangsmåde, som i princippet også ligger til grund for nærværende opfindelse, forklares nærmere under henvisning til fig. 2, som viser et blokdiagram af en varmebehovstendensregulator med de individuelle moduler
35 signaltilberedning 1, fuzzy-regulator 2 og indstillingsværdiberegning 3. Indgangsværdier er den eksempelvis i en varmetæller målte massestrøm henholdsvis

volumenstrøm \dot{m} og tilbageløbstemperaturen ϑ_{RL} for varmeanlægget henholdsvis et varmekredsløb. Ud fra disse størrelser bestemmes i signaltilberedningen 1 en lavpasfiltreret massestrøm \dot{m}_{TP} , som efterfølgende aftastes med en bestemt aftastningstid. Differensdannelse imellem to efter hinanden følgende aftastningsværdier

5 leverer massestrømstendensen \dot{m}_{TEND} . Yderligere bliver den af fremløbstemperaturhenstillingsværdien ϑ_{VLSoll} og tilbageløbstemperaturen ϑ_{RL} dannede differens lavpasfiltreret og aftastet med en bestemt aftastningstid. Differensen imellem to efter hinanden følgende indtastningsværdier svarer til spredningstendensen $\Delta\vartheta_{TEND}$, som

10 indikerer, om spredningen imellem to aftastningstrin er steget, faldet eller uforandret. Disse værdier bliver ved hjælp af en fuzzy-logik evalueret i fuzzy-regulatoren 2, med henblik på at bestemme varmebehovstendensen \dot{Q}_{TEND} , som tilføres en indstillingsværdiberegning 3 i varmebehovstendensregulatoren, med henblik på at bestemme den fremløbstemperatur ϑ_{VL} , som anvendes, for i givet fald at korrigere den ud fra varmestyringskurven tilvejebragte fremløbsindstillingstemperatur ϑ_{VLSoll} , idet der ved

15 stigende varmebehov reageres med en stigende fremløbstemperatur ϑ_{VL} og ved faldende varmebehov reageres med en faldende fremløbstemperatur ϑ_{VL} . I den forbindelse foreligger der imidlertid det problem, at der kun reageres på ændringer i varmebehovet og det absolutte niveau for varmebehovet ikke kan bestemmes. Dette kan føre til en for kraftig sænkning af fremløbstemperaturen ϑ_{VL} og dermed føre til

20 tilstande med manglende komfort.

DE 10 2006 013 098 B3 beskriver en fremgangsmåde og en indretning til behovsstyret varmetilvejebringelse i et opvarmningsanlæg, som i afhængighed af en ekstern styringsstørrelse stiller en forudbestemt varmeydelse til rådighed. Den til rådighed

25 stillede varmeydelse afhænger supplerende af varmebehovet for varmeanlægget, idet der i afhængighed af den eksterne styringsstørrelse tages hensyn til korrektionsværdier, som bestemmes i afhængighed af den eksterne styringsstørrelse ud fra en korrektionskurve.

30 Det er følgelig hensigten med nærværende opfindelse i forbindelse med reguleringsfremgangsmåden af den indledningsvis nævnte art at undgå tilstande med manglende komfort på grund af en for kraftig sænkning af fremløbstemperaturen.

Denne opgave løses med de træk, som er angivet i kravene 1 og 9. Hertil bliver det

35 ifølge opfindelsen foreslået, at for tilfældet med en faldende fremløbstemperatur bestemmes en sænkingsgrænse, hvormed fremløbstemperaturen maksimalt kan

sænkes. I den enkleste udformning af den foreliggende opfindelse bliver sænkingsgrænsen angivet som konstant. Eksempelvis kan en maksimal sænkningstemperatur for fremløbstemperaturen angives til omtrent 6 K, hvormed fremløbstemperaturen fra en reguleret tilstand sænkes. Ved en fornuftigt indstillet opvarmning fører dette ikke til

5 nogen kraftige komfortulemper, selv når sænkningen er større end det ville være passende til opvarmningssituationen. Efter en for kraftig sænkning erkender systemet i tendensen et stigende varmebehov og modvirker den for kraftige sænkning. En alternativ, ligeledes fornuftig konstant sænkingsgrænse kan ligge ved en fast defineret maksimal underskridelse af den af udendørstemperatur- henholdsvis vejrstyrede

10 regulering foreskrevne fremløbstemperatur. Også i dette tilfælde ligger en fornuftig konstant sænkingsgrænse i betydningen en underskridelse af den af varmestyringskurven foreskrevne fremløbstemperaturværdi imellem 5 og 10 K, som giver en balancering imellem energibesparelse på den ene side og opnåelse af komfort på den anden side. I givet fald kan en "konstant" sænkingsgrænse også styres i afhængighed af udendørstemperaturen eller defineres i forhold til den af varmestyringskurven bestemte fremløbstemperaturværdi.

15

En bedre varmetilpasning kan ifølge opfindelsen opnås, idet en ændring af målestørrelserne massestrøm, tilbageløbstemperatur og/eller deraf afledte størrelser efter

20 en ændring af fremløbstemperaturen detekteres og evalueres, med henblik på at bestemme sænkingsgrænsen for fremløbstemperaturen. Massestrømmen og tilbageløbstemperaturen i et varmekredsløb henholdsvis i hele varmeanlægget samt deraf afledte størrelser gør det muligt, ved en fremløbstemperaturændring at møde forventninger om en reaktion for disse målestørrelser i afhængighed af varmebehovet

25 for varmeanlægget. Hertil kan der ifølge opfindelsen foreskrives regler for et forventet forhold i bestemte tilstande for varmeanlægget og sammenlignes med de faktiske måleværdier. Dette muliggør pålidelige udtalelser om, om fremløbstemperatur blev sænket ud over en fornuftig sænkingsgrænse, således at en sådan sænkning kan modvirkes, før der i en opvarmet bygning optræder tilstande med manglende komfort.

30 I den forbindelse kan også en kombination af flere målestørrelser samt i givet fald deraf afledte størrelser evalueres, som ud fra en fælles betragtning kan give mere pålidelige udtalelser end individuelle måleværdier.

Som afledte størrelser kan forholdet imellem aktuel massestrøm og en nominel

35 massestrøm og/eller forholdet imellem den aktuelle varmeydelse og en forventet

varmeydelse beregnes, med henblik på at bestemme sænkingsgrænsen for fremløbstemperaturen. Den nominelle massestrøm kan dertil eksempelvis bestemmes ved slæbeviserprincippet, idet den til enhver tid største foreliggende massestrøm i varmeanlægget henholdsvis varmekredsløbet lagres. Med henblik på at tage hensyn til

5 dynamiske ændringer i systemet, eksempelvis ved varig nedlægning af enkelte varmeplader (neddrejning på varmeventilen), kan den efter slæbeviserprincippet bestemte nominelle massestrøm fortrinsvis til enhver en tid bestemmes glidende over et bagud liggende tidsrum på omtrent 1 måned. På forholdet mellem den aktuelle varmeydelse og en forventet varmeydelse kan den aktuelle varmeydelse aflæses fra

10 en varmemængdetæller, som måler størrelserne fremløbstemperatur, tilbageløbstemperatur og massestrøm. Den forventede varmeydelse fremkommer så af varmelegeme-nominelvarmeydelsen, som er kendt som summen af de i varmeanlægget indbyggede varmelegemers nominelle varmeydelser, og gælder for dimensioneringsrumtemperaturen og dimensioneringsudendørstemperaturen. Ved måling af den

15 aktuelle udendørstemperatur, som i forbindelse med en udendørstemperaturstyret varmeregulering uden videre er kendt, og måling henholdsvis et skøn for den aktuelle rumtemperatur, kan der således sluttes til den forventede varmeydelse. Forholdet imellem aktuel massestrøm og nominel massestrøm henholdsvis aktuel varmeydelse og forventet varmeydelse giver et godt udgangspunkt for bestemmelse af sænk-

20 ningsgrænsen for fremløbstemperaturen, også uafhængigt af en betragtning af den tidsmæssige ændring af målestørrelserne massestrøm og tilbageløbstemperatur.

Ved kombination af disse målemetoder kan pålideligheden i forbindelse med bestemmelsen af sænkingsgrænsen forbedres yderligere.

25

Med henblik på at bestemme, om varmelegemerne gennemstrømmes ensartet, er det ifølge opfindelsen foreskrevet at danne forholdet mellem den målte tilbageløbstemperatur og en for det tilfælde beregnet tilbageløbstemperatur, hvor alle varmelegemer i hele varmeanlægget eller et varmekredsløb danner et virtuelt varmelegeme. Såfremt

30 den målte tilbageløbstemperatur og den for det specielle tilfælde beregnede tilbageløbstemperatur stemmer overens, tyder dette på en omtrent ensartet gennemstrømning af alle varmelegemer, således at der dannes et sænkingspotentiale for fremløbstemperaturen. Ved afvigelser foreligger derimod meget forskellige hydrauliske forhold ved de individuelle varmelegemer, hvilket giver mindre sænkingspotentiale for

35 fremløbstemperaturen. Størrelsen af en fornuftig sænkning kan så eksempelvis afledes af massestrømsforholdet.

I overensstemmelse med en foretrukken videreudvikling af den foreslåede fremgangsmåde kan der, ved evaluering af det tidsmæssige forløb af massestrømmen og/eller ydelsen, bestemmes sænkningstider for fremløbstemperaturen i varmeanlægget eksempelvis ved selve kedlen og/eller en typisk brugeropførsel. Ud fra dette kan der

5 tidsmæssigt prædiktivt forudsiges et stigende eller faldende varmebehov, som allerede før erkendelsen af varmetendenser kan anvendes, med henblik på at realisere en varmeadaptiv regulering. Såfremt de prædiktive varmetendenser ikke stemmer overens med de reelle varmetendenser, bliver, ved erkendelsen af modstridende varmetendenser i det reelle anlæg, de af den prædiktive fremløbstemperaturændring

10 tilvejebragte påvirkning af varmeanlægget korrigeret.

I overensstemmelse med et også selvstændigt aspekt ifølge opfindelsen bliver det ifølge opfindelsen foreslået, ikke at tage hensyn til inaktive varmelegemer ved tilpasningen af fremløbstemperaturen. Hertil bliver der ikke taget hensyn til varme-

15 legemer, hvis ventiler er fuldstændigt lukkede. Ved individuelle rumtemperaturreguleringer med motordrevne justeringsdrev eller ventilstillingsdektorer foreligger disse data umiddelbart. En sådan fremgangsmåde egner sig også i forbindelse den i EP 1 456 727 B1 henholdsvis EP 1 645 928 A1 beskrevne varmebehovsstyrede regulering af fremløbstemperaturer ved hjælp af karakteristikliniebaseret bestemmelse

20 af forsyningstilstande baseret på ventilstillinger henholdsvis data fra varmeomkostningsfordelere.

Til detektion af inaktive varmelegemer kan især anvendes på varmelegemerne anbragte elektroniske varmeomkostningsfordelere, såsom radiovarmeomkostnings-

25 fordelere, til, ud fra den målte varmelegemeovertemperatur og/eller den målte henholdsvis afledte rumlufttemperatur, at slutte tilbage til aktiviteten for varmelegemet. Dertil kan det fastslås, om rumtemperaturen og/eller en varmelegemeovertemperatur ligger under en forudbestemt grænseværdi. I området ved grænseværdien kan der yderligere foreligge en glidende overgang imellem en aktiv og inaktiv varmeplade ved

30 hjælp af vurderingsfaktorer.

Den ifølge opfindelsen foreslåede fremgangsmåde til varmebehovsstyret tilpasning af fremløbstemperaturen i et varmeanlæg, som beskrevet ovenfor, egner sig ifølge opfindelsen også til anvendelse i forbindelse med en på bestemmelsen af forsyningstilstande baseret varmetilpasningsregulering, således som denne er beskrevet i EP 1

35 456 727 B1 eller EP 1 645 928 A1. Hertil kan en samlet forsyningstilstand for et

varmeanlæg, som er bestemt ud fra individuelle varmebladforsyningstilstande, ved hjælp af det bestemte stigende eller faldende varmebehov, dvs. varmebehovstendensen, kontrolleres. De individuelle varmebladforsyningstilstande bliver i den forbindelse bestemt ved hjælp af karakteristikklinier på basis af de ved hjælp af elektroniske varmeomkostningsfordelere tilvejebragte data eller på basis af varmelegemeventilstillinger, og gjort plausible ved hjælp af de med den foran beskrevne fremgangsmåde tilvejebragte resultater.

Ved en videreudvikling af den ifølge opfindelsen foreslåede anvendelse kan kontrollen af den samlede forsyningstilstand ske ved hjælp af massestrømmen, tilbageløbstemperaturen eller en ved hjælp af en varmetæller målt fremløbstemperatur. I den forbindelse kan også informationer om inaktive varmeblader og/eller bestemte brugerprofiler anvendes. De tilvejebragte data kan også anvendes til bedre og hurtigere at bestemme de samlede forsyningstilstande, især ved hjælp af en aktiv fremløbstemperaturkorrektur.

I overensstemmelse med den beskrevne fremgangsmåde angår opfindelsen også en indretning til varmebehovsstyret tilpasning af den fortrinsvis udendørstemperaturstyrede fremløbstemperatur i et varmeanlæg i overensstemmelse med de i krav 9 angivne træk, med en måleindretning til måling af massestrømmen igennem det samlede varmeanlæg eller individuelle varmekredsløb i varmeanlægget og den tilhørende tilbageløbstemperatur, ligeledes for det samlede varmeanlæg eller individuelle varmekredsløb. Yderligere er en beregningsindretning tilvejebragt, som er indrettet til, ud fra disse målestørrelser, at bestemme en varmebehovstendens og på grundlag af denne at angive fremløbstemperaturen for varmeanlægget og/eller de individuelle varmekredsløb, idet der ved stigende varmebehov reageres med en stigende fremløbstemperatur og ved faldende varmebehov med en faldende fremløbstemperatur. For tilfældet med en faldende fremløbstemperatur bestemmer beregningsenheden sænkingsgrænsen, hvormed fremløbstemperaturen maksimalt sænkes.

På enkel måde kan måleindretningen være en i varmeanlægget integreret varmetæller, som hyppigt uden videre er tilvejebragt i varmeanlæg.

Yderligere er der til indretningen fortrinsvis tilsluttet en udendørstemperaturføler, og

beregningsindretningen er indrettet til at beregne en fremløbstemperatur for varme-
anlægget på basis af en udendørstemperaturstyret varmekarakteristiklinie i afhængig-
hed af det aktuelle varmebehov. Dette er særligt fordelagtigt, eftersom den som
sådan, ved hjælp af varmestyringskurven henholdsvis varmekurven som varmekarak-
5 teristiklinie, tilvejebragte fremløbstemperatur giver en forholdsvis god tilnærmelse til
det faktiske varmebehov og ved hjælp af fastlæggelsen af en varmebehovstendens
kan tilpasses til det faktiske varmebehov, idet der ifølge opfindelsen bestemmes en til
varmebehovet orienteret sænkingsgrænse.

10 Yderligere fordele, egenskaber og anvendelsesmuligheder for nærværende opfindelse
fremgår af den efterfølgende beskrivelse af udførelseseksempler og tegningerne. I den
forbindelse danner alle beskrevne og/eller billedmæssigt viste træk hver for sig eller i
vilkårlig kombination genstanden for nærværende opfindelse, også uafhængigt af
deres sammenfatning i kravene eller disses tilbagevisninger.

15

På tegningen viser:

Fig. 1 typiske varmestyringskurver (varmekurver) for udendørstemperaturstyrede
varmeregulatorer til angivelse af en varmeleddet fremløbstemperatur;

20

Fig. 2 et blokdiagram af en varmebehovstendensregulator;

Fig. 3 en karakteristiklinie for evaluering af den skønnede rumlufttemperatur;

25

Fig. 4 en karakteristiklinie for evalueringen af temperaturdifferencen for en
varmeomkostningsfordeler;

Fig. 5 en tabel over det samlede-massestrømsforhold i afhængig af individuelle
massestrømsforhold for individuelle varmelegemer;

30

Fig. 6 en tabel over den samlede tilbageløbstemperatur i afhængighed af
individuelle massestrømsforhold i individuelle varmelegemer og

Fig. 7 en grafisk afbildning af den i fig. 6 angivne tabelmæssige opstilling.

35

- Opfindelsen er baseret på den indledningsvis under henvisning til fig. 2 allerede omtalte tendensfremgangsmåde til beregning af ændringen af varmebehovet ved hjælp af en især ved hjælp af en varmetæller målt massestrøm \dot{m} samt en tilbageløbstemperatur ϑ_{RL} , hvor også den samlede fremløbstemperatur ϑ_{VL} kan finde anvendelse som indgangsstørrelse. De ud fra disse målestørrelser via en signaltilberedning 1 og en fuzzy-regulering 2 tilvejebragte varmebehovstendens \dot{Q}_{TEND} anvendes til ved stigende varmebehov at forøge og ved faldende varmebehov at sænke fremløbstemperaturen ϑ_{VL} .
- 10 Eftersom den hidtil beskrevne fremgangsmåde imidlertid kun reagerer på ændringer af varmebehovet, og det absolutte niveau for varmebehovet ikke kan bestemmes, kan det samlet føre til en for kraftig sænkning af fremløbstemperaturen ϑ_{VL} , som ikke længere kan tilvejebringe en tilstrækkelig forsyning af varme til varmeanlægget. Resultatet er en sporbar manglende komfort, som ifølge opfindelsen kan undgås. Hertil
- 15 bliver karakteristikstørrelsen for fremløbstemperaturtilpasningen, dvs. en sænkingsgrænse, hvormed fremløbstemperaturen maksimalt kan sænkes, alene udledt ud fra data for varmetælleren, idet kriterier for detektion af manglende komforttilstande, som skal undgås, tilvejebringes.
- 20 Med en varmetæller bliver, ud fra informationen, som varmetælleren via den aktuelle anlægstilstand stiller til rådighed, dvs. ϑ_{VL} , tilbageløbstemperaturen ϑ_{RL} og massehenholdsvis volumenstrømmen (\dot{m} henholdsvis \dot{v}), det faktiske varmebehov for bygningen bestemt. I afhængighed af det faktiske varmebehov kan så fremløbstemperaturen ϑ_{VL} korrigeres.
- 25 I overensstemmelse med den foreslåede fremgangsmåde sammensættes fremløbstemperaturen ϑ_{VL} i den forbindelse af to bestanddele:
- For det først en vejrstyret komponent, som beregnes i afhængighed af udendørstemperaturen, idet en varmekurve, som vist i fig. 1, bestemmer
- 30 sammenhængen imellem udendørstemperaturen og fremløbsindstillingstemperaturen ϑ_{VLSoll} .
- For det andet en varmebehovsstyret komponent, som bestemmes i afhængighed af den aktuelle varmebehovstendens \dot{Q}_{TEND} .
- 35 Med henblik på i forbindelse med en faldende varmebehovstendens \dot{Q}_{TEND} at undgå en

for kraftig sænkning af fremløbstemperaturen ϑ_{VL} , anvendes ifølge opfindelsen de efterfølgende beskrevne kriterier, i givet fald også i vilkårlig kombination.

Disse er baseret på detektion og evaluering af en ændring af de fortrinsvis ved hjælp
5 af en varmetæller tilvejebragte målestørrelse massestrøm \dot{m} , tilbageløbstemperatur ϑ_{RL} og/eller deraf afledte størrelser efter en ændring af fremløbstemperaturen ϑ_{VL} . Alternativt kan der også dannes forhold imellem de aktuelle målestørrelser og forventningsværdier eller nominelle værdier, som, i givet fald også uden evaluering af en ændring af målestørrelserne med ændret fremløbstemperatur ϑ_{VL} , tillader en
10 udtalelse om den maksimale sænkingsgrænse. Vigtige henholdsvis fordelagtige ifølge opfindelsen foreslåede muligheder er angivet efter hinanden i det følgende.

Ved en første variant kan ændringen af massestrømmen \dot{m} efter en ændring af fremløbstemperaturen ϑ_{VL} evalueres for bestemmelse af sænkingsgrænsen. Dertil
15 bliver fremløbstemperaturen ϑ_{VL} hævet med et vist temperaturspring, og den derefter følgende ændring af massestrømmen \dot{m} evalueret. Temperaturspringet kan ligge i størrelsesordenen omtrent 5 K, som som regel er egnet, til at bevirke ændringer i systemet, uden at disse ændringer straks kan mærkes af brugerne.

20 Falder, i en efter ændringen quasistationær tilstand, massestrømmen \dot{m} , så har de i varmeanlægget foreliggende termostatventiler for varmelegemerne reageret på hævningsen af fremløbstemperaturen ϑ_{VL} med en drosling af gennemstrømningen. Det samlede antal af varmelegemer befinder sig altså i en overforsynet tilstand, således at fremløbstemperaturen ϑ_{VL} kan sænkes.

25 Forbliver derimod \dot{m} uforandret, så er der ikke sket nogen drosling af gennemstrømningen igennem termostatventilerne. Den ved hjælp af fremløbstemperaturforhøjelsen supplerende til rådighed stillede varmeenergi forbruges, dvs. det samlede antal varmelegemer befandt sig før forøgelse af fremløbstemperaturen ϑ_{VL} i en underforsynet tilstand. En fremløbstemperatursænkning kan i dette tilfælde altså ikke
30 foretages. Ved en yderligere trinvis hævningsen af fremløbstemperaturen ϑ_{VL} med fastlagte tidsmæssige afstande og evaluering af den i quasistationær tilstand indstillede massestrømsændring kan den fremløbstemperatur ϑ_{VL} bestemmes, ved hvilken termostatventilerne påbegynder at drosle gennemstrømningen. I denne tilstand
35 blev en til varmebehovet svarende fremløbstemperatur ϑ_{VL} indstillet. Denne værdi udgør sænkingsgrænsen for en fremløbstemperatursænkning.

For en systematisk bestemmelse af sænkingsgrænsen kan følgende i tilfælde af et ved betragtning af massestrømmen \dot{m} detekteret sænkingspotentiale, fremløbs-temperaturen ϑ_{VL} sænkes indtil en underforsyning af varmelegemerne foreligger, for efterfølgende med trinvis forøgelse af fremløbstemperaturen ϑ_{VL} at bestemme det optimale indstillingspunkt for fremløbstemperaturen ϑ_{VL} og dermed at bestemme den nuværende gyldige sænkingsgrænse.

Som yderligere målestørrelse kan ændringen af tilbageløbstemperaturen ϑ_{RL} ved et fremløbstemperaturspring ϑ_{VL} anvendes. Ved en sænkning af fremløbstemperaturen ϑ_{VL} med et forudbestemt temperaturinterval, eksempelvis -5 K, kan varmeanlægget udvise følgende forhold:

Såfremt det overvejende antal af termostatventiler før og efter fremløbstemperatursænkningen er i indgreb, dvs. befinder sig i et optimalt reguleringspunkt, og ikke er fuldstændigt åben, vil tilbageløbstemperaturen ϑ_{RL} stige, eftersom termostatventilerne, som reaktion på sænkningen af fremløbstemperaturen ϑ_{VL} , åbnes yderligere. I dette tilfælde er sænkingsgrænsen endnu ikke nået, og en yderligere fremløbstemperatursænkning, fortrinsvis med samme størrelse, kan foretages.

Når det overvejende antal af termostatventiler før og efter fremløbstemperatursænkningen er helt åbnede, dvs. allerede tilfører varmelegemerne den størst mulige massestrøm \dot{m} , vil, efter sænkning af fremløbstemperaturen ϑ_{VL} , også tilbageløbstemperaturen ϑ_{RL} falde. I dette tilfælde er sænkingsgrænsen nået. Med henblik på at undgå en massiv underforsyning af varmelegemerne, må fremløbstemperaturen ikke sænkes yderligere. Fordelagtig er en lille forøgelse af fremløbstemperaturen.

En fortolkningskrævende situation fremkommer, når, ved fremløbstemperatursænkningen ϑ_{RL} , varmelegemeventiler, som før sænkningen var helt neddroslede, åbner. Så kan der under visse omstændighed optræde det tilfælde, at ved faldende fremløbstemperatur ϑ_{VL} falder også tilbageløbstemperaturen ϑ_{RL} , selv om det helt overvejende antal af termostatventiler ikke åbnes fuldstændigt. Med henblik på at detektere dette tilfælde, er det muligt at forbinde den foreslåede fremgangsmåde med en mulighed til detektion af inaktive varmeplader, med henblik på at erkende, om, ved fremløbstemperatursænkningen, varmeplader skifter fra en inaktiv tilstand til en aktiv tilstand, dvs. fra en lukket til en åbnet termostatventil. Er dette i forbindelse med et nævneværdigt antal af varmeplader tilfældet, kan det, trods faldende tilbageløbstemperatur ϑ_{RL} , antages at sænkingsgrænsen endnu ikke er nået.

En mulighed til detektion af inaktive varmeplader i forbindelse med varmetilpasningsregulering beskrives senere yderligere udførligt.

Med henblik på at bestemme sænkingsgrænsen, kan ifølge opfindelsen også
5 forholdet imellem aktuel massestrøm \dot{m} og nominel massestrøm \dot{m}_{Nenn} bestemmes. Eftersom den nominelle massestrøm \dot{m}_{Nenn} afhænger af de hydrauliske egenskaber for varmeanlægget, kan denne på enkel vis bestemmes efter slæbeviserprincippet. Det betyder at den i systemet til hver en tid optrædende højeste massestrøm \dot{m} til hver en tid registreres og efterfølgende anvendes som nominel massestrøm \dot{m}_{Nenn} . På grund af
10 typiske anlægskonfigurationer kan man gå ud fra, at den efter dette princip bestemte nominelle massestrøm \dot{m}_{Nenn} i høj grad stemmer overens med den faktiske nominelle massestrøm \dot{m}_{Nenn} , eftersom der i ethvert varmeanlæg, eksempelvis efter en natsækning, opstår situationer, i hvilke opvarmningen arbejder med maksimal varmeydelse og således stiller den maksimale massestrøm \dot{m} til rådighed. Med henblik på bedre at
15 kunne reagere på varigt neddrejede varmelegemer, kan der som nominel massestrøm \dot{m} også anvendes det efter slæbeviserprincippet over et bestemt tidsrum, eksempelvis til hver en tid de bagudliggende fire uger, bestemte massestrøm \dot{m} . Herved opnås, at den nominelle massestrøm \dot{m}_{Nenn} automatisk tilpasser sig til ændrede hydrauliske forhold i varmeanlægget.

20 Ved hjælp af den fremløbstemperatursækning, som skal indstilles, tilstræbes et massestrømsforhold \dot{m}/\dot{m}_{Nenn} på omtrent 0,4. Ved dette massestrømsforhold udgør varmelegemeydelsen ca. 80% af den, ved den foreliggende fremløbstemperatur ϑ_{RL} og nominelle massestrøm \dot{m}_{Nenn} , mulige ydelse, således at de individuelle rumtemperaturregulatorer henholdsvis termostatventiler stadig har et vist reguleringsspillerum. Såfremt det tilstræbte massestrømsforhold er nået, er sænkingsgrænsen for fremløbstemperaturen ϑ_{RL} nået. Et lavere massestrømsforhold tyder på en for høj fremløbstemperatur ϑ_{RL} , et højere massestrømsforhold tyder på en underforsyning. Naturligvis udgør det ovennævnte massestrømsforhold ikke nogen skarp sækningsgrænse, men angiver en foretrukket størrelsesorden, som også kan svinge
30 omkring den angivne værdi.

I overensstemmelse med en yderligere udførelsesform kan der til bestemmes af sænkingsgrænsen også tjene forholdet imellem den aktuelle varmeydelse og den
35 forventede varmeydelse. Den til bygningen aktuelt tilførte varmeydelse \dot{Q}_{AP} fremgår udmiddelbart af målestørrelserne for de i varmeanlægget tilvejebragte varmetællere.

Udgangspunkt for bestemmelsen af den forventede varmeydelse $\dot{Q}_{AP,erw}$, kan enkelt udledes af ligningen

$$\frac{\dot{Q}_{AP,erw}}{\dot{Q}_{Nenn}} = \frac{\vartheta_L - \vartheta_A}{\vartheta_{L0} - \vartheta_{A0}},$$

5

hvor \dot{Q}_{Nenn} er den installerede samlede varmelegemeydelse, som efter identifikation af de respektive varmelegemer fremkommer som summen af de nominelle varmelegemeydelser for alle installerede varmelegemer, ϑ_{L0} er dimensioneringsrumtemperaturen og ϑ_{A0} er dimensioneringsudendørstemperaturen. Den aktuelle rumtemperatur ϑ_L kan, når ingen bedre værdier eksempelvis på basis af temperaturfølere foreligger, antages til at være dimensioneringsrumtemperaturen ϑ_{A0} . Et bedre skøn fremkommer når der i anlægget er installeret varmeomkostningsfordelere, eksempelvis radiovarmeomkostningsfordelere (FHKV), ud fra vis temperaturdata, rumtemperaturen ϑ_L på kendt måde kan skønnes (se eksempelvis DE 10 2005 045 198 C2). Den aktuelle udendørs-temperatur ϑ_A kan på enkel måde måles og er indenfor rammerne for udendørstemperaturstyrede varmereguleringer uden videre kendt.

Ud fra sammenligningen mellem den forventede varmeydelse $\dot{Q}_{AP,erw}$ og den aktuelt tilførte varmeydelse \dot{Q}_{AP} fås potentialet for en fremløbstemperatursækning. Når forholdet

$$\dot{Q}_{AP,erw} \gg \dot{Q}_{AP}$$

gælder, dvs. forholdet imellem aktuell varmeydelse \dot{Q}_{AP} og forventet varmeydelse $\dot{Q}_{AP,erw}$ er mindre end 1, kan fremløbstemperaturen ϑ_{VL} reduceres. Forudsætning er imidlertid, at fremløbstemperaturen ϑ_{VL} stadig er tilstrækkelig høj til at forsyne bygningen tilstrækkeligt med varme. Følgelig skal yderligere ændringen af massestrømmen \dot{m} overvåges. Stiger, efter en reduktion af fremløbstemperaturen ϑ_{VL} , massestrømmen \dot{m} , betyder dette, at termostatventilerne nu har åbnet yderligere, før fremløbstemperaturreduktionen altså var i indgreb. Stiger massestrømmen \dot{m} ikke længere, er termostatventilerne allerede fuldstændigt åbne og fremløbstemperaturen ϑ_{VL} skal atter hæves. Her er det til en vurdering særligt fordelagtigt, at massestrømmen \dot{m} ved fuldstændigt åbne ventiler er kendt. Denne maksimale massestrøm \dot{m} svarer til den allerede beskrevne nominelle massestrøm \dot{m}_{Nenn} , som kan bestemmes efter slæbeviserprincippet.

35

Nærmer den aktuelle massestrøm \dot{m} sig den maksimale massestrøm henholdsvis den nominelle massestrøm \dot{m}_{Nenn} , skal fremløbstemperaturen ϑ_{VL} hæves.

De ovenfor beskrevne kriterier for de forskellige muligheder til bestemmelse af
5 sænkingsgrænsen kan på enkel måde formuleres i form af når-så-regler indenfor
rammerne af en fuzzy-logik.

Überørt heraf fastlægges en begrænsning af fremløbstemperatursænkningen til
eksempelvis maksimal 6 K eller en tilsvarende grænse, som også kan fastlægges i
10 forhold til fremløbstemperaturværdien ϑ_{VL} for varmestyringskurven i overensstem-
melse med fig. 1.

Med henblik på, som ovenfor allerede angivet, at kunne skelne mellem, om den af
varmeanlægget til rådighed stillede varmeydelse aftages ensartet af alle brugere eller
15 en uensartet varmeafgivelse sker via få brugere (en del af brugerne aftager en høj og
en anden del af brugerne kun en ringe varmemængde), bliver følgende fremgangs-
måde foreslået. Denne skelnen mellem de ovennævnte tilfælde er vigtig, eftersom der
ved en ensartet varmeanftagelse foreligger et større sænkingspotentiale for fremløbs-
temperaturen ϑ_{RL} end i tilfældet med en uensartet varmeanftagelse.

20

Dertil bliver alle varmelegemer i hele varmeanlægget henholdsvis et varmekredsløb
for en bygning anset som et fælles varmelegeme. Med ligningen

$$(\vartheta_{RL} - \vartheta_L) = \left(\frac{(\vartheta_{RL} - \vartheta_L)_{Nenn}^{1-n} - (\vartheta_{VL} - \vartheta_L)_{Nenn}^{1-n}}{\dot{m}} + (\vartheta_{VL} - \vartheta_L)_{AP}^{1-n} \right)^{\frac{1}{1-n}} \dot{m}_{Nenn}$$

25

kan tilbageløbstemperaturen ϑ_{RL} for dette ene (fiktive) varmelegeme bestemmes. I den
forbindelse betyder \dot{m} den indenfor rammerne af den ovenfor beskrevne fremgangs-
måde målte massestrøm og \dot{m}_{Nenn} den ved slæbeviserprincippet bestemte nominelle
massestrøm. Størrelsen n er den i varmeanlæg på typisk måde kendte varmelegeme-
30 eksponent. Tilbageløbsovertemperaturen $(\vartheta_{RL} - \vartheta_L)_{Nenn}$ og fremløbsovertemperaturen
 $(\vartheta_{VL} - \vartheta_L)_{Nenn}$ i det nominelle punkt bliver bestemt ud fra de kendte dimensioneringsdata.
Fremløbstemperaturen $(\vartheta_{VL})_{AP}$ i det aktuelle arbejds punkt måles. Rumtemperaturen ϑ_L

kan antages for at være dimensioneringsrumtemperaturen eller skønnes på basis af varmeomkostningsfordelerinformationer.

Afviger den faktiske tilbageløbstemperatur ϑ_{RL} fra den forventede tilbageløbstemperatur ϑ_{RL} , kan der drages følgende slutninger. Når den målte tilbageløbstemperatur ϑ_{RL} er større end den beregnede tilbageløbstemperatur ϑ_{RL} skal man gå ud fra, at varmelegemerne henholdsvis termostatventilerne for de individuelle varmelegemer er meget forskelligt i indgreb. Nogle er helt åbne, andre kraftigt neddrolede. I denne situation kan en sænkning af fremløbstemperaturen ϑ_{RL} kun betinget foretages.

10 Sænkingsgrænsen er tilnærmelsesvis nået.

Svarer den målte tilbageløbstemperatur ϑ_{RL} derimod omtrent til den beregnede tilbageløbstemperatur ϑ_{RL} , bliver alle varmelegemer tilnærmelsesvis ensartet gennemstrømmet. Så kan tilpasningen af fremløbstemperaturen ϑ_{VL} ske i afhængighed af massestrømsforholdet, hvor sænkningen kan være så meget større, jo mindre massestrømsforholdet er.

15

Dette tydeliggøres i fig. 5 til 7, som eksempelvis viser et anlæg med to varmelegemer og samme nominelle massestrøm \dot{m}_{Nenn} . Tabellen ifølge fig. 5 beskriver det samlede massestrømsforhold i afhængighed af de individuelle massestrømsforhold for varmelegemerne. Tilsvarende viser fig. 6 den samlede tilbageløbsovertemperatur i afhængighed af de individuelle massestrømsforhold for varmelegemerne. Fig. 7 viser værdierne i tabel 2 i et tredimensionelt diagram.

20

Bestemmes eksempelvis et samlet massestrømsforhold på 0,3, så kan dette eksempelvis opnås, når begge varmelegemer er lige kraftigt gennemstrømmede, altså begge varmelegemer har et massestrømsforhold på 0,3 i forhold til den nominelle massestrøm \dot{m}_{Nenn} for disse varmelegemer. Det samme fås når et varmelegeme har et massestrømsforhold på 0,5 og det andet et massestrømsforhold på 0,1.

25

30

I det først beskrevne tilfælde vil den samlede tilbageløbstemperatur ligge lavere end i det andet tilfælde (27,15°C henholdsvis 30,24°C). Den mulige sænkning i det andet tilfælde skal rette sig efter det varmelegeme, som har det største massestrømsforhold og dermed det største varmebehov. Således kan der, ved en tilstræbt ydelsesreserve på 80%, ud fra et massestrømsforhold på større end 0,4, ikke ske nogen yderligere

35

sænkning, henholdsvis en foretaget fremløbstemperatursænkning skulle atter tilbagetages.

- Såfremt varmeanlæg har flere varmetællere, eksempelvis én pr. lejlighed eller
- 5 varmekredsløb, kan varmebehovet for individuelle eller alle brugerenheder detekteres eksplicit, idet fremgangsmåden tilsvarende til varmeanlægget med én varmetæller, eksempelvis kan gennemføres for hver brugerenhed. En supplerende erkendelsesgevinst fås med henblik på en ensartet eller uensartet belastning af de individuelle varmelegemer henholdsvis disses varmebehov.
- 10 Uafhængigt af, om én eller flere varmetællere foreligger, kan der som yderligere information, ud fra evaluering af massestrøms- og/eller ydelsesforløbet, sluttes til eventuelle til kedelreguleringen indstillede sænkningstider (natsænkning), eller typiske brugerforhold erkendes. Som sænkningstider gælder tidsrum, under hvilke kedel-
- 15 temperaturer af kedelreguleringen reduceres eller kedlen, bortset fra en som regel til stadighed aktiv frostbeskyttelsesfunktion, helt udkobles. Især i sidstnævnte tilfælde bliver hyppigt også varmekredsløbscirkulationspumpen udkoblet, hvilket kan detekteres på massestrømmen. Afslutningen af sænkings- henholdsvis udkoblingstiden er ligeledes detekterbar, når massestrømmen springformet atter stiger. Når tilstrækkeligt
- 20 mange brugere udviser et gentaget forhold, eksempelvis hen imod klokken 22 skruer ned for varmelegemer og kl. 6 atter skruer op for varmelegemerne, kan dette ligeledes detekteres ved hjælp af massestrøms- og/eller ydelsesforløbet, også uden anlægsstyrede sænkningstider.
- 25 De typiske massestrøms- og/eller ydelsesforløb kan i den forbindelse læres for forskellige profiltider, eksempelvis formiddag/eftermiddag/aften/nat. Supplerende kan der yderligere skelnes imellem hverdag og weekend henholdsvis fridag, eftersom der også her typisk fås et forskelligt brugerforhold.
- 30 Er det typiske brugerforhold kendt, kan fremgangsmåde prædikativt indstille sig til forventede ændringer af varmebehovet, før dette via de af måleværdierne bestemte ændringer af varmebehovet henholdsvis varmebehovstendensen overhovedet kunne erkendes. For eksempelvis efter en sænkingspause for varmeanlægget at stille en højere varmeyedelse til rådighed, starter fremgangsmåden ved begyndelsen af
- 35 opvarmningsfasen dvs. efter slutningen af en central natsænkning af fremløbstem-

peraturen, prædikativt med en forhøjet fremløbstemperatur. Den foreslåede fremgangsmåde erkender ved evaluering af varmeydelsestendenserne, hvornår varmebehovet for bygningen samlet atter reduceres og tilpasser fremløbstemperaturen, under hensyntagen til den til enhver en tid gældende sænkingsgrænse, tilsvarende.

5

Også når der i varmeanlægget ikke er aktiveret nogen central natsænkning, er det alligevel muligt, i overensstemmelse med et hyppigt brugerforhold hver morgen at starte med en højere fremløbstemperatur, eftersom det kan forventes, at i det mindste adskillige af brugerne om natten lukker ned for termostatventilerne og om morgenen atter åbner disse. Ved en forhøjelse af fremløbstemperaturen bliver der i morgenopvarmningsfasen så stillet en højere varmeydelse til rådighed. Denne prædikative forhøjelse af varmeydelsen fører som regel heller ikke til et nævneværdigt merforbrug, eftersom fremgangsmåden ifølge opfindelsen bestemmer varmebehovstendensen og ved faldende varmebehov automatisk reducerer den prædikativt forhøjede fremløbstemperatur til den til det aktuelle varmebehov tilpassede fremløbstemperatur.

10
15

Såfremt adskillige varmetællere er tilvejebragt i varmeanlægget, kan også massestrømssignalet for varmetællerne evalueres, med henblik på at opnå informationer om brugerprofilen på boligniveau. Disse informationer om de individuelle brugerprofiler på boligniveau kan komprimeres til et brugerprofil på varmekredsløbs- eller bygningsniveau, med henblik på at erkende sænkings- og/eller udkoblingsfaser for varmekredsløbet eller varmekedlen, også ud fra et specifikt brugerforhold, på pålidelig vis.

20

Desuden er det fordelagtigt, at detektere varmeflader, som varigt eller midlertidigt er inaktive, eksempelvis når i et opbevaringsrum termostatventilen for et varmelegeme permanent er lukket, beboere i en bolig er på ferie eller termostatventilerne er indstillet til en lavere temperatur. Hertil kan data fra de på varmelegemer typisk uden videre foreliggende varmeomkostningsfordelere evalueres.

25

Således er det muligt ikke at tage hensyn til de inaktive varmeflader ved bestemmelse af varmebehovet i et varmeanlæg. Dette kan ske indenfor rammerne af nærværende fremgangsmåde eller også ved en bestemmelse af varmebladeforsyningstilstande i overensstemmelse med beskrivelsen i EP 1 456 727 B1 eller EP 1 645 728 A1.

30

Sådanne varmeflader bliver så, ved beregningen af varmeblade-forsyningstilstande, ikke medtaget, med henblik på at opnå en forbedring af beregningen af bygningsforsyningstilstandene. Ved et for stort antal inaktive varmeflader kunne det ellers føre til

35

en uønsket påvirkning af bygnings-forsyningstilstanden på grund af disse inaktive varmeblader med det resultat, at fremløbstemperaturer sænkes for meget og der i de opvarmede rum under visse omstændigheder kan påregnes komfortreduktioner.

- 5 Som kriterie for bestemmelsen af inaktive varmeblader ved hjælp af dataene fra varmeomkostningsfordelere kan to kriterier anvendes. Således kan man gå ud fra, at en varmeblade er inaktiv, når differensen imellem (evalueret) varmelegemesidetemperatur og rumluftsidetemperatur, dvs. varmelegemeovertemperaturer $\Delta\vartheta_{FHKV}$ er lille. Yderligere kan der sluttet til en inaktiv varmeblade, når den skønnede rumlufttemperatur ϑ_L ligger under en fastlagt grænseværdi.

- Med henblik på at kunne evaluere en glidende overgang fra en aktiv tilstand for en varmeblade til en inaktiv tilstand, kan også de i fig. 3 og 4 viste evalueringsskarakteristiklinier defineres, ved hjælp af hvilke to evalueringsfaktorer g_{RL} og $g_{\Delta\vartheta}$ bestemmes, som er defineret som følger:

$$g_{RL} = \begin{cases} 1, & \text{for } \vartheta_{RL} > 21^{\circ}\text{C} \\ \frac{1}{5}(\vartheta_{RL} - 16), & \text{for } 16^{\circ}\text{C} \leq \vartheta_{RL} \leq 21^{\circ}\text{C} \text{ og} \\ 0, & \text{for } \vartheta_{RL} < 16^{\circ}\text{C} \end{cases}$$

$$g_{\Delta\vartheta} = \begin{cases} 1, & \text{for } \Delta\vartheta_{FHKV} > 6^{\circ}\text{C} \\ \frac{1}{3}\Delta\vartheta_{FHKV} - 1, & \text{for } 3^{\circ}\text{C} \leq \Delta\vartheta_{FHKV} \leq 6^{\circ}\text{C}, \\ 0, & \text{for } \Delta\vartheta_{FHKV} < 3^{\circ}\text{C} \end{cases}$$

- hvor de angivne og i figurerne 3 og 4 viste værdier viser et foretrukket eksempel og grundlæggende parametrene frit kan vælges.

- Så længe den evaluerede temperaturdifference $\Delta\vartheta_{FHKV}$ er større end 6 K gælder varmebladen som aktiv. Er den evalueret temperaturdifference mindre end 6 K, så bliver en evalueringsfaktor for varmebladen bestemt, som fremkommer ved en fuzzy og -sammenknytning af de to evalueringsfaktorer g_{RL} og $g_{\Delta\vartheta}$ som

$$g_{HF} = \min(g_{RL}; g_{\Delta\vartheta}).$$

- Denne glidende evaluering imellem aktive og passive varmeblader gør det muligt, at tage hensyn til varmeblader med blot ringe varmeydelse på passende måde ved

bestemmelsen af varmebehovet eksempelvis som varmebehovstendens og/eller som forsyningstilstand.

Desuden egner den ifølge opfindelsen foreslåede fremgangsmåde sig også til anvendelse i forbindelse med ovennævnte fremgangsmåde til tilpasning af varmeydelsen i varmeanlæg på basis af forsyningstilstandene, i hvilken informationerne fra vandtællerne om massestrømmen, frem- og tilbageløbstemperatur anvendes, med henblik på at forbedre nøjagtigheden af den der beskrevne fremgangsmåde.

10 Således er det muligt bedre at skønne fremløbstemperaturen i højere etager i afhængighed af massestrømmen. Ved ringere massestrømme sker der en højere ledningsafkøling end ved høje massestrømme. Herved kan kvaliteten af skønnet på fremløbstemperaturen i især store varmeanlæg med adskillige strenge bedre skønnes, således at i givet fald ingen yderligere fremløbstemperaturfølere er nødvendige i de 15 øvre etager.

Når supplerende en fremløbstemperaturføler anbringes ved strengenden, kan der ud fra varmedifferencen imellem strengstart og strengende, anvendes en i givet fald vægtet eller ensartet fordelt temperaturfordeling for fremløbstemperaturer til forskellige 20 etager i et større varmeanlæg.

Et væsentligt anvendelsestilfælde for nærværende fremgangsmåde ved forsyningstilstands-baseret adaptiv varmeydelsesregulering ligger i en plausibilitetskontrol af de bestemte varmeblade- henholdsvis bygningsforsyningstilstande. Ved en høj massestrøm skal bygningsforsyningstilstanden detektere en underforsyning. Ved en ringere 25 massestrøm skal en overforsyning detekteres. Yderligere kan det ved hjælp af bestemmelsen af varmebehovstendensen kontrolleres, om bygningsforsyningstilstanden viser en tilsvarende ændring.

30 Eftersom varmetællerne som regel reagerer hurtigere på det ændrede varmebehov end ud fra ventilstillingerne for varmelegemerne eller disses varmebladetemperaturer bestemte størrelser, kan der med hurtigere tendensberegning ud fra varmetæller-informationen ske en hurtigere tilpasning af fremløbstemperaturen end ved den quasistationære fremgangsmåde til adaptiv varmeydelsesregulering på basis af 35 forsyningstilstanden.

Med den foreliggende fremgangsmåde og den til udøvelse af fremgangsmåden indrettede indretning er det følgelig muligt, med enkle måletekniske midler at gennemføre en varmebehovsstyret tilpasning af fremløbstemperaturen i varmeanlæg uden komfort reduktion, idet en sænkingsgrænse for fremløbstemperaturen for-

5 trinsvis bestemmes i afhængighed af den foreliggende forsyningstilstand for varmeanlægget. I den forbindelse kan fremgangsmåden også anvendes til plausibilisering af bygningsforsyningstilstande for kendte varmeydelsestilpasningsreguleringer.

HENVISNINGSTALSLISTE:

	1	signaltilberegning
	2	fuzzy-regulator
5	3	indstillingsværdiberegning
	\dot{m}	massestrøm
	\dot{m}_{Nenn}	nominel massestrøm
	\dot{V}	volumenstrøm
	ϑ_{RL}	tilbageløbstemperatur
10	ϑ_{VL}	fremløbstemperatur
	ϑ_{VLSoll}	fremløbsindstillingstemperatur
	\dot{m}_{TP}	lavpasfiltreret massestrøm
	\dot{m}_{TEND}	massestrømstendens
	$\Delta\vartheta_{TEND}$	spredningstendens
15	\dot{Q}_{TEND}	varmebehovstendens
	\dot{Q}_{AP}	aktuel varmeydelse
	$\dot{Q}_{AP,erw}$	forventet varmeydelse
	\dot{Q}_{Nenn}	nominel varmeydelse
	ϑ_L	rumtemperatur
20	ϑ_A	udendørstemperatur
	$\Delta\vartheta_{FHKV}$	varmelegemeovertemperatur
	g_{RL}	evalueringsfaktor rumluft
	$g_{\Delta\vartheta}$	evalueringsfaktor overtemperatur

PATENTKRAV

1. Fremgangsmåde til varmebehovsstyret tilpasning af fremløbstemperaturen (ϑ_{VL}) for et varmeanlæg, ved hvilken massestrømmen (\dot{m}) og tilbageløbstemperaturen (ϑ_{RL}) måles og der herudfra bestemmes en varmebehovstendens (\dot{Q}_{TEND}), på basis af hvilken fremløbstemperaturen (ϑ_{VL}) tilvejebringes, idet der ved stigende varmebehov reageres med en stigende fremløbstemperatur (ϑ_{VL}) og med faldende varmebehov ved en faldende fremløbstemperatur (ϑ_{VL}), idet der for tilfældet med en faldende fremløbstemperatur (ϑ_{VL}) bestemmes en sænkingsgrænse, hvormed fremløbstemperaturen (ϑ_{VL}) maksimalt sænkes, **kendetegnet ved, at** forholdet imellem målt tilbageløbstemperatur (ϑ_{RL}) og en tilbageløbstemperatur (ϑ_{RL}) beregnet for det tilfælde, at alle varmelegemer danner et virtuelt varmelegeme, dannes, med henblik på at bestemme, om varmelegemerne er ensartet gennemstrømmede og der foreligger et sænkingspotentiale for fremløbstemperaturen.
2. Fremgangsmåde ifølge krav 1, **kendetegnet ved, at** en ændring af målestørrelserne massestrøm (\dot{m}), tilbageløbstemperatur (ϑ_{RL}) og/eller deraf afledte størrelser efter en ændring af fremløbstemperaturen (ϑ_{VL}) detekteres og evalueres, med henblik på at bestemme sænkingsgrænsen for fremløbstemperaturen (ϑ_{VL}).
3. Fremgangsmåde ifølge krav 1 eller 2, **kendetegnet ved, at** forholdet imellem aktuel massestrøm (\dot{m}) og en nominal massestrøm (\dot{m}_{Nenn}) og/eller forholdet imellem den aktuelle varmeydelse (\dot{Q}_{AP}) og en forventet varmeydelse ($\dot{Q}_{AP,erw}$) evalueres, med henblik på at bestemme sænkingsgrænsen for fremløbstemperaturen (ϑ_{VL}).
4. Fremgangsmåde ifølge ethvert af de foregående krav, **kendetegnet ved, at** ved evaluering af forløbet af massestrømmen (\dot{m}) eller ydelsen (\dot{Q}_{AP}) detekteres sænkningstider for fremløbstemperatur (ϑ_{VL}) i varmeanlægget og/eller et typisk brugerforhold, og derudfra afledes tidsmæssigt prædiktivt et stigende eller faldende varmebehov.
5. Fremgangsmåde ifølge ethvert af de foregående krav, **kendetegnet ved, at** inaktive varmelegemer ikke medtages ved tilpasningen af fremløbstemperaturen (ϑ_{VL}).

6. Fremgangsmåde ifølge krav 5, **kendetegnet ved, at** ved varmelegemerne anbragte elektroniske varmeomkostningsfordelere anvendes til, ud fra den målte varmelegeme-
overtemperatur ($\Delta\vartheta_{FHKV}$) og/eller rumlufttemperatur (ϑ_L), at slutte tilbage til aktiviteten
for varmelegemet.

5

7. Anvendelse af en fremgangsmåde til varmebehovstyret tilpasning af fremløbs-
temperaturen (ϑ_{VL}) i et varmeanlæg ifølge ethvert af kravene 1 til 6, **kendetegnet ved,**
at en samlet forsyningstilstand for et varmeanlæg, som er bestemt ud fra individuelle
varmepladeforsyningstilstande, kontrolleres ved hjælp af det bestemte stigende eller
10 faldende varmebehov.

8. Anvendelse ifølge krav 7, **kendetegnet ved, at** kontrollen af den samlede for-
syningstilstand sker ved hjælp af massestrømmen, tilbageløbstemperaturen eller en
ved hjælp af en varmetæller med målt fremløbstemperatur.

15

9. Indretning til varmebehovstyret tilpasning af fremløbstemperaturen (ϑ_{VL}) for et
varmeanlæg med en måleindretning til måling af massestrømmen (\dot{m}) og tilbage-
løbstemperaturen (ϑ_{RL}) samt en beregningsindretning, som er indrettet til, ud fra disse,
at bestemme en varmebehovstendens og på basis deraf at angive fremløbstempera-
20 turen (ϑ_{VL}), idet der ved stigende varmebehov reageres med en stigende fremløbs-
temperatur (ϑ_{VL}) og ved faldende varmebehov med en faldende fremløbstemperatur
(ϑ_{VL}), idet beregningsenheden er indrettet til, for tilfældet med en faldende fremløbs-
temperatur (ϑ_{VL}), at bestemme en sænkingsgrænse, hvormed fremløbstemperaturen
(ϑ_{VL}) maksimalt sænkes, **kendetegnet ved, at** beregningsenheden yderligere er
25 indrettet til at danne forholdet imellem den målte tilbageløbstemperatur (ϑ_{RL}) og en
tilbageløbstemperatur (ϑ_{RL}) beregnet for det tilfælde, at alle varmelegemer danner et
virtuelt varmelegeme, med henblik på at bestemme om varmelegemerne er ensartet
gennemstrømmede og at der foreligger et sænkingspotentiale for fremløbstempera-
turen.

30

10. Indretning ifølge krav 9, **kendetegnet ved, at** måleindretningen er en i varme-
anlægget integreret varmetæller.

11. Indretning ifølge krav 9 eller 10, **kendetegnet ved, at** der til indretningen er
35 tilsluttet en udendørstemperaturføler, og at beregningsindretningen er indrettet til at
bestemme en fremløbstemperatur (ϑ_{VL}) for varmeanlægget på basis af en

udendørstemperaturstyret varmekarakteristiklinie og i afhængighed af det aktuelle varmebehov.

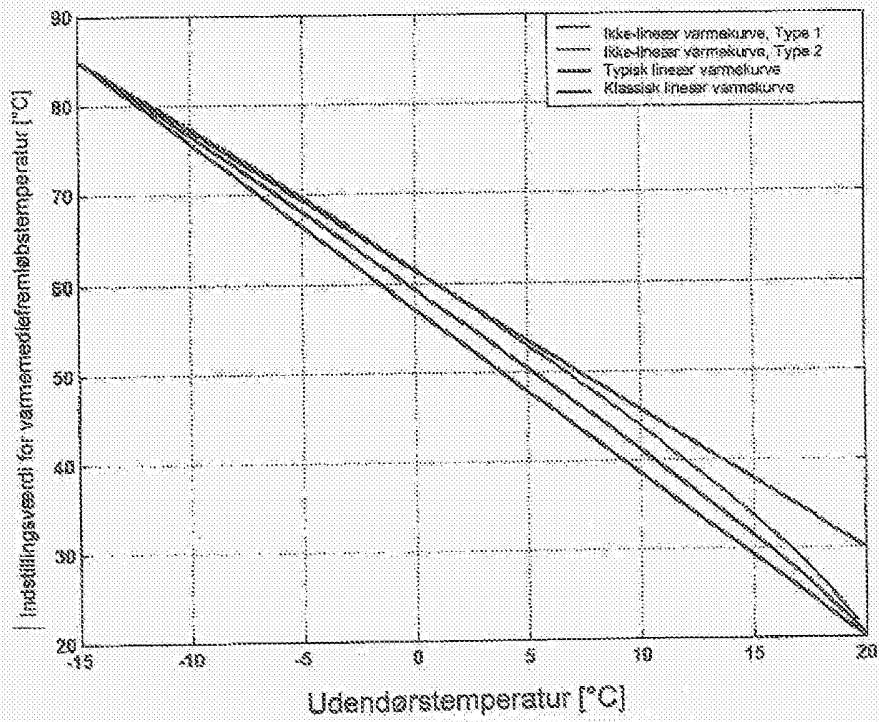


Fig. 1

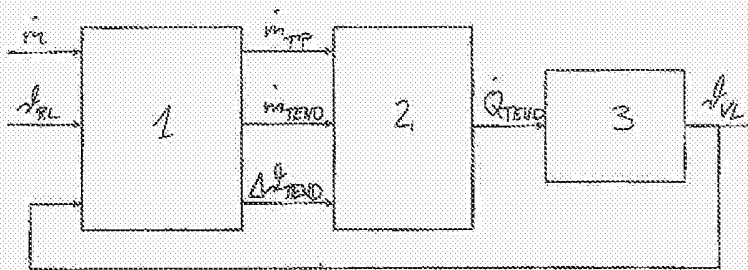


Fig. 2

$\frac{\dot{m}_{HK2}}{\dot{m}_{Nenn,HK2}}$	$\Delta \vartheta_{N,ges}$	$\frac{\dot{m}_{HK1}}{\dot{m}_{Nenn,HK1}}$									
		0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0		10,37	20,77	27,15	31,31	34,21	36,34	37,96	39,24	40,28	41,13
0,1	10,37	10,37	17,31	22,86	27,12	30,24	32,63	34,51	36,04	37,29	38,34
0,2	20,77	17,31	20,77	24,60	27,80	30,37	32,44	34,14	35,55	36,73	37,74
0,3	27,15	22,96	24,60	27,93	29,53	31,56	33,27	34,72	35,95	37,00	37,91
0,4	31,31	27,12	27,80	29,53	31,31	32,92	34,33	35,54	36,60	37,52	38,33
0,5	34,21	30,24	30,37	31,56	32,92	34,21	35,37	36,40	37,31	38,11	38,89
0,6	36,34	32,63	32,44	33,27	34,33	35,37	36,34	37,21	38,00	38,70	39,33
0,7	37,96	34,51	34,14	34,72	35,54	36,40	37,21	37,96	38,65	39,27	39,89
0,8	39,24	36,04	35,55	35,95	36,60	37,31	38,00	38,65	39,24	39,79	40,29
0,9	40,28	37,29	36,73	37,00	37,52	38,11	38,70	39,27	39,79	40,28	40,73
1	41,13	38,34	37,74	37,91	38,33	38,89	39,33	39,83	40,29	40,73	41,13

Fig. 6

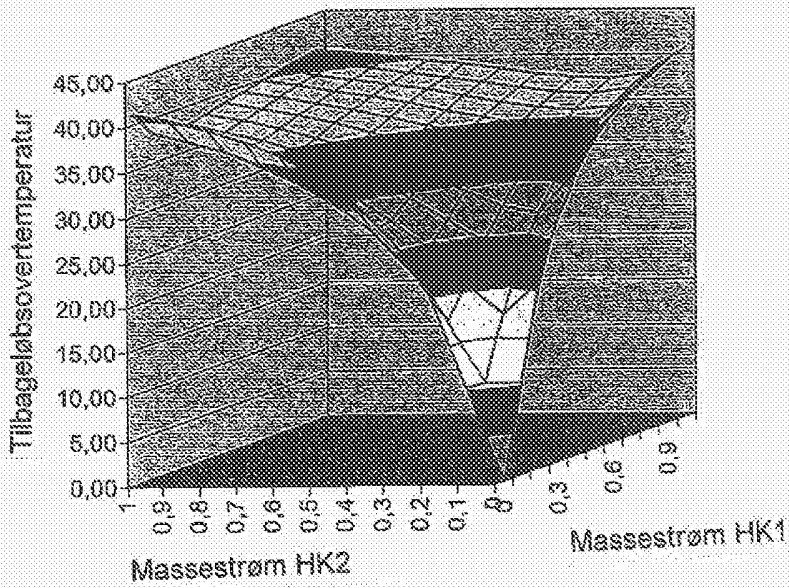


Fig. 7

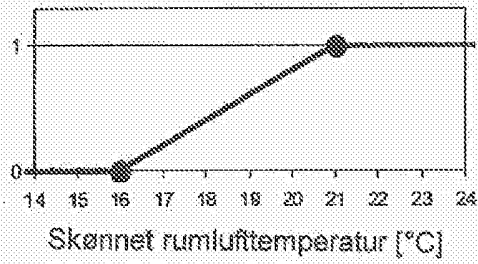


Fig. 3

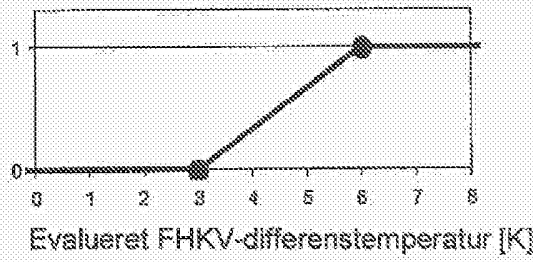


Fig. 4

		$\frac{\dot{m}_{HK1}}{\dot{m}_{Nom, HK1}}$									
		$\frac{\dot{m}_{HK2}}{\dot{m}_{Nom, HK2}}$									
$\frac{\dot{m}_{gas}}{\dot{m}_{Nom, gas}}$		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,1		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55
0,2		0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6
0,3		0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65
0,4		0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7
0,5		0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75
0,6		0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8
0,7		0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85
0,8		0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9
0,9		0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95
1		0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	1

Fig. 5