(19) DANMARK

PATENTDIREKTORATET
KØBENHAVN

(12) **FREMLÆGGELSESSKRIFT** (11) **155108 B**

(21) Patentansøgning nr.: **4949/79**

(22) Indleveringsdag: **21 nov 1979**

(41) Alm. tilgængelig: **22 maj 1980**

(44) Fremlagt: **06 feb 1989**

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: **21 nov 1978 FI 783557** **17 maj 1979 FI 791574**

(51) Int.Cl.[4] **F 28 F 13/06**
F 24 F 5/00

(71) Ansøger: **Jorma *Huju; Sf-38100 Karkku, FI**

(72) Opfinder: **SAMME**

(74) Fuldmægtig: **Firmaet Chas. Hude**

(54) Indretning til udnyttelse af varme fra ventilationsluft

(56) Fremdragne publikationer

FI freml. skrift nr. 50278

(57) Sammendrag:

4949-79

En indretning til udnyttelse af varme fra udstrømningsluften ved ventilation omfatter en varmeveksler med en cellekonstruktion (2), hvori varme fra den varme udstrømningsluft overføres til kold indstrømningsluft, ved at udstrømningsluften og indstrømningsluften passerer igennem nærliggende celler, som adskilles af varmevekslingsflader. For at udnytte varmen i den udstrømmende varme luft på bedst mulig måde, er der tilvejebragt en eller flere cirkulationszoner (I, II, III) for luftstrømningen igennem varmeveksleren. Disse cirkulationszoner (I, II, III) er hver indrettet til at få en del af den igennem cellerne strømmende luft til at passere et større eller mindre stykke tilbage i strømningsbanen via åbninger (10, 11, 13) og kanaler ved hjælp af blæsere (9, 12, 16). Herved øges luftstrømningernes turbulens og dermed varmevekslingseffekten.

4949-79

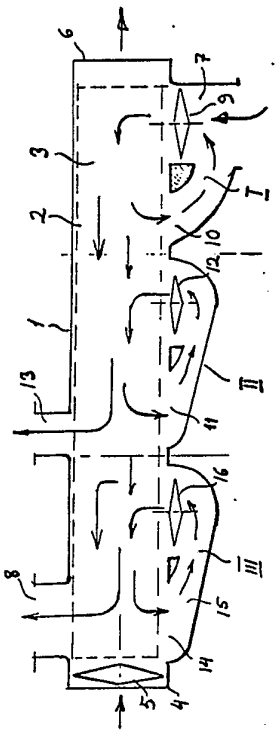


FIG 1

DK 155108 B

Opfindelsen angår en indretning til udnyttelse af varme fra ventilationsluft, hvilken indretning er af den type, som er nærmere beskrevet i krav 1's indledning.

Kendte indretninger til udnyttelse af varme fra ventilationsluft har normalt som den vigtigste del en varmeveksler, via hvilken både den varme luft ledes ud fra det rum, der skal ventileres, og den friske luft udefra ledes ind for at erstatte den bortledte varme luft. Den almindeligste konstruktion af varmevekslere er en bestemt cellekonstruktion, i hvilken der findes vægge, som adskiller de separate luftstrømninger og har gode varmeledningsegenskaber. Via disse vægge passerer varmen fra den varme udstrømningsluft til den koldere indstrømningsluft.

De hidtil kendte indretninger har dog den store ulempe, at den varme, som udstrømningsluften indeholder, kun for en lille dels vedkommende kan udnyttes, hvorved udstrømningsluften stadigvæk indeholder en betydelig mængde varme. En følge af dette faktum er naturligvis det, at de kendte varmevekslere har en forholdsvis dårlig virkningsgrad. Dette er især tilfældet, når rummet, som skal ventileres, har en høj relativ fugtighed på f.eks. 60 - 100%, hvorved denne fugtige luft har et betydeligt højere varmeindhold end tilsvarende mængder af tør luft ved samme temperatur. Som følge heraf kan tør luft modtage f.eks. 50% af den varme, som fugtig luft indeholder, således som f.eks. sk. Mollier's diagram viser. Det er naturligvis muligt at forsøge at øge udgangstemperaturen i den friske luft og derpå forbedre virkningsgraden ved at gøre f.eks. varmevekslerens varmevekslingsflader større og varmevekslingslængden længere, men disse foranstaltninger bliver dyrere, ligesom indretningen også bliver for stor. Desuden optræder der andre tab som følge af, at strømningsmodstanden er større. Varmevekslerens reparation og fra tid til anden rensning bliver meget vanskelig og tager megen tid, hvis varmevekslerens virkningsgrad forsøges øget på den ovenfor nævnte måde.

Især det skiftende klima, som vi har her i Norden, stiller meget store krav til varmevekslere, som er indrettet til at

udnytte varme fra udstrømningsluft. Under frostperioderne må indretningerne have en stor effekt, og ekstra problemer optræder på grund af, at i de celler, hvorigennem den udstrømmende luft strømmer, kan vand, som kondenseres fra den fugtige udstrømningsluft, ise sig fast på cellevæggene. Som følge heraf stopper indretningens funktion meget hurtigt, når isen fylder kanalerne for udstrømningsluften. For at kunne sikre indretningens kontinuerlige funktion kræves det altså, at fladetemperaturen på varmevekslerfladen ved udstrømningsluftens udgangsende holdes så høj, at det kondenserbare vand ikke i noget tilfælde fryser fast på varmevekslerfladen. De kendte indretninger hindrer dette ved f.eks. at varme den friske indstrømmende luft op til i det mindste en temperatur på 0°C ved hjælp af en ekstra varmekilde. Behovet for denne ekstra energi bevirker, at de besparelser, der kan opnås med disse indretninger, bliver forholdsvis små og i nogle tilfælde endog så små, at lønsomheden har været tvivlsom.

Formålet med den foreliggende opfindelse er at fjerne de nævnte ulemper ved udnyttelsen af varme fra ventilationsluft og tilvejebringe en indretning, som er mere effektiv end de hidtil kendte indretninger, så at der kan opnås store besparelser ved udnyttelsen af varmeenergien i sammenligning med de hidtil kendte indretninger.

Dette opnås ved, at indretningen ifølge opfindelsen er ejendommelig ved de i de efterfølgende patentkrav angivne træk.

Herved opnås, at der tilvejebringes en indretning som åbner mulighed for forholdsvis store besparelser som følge af, at en større del af den varme, som den varme udstrømningsluft indeholder, kan udnyttes. Som følge af, at varmere frisk luft kan føres tilbage og opvarme koldere frisk luft, optræder der ingen driftforstyrrelser på grund af frysning. Konstruktionen er enkel, og under dens planlægning kan der tages hensyn til reparationslethed.

Nogle fordelagtige udførelsesformer for opfindelsen beskrives

nedenfor under henvisning til tegningen, hvor

fig. 1 skematisk viser et længdesnit igennem en udførelsesform for en indretning ifølge opfindelsen til udnyttelse af varme fra ventilationsluft,

fig. 2 et diagram, som viser energiindholdet i udstrømningsluften og den energi, som den indstrømmende luft behøver eller får i varmeveksleren ifølge fig. 1,

fig. 3 skematisk en anden udførelsesform for varmeveksleren ifølge opfindelsen, set fra siden, delvis i snit,

fig. 4 den i fig. 3 viste varmeveksler, set ovenfra, delvis i snit,

fig. 5 den i fig. 3 viste varmeveksler, set fra den ene ende af varmeveksleren, delvis i snit,

fig. 6 skematisk en passende udførelsesform for cirkulationen af indstrømningsluften i varmeveksleren, og

fig. 7 en passende temperaturfordeling af udstrømnings- og indstrømningsluften, som kan opnås med indretningen ifølge fig. 3-5.

Den i fig. 1 viste indretning omfatter i hovedsagen et langt hus 1 med et fortrinsvis kvadratisk eller rektangulært tværsnit, og hvori der i længderetningen er tildannet en cellekonstruktion 2. I denne konstruktion er cellerne adskilt fra hinanden med med passende afstand anbragte lodrette metalplader 3, som strækker sig i længderetningen, og via hvilke varme overgår til det i den ene type af celler strømmende kolde medium, som således opvarmes i tilsvarende grad. Set i tværsnit er cellerne altså således anbragt, at hveranden celle er beregnet til koldt medium, og de øvrige celler er beregnet til det varme medium. Det varme medium kan f.eks. være den varme udstrømningsluft, og det kolde medium analogt den friske indstrømningsluft, som indtages.

Luftstrømningernes bane i indretningen kan være arrangeret som vist i fig. 1, så at den udblæste udstrømningsluft ledes ind i varmevekslerens tilsvarende celler 4 fra dets venstre side i fig. 1. Medens luften strømmer igennem cellerne, overlader den varme til cellernes vægge, hvorefter den strømmer afkølet ud af den modsatte ende 6. En blæser 5 er anbragt i cellekonstruktionens venstre ende for at gøre strømningen mere effektiv. Den friske luft tages ind fra den modsatte ende 6, men fortrinsvis fra den nedre side af cellerne (fra stedet 7), hvorfra den kan ledes ind i de hertil hørende celler. I cellerne strømmer den derefter i retning modsat strømningsretningen af den varme udstrømningsluft, hvorved den optager varme fra cellernes vægge, hvortil den varme udstrømningsluft har overladt sin varme. Den opvarmede friske luft sendes fortrinsvis ud fra oven ved enden 4 via åbninger 8.

For at gøre varmevekslingen mere effektiv er indretningen ifølge opfindelsen indrettet således, at cellekonstruktionen er opdelt i længderetningen i cirkulationsrum eller -zoner, hvorved der i hver enkelt af disse cirkulationszoner ved hjælp af en i den enkelte zone anbragt blæser dannes en så kraftig cirkulation af luft, at der i cellerne dannes en meget kraftig cirkulationsstrømning eller -turbulens, som medfører, at varmevekslingen til cellernes mellemvægge og fra disse mellemvægge videre til det strømmende medium, som strømmer i de nærliggende celler, bliver hurtig.

Det er muligt at have tre, to eller en cirkulationszone udrustet med en sådan blæser i de celler, i hvilken den friske luft strømmer og på samme måde i den side, hvor udstrømningsluften strømmer. Hvis afløbsluften har en høj fugtighed, dvs. f.eks. har en relativ fugtighed på 60-100%, behøver den side, hvori udstrømningsluften strømmer ikke disse cirkulationszoner, idet der meget effektivt afgives varme til mellemvægge, når fugtigheden kondenseres.

Den friske luft ledes via blæseren 9 ind til celler 2 via åbningen 7, som er beliggende i cellernes højre ende i undersiden af disse. Af denne luft strømmer en større del

tilbage via en fortil beliggende åbning 10 og igennem en kanal tilbage til indstrømningsstedet og til blæseren 9 og fra denne pånyt tilbage til cellerne. Herved dannes en cirkulationszone I, hvor der findes luftcirkulation, som har en kraftig turbulens. Varmevekslingen fra mellemvæggene til den friske luft bliver herved meget effektiv, hvorved temperaturen af luftstrømmen i cirkulationszonen hurtigt stiger til den temperatur, som svarer til mellemvæggenes temperatur. Fra denne første cirkulationszone strømmer der kontinuerligt en del ventilationsluft og såkaldt ekstra luft (hvilket vil blive forklaret mere udførligt senere) ved hjælp af blæseren 9 i modsat retning i forhold til udstrømningsluftens strømningsretning fremad i cellerne, hvorved den største del af luften strømmer ind i en sugeåbning 11 og videre via en kanal til en blæser 12, som støder luft tilbage til cellerne,og herved dannes den anden cirkulationszone II, hvori den i cirkulationszonen I foropvarmede lufts temperatur fortsat stiger hurtigt på grund af den kraftige turbulens til en ensartet temperatur, som svarer til mellemvæggenes temperatur.

Da den fugtige udstrømningsluft indeholder mere varmeenergi end en tilsvarende mængde af den friske indstrømningsluft kan modtage, kan de kendte indretninger ikke udnytte en stor del af udstrømningsluftens varmeenergi. Den i fig. 2 viste afbildning, som er udarbejdet på basis af Mollier's diagram, viser, at cirkulationszoner I og II indeholder energi, som ikke kan udnyttes i ventilationsluft. Derfor er opfindelsen således indrettet, at der ind i cirkulationszonen I bringes ekstra frisk luft ved hjælp af blæseren 9. Denne ekstra friske luft strømmer opvarmet af cirkulationszonen I videre ind i cirkulationszonen II, hvor den opvarmes yderligere og derefter strømmer den ekstra luft ud af en åbning 13, som er placeret i cirkulationszonen II, ved den temperatur, som modsvarer temperaturen i denne her zone, hvilket f.eks. kan være 12°C. Denne udstrømmende ekstra luft kan f.eks. udnyttes til andre formål, såsom tørring eller lignende uden for det rum, der skal ventileres. Den egentlige ventilationsluft strømmer fremad i cellerne, så at en større del af luften strømmer ind i en sugeåbning 14 og via en kanal 15 vi-

dere frem til en blæser 16, som støder luften tilbage ind i cellerne, hvorved der opstår en tredie cirkulationszone, hvori temperaturen af den i cirkulationszonerne I og II opvarmede luft stiger. Den opvarmede luft strømmer ud fra cellerne og ind i det rum, som skal ventileres, via åbningerne 8.

Som et eksempel på forholdet imellem luftmængden og energibehovet fra blæserne, kan nævnes, at hvis cirkulationsbehovet er f.eks. 4.000 m^3/h betyder dette, at den nødvendige friskluftsmængde er 1,5 gange større, dvs. 6.000 m^3/h. Frisklufts-blæserens effekt bør dog være 10.000 m^3/h for at den også kan fungere som blæser for cirkulationszonen I, hvorved den effekt som benyttes til cirkulationen er 4.000 m^3/h. Blæserne 12 og 16 i cirkulationszonerne II og III bør begge have en effekt på 8.000 m^3/h under den forudsætning, at man i begge tilfælde behøver 4.000 m^3/h til cirkulationen. Den ekstra luftmængde, som strømmer ud fra åbningen 13 i zonen II, er 2.000 m^3/h.

Den anden udførelsesform for opfindelsen, der er vist i fig. 3-5, har i hovedsagen lodrette cellekanaler 17, 18, 19, som er tilvejebragt i et i hovedsagen kvadratisk eller rektangulært hus. Indstrømningskanalen 20 for den friske luft er også i hovedsagen kvadratisk eller rektangulær. Den varme udstrømningslufts bane i tilsvarende kanaler er anskueliggjort ved hjælp af skraverede pile. Udstrømningsluften kommer ind igennem åbningen 21 og strømmer ud fra varmevekslerens underdel 22. Cirkulationen af den friske indstrømningsluft er i fig. 3-5 anskueliggjort ved hjælp af sorte pile. Den første indre cirkulation forløber via en åbning 23, og cirkulationen kan styres ved hjælp af en styrelem 24. Den anden indre cirkulation foregår ved hjælp af en cirkulationskanal 25. Denne kanals 25 anden ende er forbundet med et sted 28 i udstrømningskanalen 27 for indstrømningsluften. Kanalen 25 har en styrelem 29 til styring af den indre cirkulation. Den nedre ende af kanaler 17 og

18 har en bund 30, således som vist i fig. 3, og hvori en afløbsmunding er anbragt, f.eks. forsynet med en ventil 31. Den øvre del af indretningen har en lem 32, som kan åbnes. Mundingen 33 er indrettet til at udnytte den varme indstrømningsluft i andre rum. Mundingen 33 har et lukkespjæld 34. Den friske indstrømningsluft, hvis indløb er vist med en hvid pil, strømmer ind fra mundingen 36.

Den i fig. 3-5 viste indretning fungerer på følgende måde. Udstrømningsluften strømmer ad ruten 21-17-18-19-22, dvs. fra varmekildens øvre del til dens nedre del og tilbage til den øvre del og ned igen, således at den strømmer ud fra mundingen 22, idet den hele tiden befinder sig i dens egen cellekonstruktion, uanset tilstedeværelsen af bunddelen 30 og den øvre del 35. Indstrømningsluften strømmer først igennem indstrømningskanalen 20, hvorved den opvarmes af varme luftstrømninger, som kommer fra mundingen 23 og fra kanalen 25. Herefter strømmer indstrømningsluften til cellekonstruktionen 19-18-17 og til sidst til udstrømningskanalen 27. Indstrømnings- og udstrømningscellerne er adskilt fra hinanden med passende indbyrdes afstand placerede, i hovedsagen lodrette metalplader med en passende udformning, og ved hjælp af hvilke varmevekslingen foregår mellem strømningerne. Set i tværsnit er cellerne således konstrueret, at hveranden celle anvendes til det kolde medium, og hveranden celle til det varme medium. Herved kan det varme medium f.eks. være den varme udstrømningsluft og det kolde medium den friske luft, som tilsvarende erstatter det varme medium.

I den her viste udførelsesform går strømningerne altså hele tiden i modsatte retninger. For at iværksætte strømninger må udstrømningskanaler naturligvis være forsynet med en blæser på et passende sted (ikke vist på tegningen). Blæseren 26, som iværksætter strømningen af den friske luft, placeres passende i indstrømningskanalens 20 nedre del. Effekten af denne blæser 26 må være betydeligt større end effekten af blæseren i udstrømningskanalen, da blæseren 26 be-

høver effekt til at cirkulere luftmængden i den indre cirkulation. Dette fremgår tydeligere af efterfølgende eksempelkalkyle. Den friske luft fra mundingen 36 fremkalder en sugeeffekt via mundingen 23 i cellekanalerne 3, hvorved den opvarmede luft iblandes med indstrømningsluften,og dennes temperatur stiger. Indblandingsforholdet kan styres ved hjælp af styrelemmen 24 i mundingen 23. Blæseren 26 suger den noget opvarmede luft fra mundingerne 23 og 36 via kanalen 20, hvorved sugningseffekten af denne strømning via en på et passende sted før blæseren placeret åbning 37 for kanalen 25 bevirker, at den varme friske luft fra kanalen 25 via åbningen 28 iblandes med strømningen og opvarmer denne yderligere. Ifølge opfindelsens karakteristiske træk bør temperaturen af den foropvarmede luft i denne her fase være omkring $0^{o}C$, hvorved det er muligt under frostperioder at undgå isdannelsen på varmevekslingsflader i udstrømningsluftsiden samtidigt med, at udstrømningsluftens varmeenergi udnyttes i så høj grad som muligt.

Blæseren 26 trykker den foropvarmede friske luft ind i cellekanalerne 19, i hvis øvre del luftstrømningen deler sig til åbningen 23 og til cellekanalerne 18. Fra cellerne 17 går strømningen videre til udstrømningskanalen 27, som på et passende sted er forsynet med mundingen for den anden indre cirkulation. Iblandingsforholdet imellem luftmængderne fra kanalen 25 og fra mundingerne 23 og 36 styres ved hjælp af styrelemmen 29 i kanalen 25. Kanalen 25 kan også lukkes, hvorved den ekstra luft kan ledes via mundingen 33 til andre rum ved åbning af lemmen 34 . Denne her mulighed skal udnyttes, når indstrømningsluftens temperatur er forholdsvis høj og energien fra den indre cirkulation ikke kræves til foropvarmningen af luften. Den lodrette stilling af strømningskanalerne åbner mulighed for, at kondenserbart vand kan løbe fra cellekanalerne 17 og 18 og ned til bunddelen 14 og fra cellekanalerne 19, f.eks. ned i jorden via åbningen 22. For at gøre rensningen af varmevekslerfladerne let-

tere har indretningens øvre del en oplukkelig lem, hvorved f.eks. rensning ved hjælp af vandstråler er let, da vandet kan strømme ud via åbningen 22 og den åbne ventil 31.

I fig. 6 og 7 vises en passende løsning på den ovenfor beskrevne udførelsesform. Som Mollier-diagrammet viser, kan luften, hvis relative fugtighed er ca. 80-90% imellem temperaturintervallet 20°C - 0°C afgive en energi på ca. 10,5 kcal/kg. På tilsvarende måde kræver opvarmningen af frisk tør luft fra -20°C til ca. 16°C, som er den mest økonomiske sluttemperatur i de her omhandlede temperaturintervaller, en energi på ca. 9 kcal/kg. Det er altså muligt med en tilstrækkelig effektiv indretning at udnytte den varme som den fugtige luft indeholder.

Fig. 6 viser skematisk de indre cirkulationer af indstrømningsluften. Numrene 17-20 svarer til indstrømningskanalen 20 og cellekanalerne 17-19. På tilsvarende måde er den i hver fase strømmende luftmængde betegnet. Strømningsretningerne er vist med pile. I det her viste eksempel er den luftmængde, som kommer via åbningen 23 (den første indre cirkulation), 4000 m^3/h og den friske luftmængde, som kommer ind fra åbningen 36 4000 m^3/h og den fra afløbskanalerne 27 via kanalen 9 strømmende luftmængde 2000 m^3/h (den anden indre cirkulation). Blæseren må konstrueres til en luftmængde på 10.000 m^3/h. Indstrømningsluftens temperatur stiger efter åbningen 23 fra -20°C til ca. -7°C, således som vist i fig. 5. Efter åbningen 37, ved hvilken den anden cirkulation iblandes indstrømningsluften, stiger temperaturen til ca. 0°C. I cellekanalen 19 stiger indstrømningsluftens temperatur kraftigt på grund af, at der foregår en kraftig strømning i kanalen som følge af, at luftmængden er stor. Det kan derfor antages, at luftens temperatur i åbningen 23 er ca. 6-7°C. I cellekanalerne 18 og 19 stiger temperaturen af luften yderligere, hvorved dens temperatur i udstrømningskanalen kan være f.eks. 16°C. Strømningsmængden i indstrømningskanalen 20 er altså 8000-10000 m^3/h og i cellekanalen

19 10000 m^3/h og i cellekanalerne 18 og 17 6000 m^3/h. Med en passende udformning af varmevekslerfladerne og ved brug af forskellige strømningsmængder i cellernes tværsnit er det muligt at udnytte udstrømningsluftens energi på økonomisk hensigtsmæssig måde.

Beskrivelsen her indeholder kun to udførelsesformer for opfindelsen, men der kan foretages mange ændringer, uden at man derved afviger fra opfindelsens idé. Det er naturligvis muligt, at den i fig. 3-5 viste udførelsesform for opfindelsen kan indeholde flere blæsere, og det er ligeledes muligt at indrette flere indre cirkulationer, både i indstrømnings- og udstrømningskanalerne.

Patentkrav

1. Indretning til udnyttelse af varme, fortrinsvis ved veksling, og overføring af varme fra udstrømningsluften ved ventilation til den friske indstrømningsluft, hvilken indretning indeholder i og for sig kendte varmevekslere (1), som omfatter en cellekonstruktion (2) med langsgående luftpassager og herimellem værende skillevægge (3), hvorved den varme udstrømningsluft strømmer i cellekonstruktionens længderetning i hveranden passage og den kolde indstrømningsluft strømmer i modsat retning imellem disse værende passager, hvorved der strømmer varme ved ledning via skillevæggene (3) fra den varme udstrømningsluft til den kolde friske luft, hvilken indretning er forsynet med blæsere til forstærkning af strømmen, og hvorved der i cellekonstruktionen (2) er anbragt en eller flere i hovedsagen efter hinanden værende cirkulationszoner (I, II, II; 19-23-20-19) for luftstrømningen i tilknytning til den ene eller begge luftstrømninger for at tilvejebringe turbulens til øgning af varmevekslingseffekten, k e n d e t e g n e t ved, at hver cirkulationszone (I, II, II; 19-23-20-19) eller en del af disse omfatter en med en suge- eller udstrømningsåbning forsynet kanal (15;20), som omfatter en blæser (9, 12, 16;

26), hvorved en del af den ind i cellekonstruktionen strømmende luft føres tilbage til cellerne under cirkulationsbevægelse via kanalens sugeåbninger (10, 11, 14; 23) og selve kanalerne (15; 20) ved hjælp af blæserne (9, 12, 16; 26).

2. Indretning ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at udstrømningssiden (28) af cellekonstruktionens friskluftkanal er forbundet med en første blæsers (26) sugeside via mindst en udstrømningsåbning (28), en kanal (25) og en anden åbning (37), hvorved en del af den i cellekonstruktionen opvarmede friskluft føres tilbage gennem kanalen (25) for at blive blandet med den kolde indstrømningsluft på blæserens (26) sugeside med henblik på øgning af den blandede lufts temperatur til ca. 10°C inden indstrømningsluften når frem til den egentlige cellekonstruktion (19).

3. Indretning ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t ved, at kanalernes (25) udstrømningsåbninger (28) er placeret før udstrømningskanalen (27) for den friske luft set i cellekonstruktionspassagernes længderetning.

4. Indretning ifølge krav 2 - 3, k e n d e t e g n e t ved, at hver kanal (25) er forsynet med et strømningsreguleringsorgan (29).

5. Indretning ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t ved, at der i kanalerne (25) findes en forbindelse (33) og et lukkespjæld (34) til efter behov at lede ekstra luft til andre anvendelsessteder.

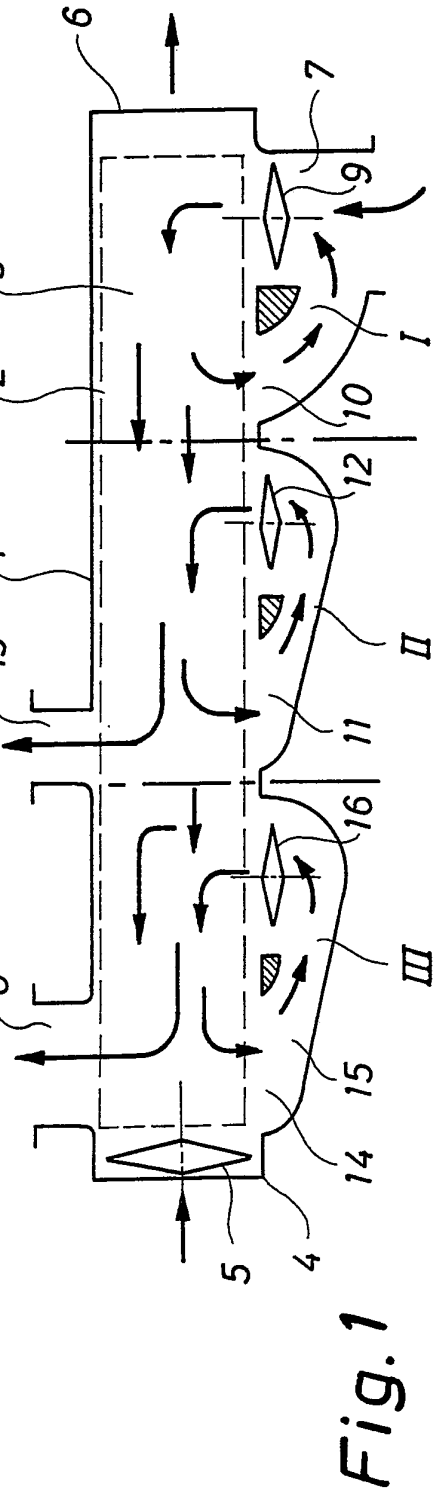

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
I
II
III

Fig. 1

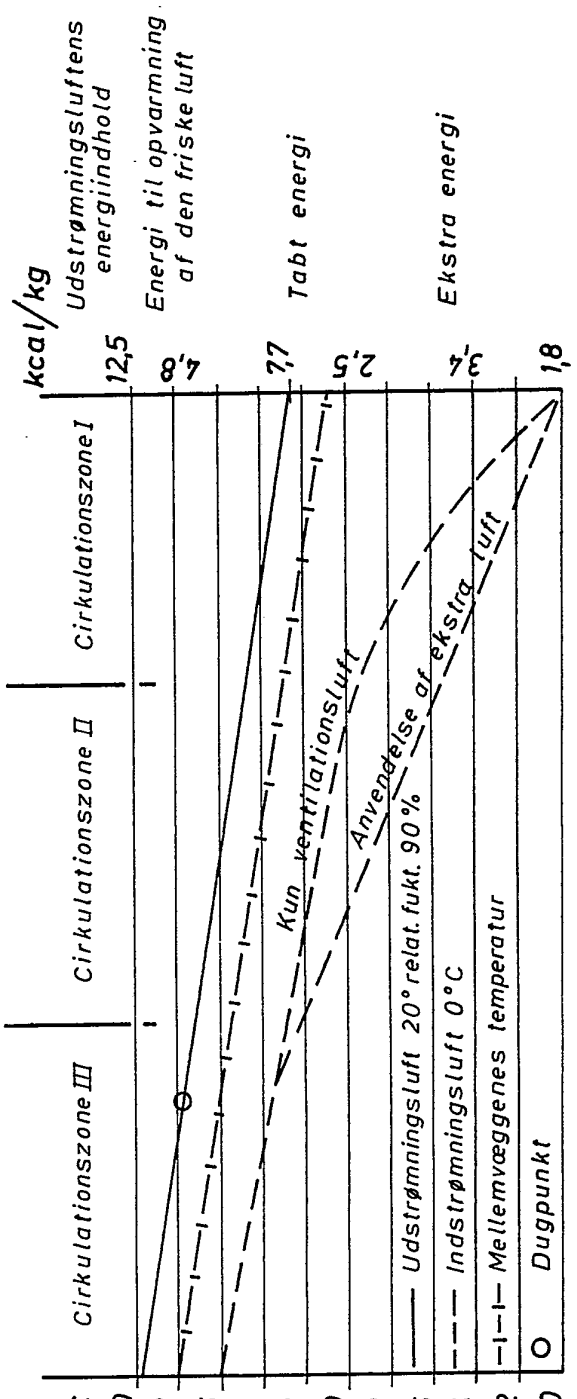

kcal/kg
Udstrømningsluftens energiindhold
Energi til opvarmning af den friske luft
Tabt energi
Ekstra energi
12,5
8,7
7,7
2,5
3,4
1,8
°C
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
Cirkulationszone III
Cirkulationszone II
Cirkulationszone I
Kun ventilationsluft
Anvendelse af ekstra luft
Udstrømningsluft 20° relat. fukt. 90 %
Indstrømningsluft 0°C
Mellemvæggenes temperatur
Dugpunkt

Fig. 2

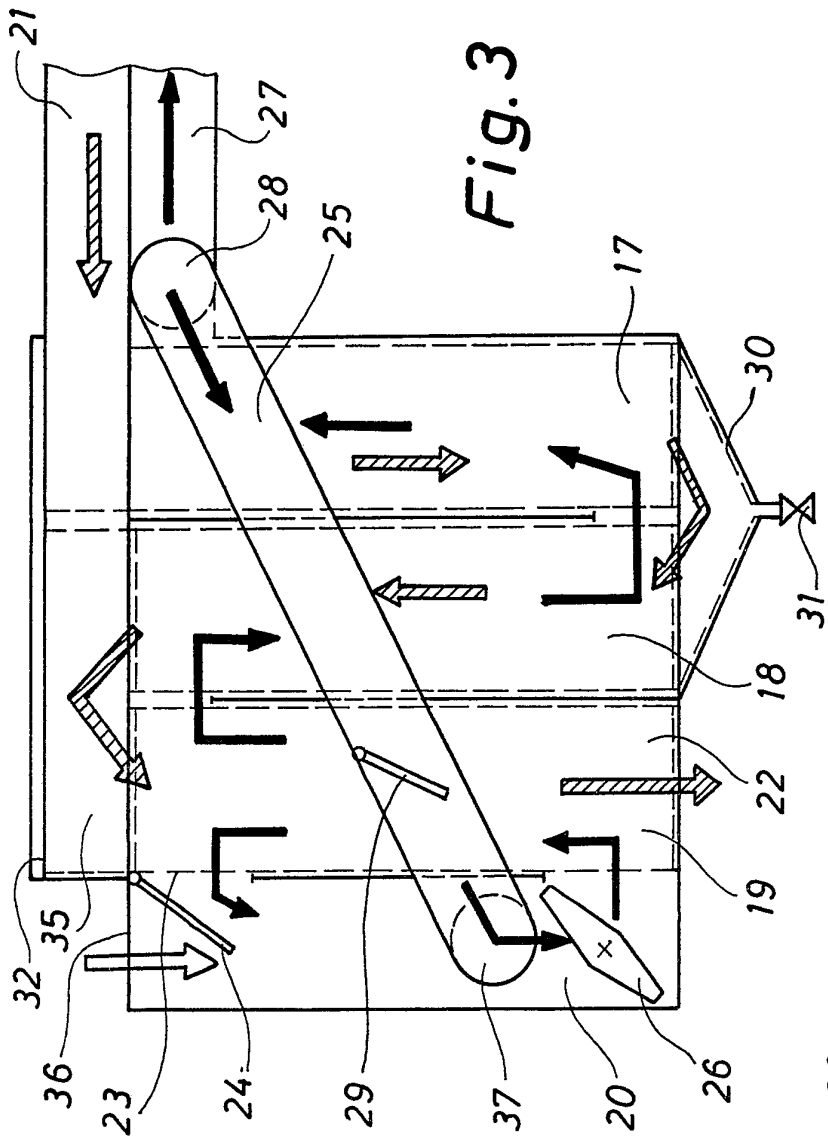


Fig. 3

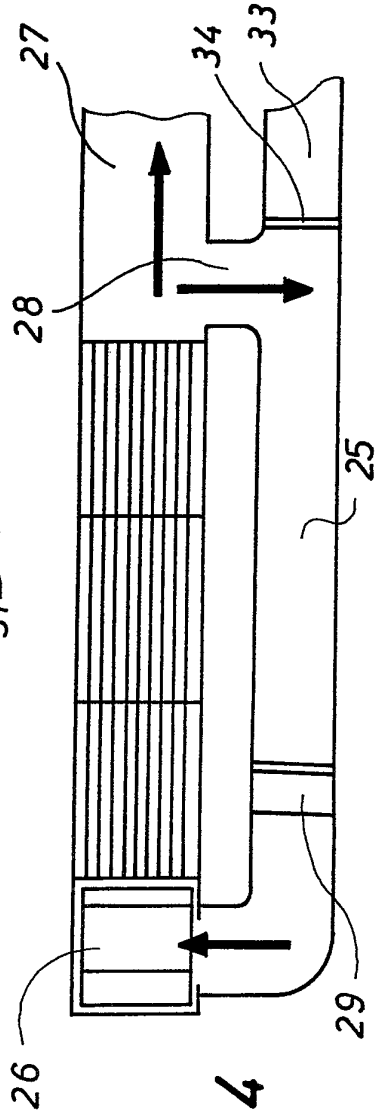


Fig. 4

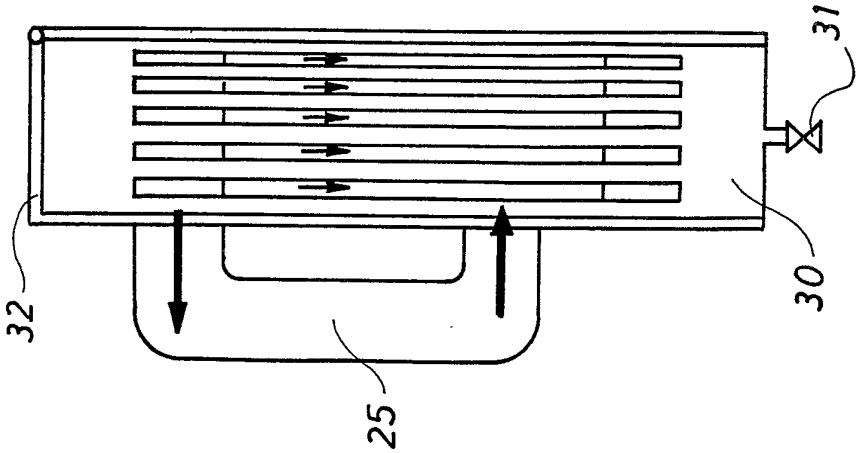
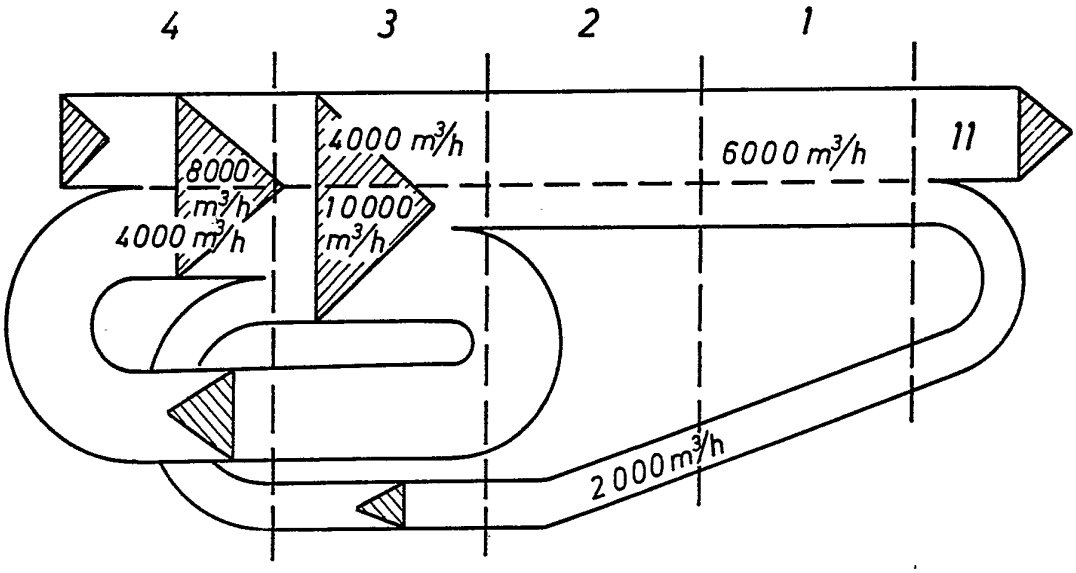


Fig. 5

Fig.6


4
3
2
1
4000 m³/h
6000 m³/h
11
8000 m³/h
10000 m³/h
4000 m³/h
2000 m³/h

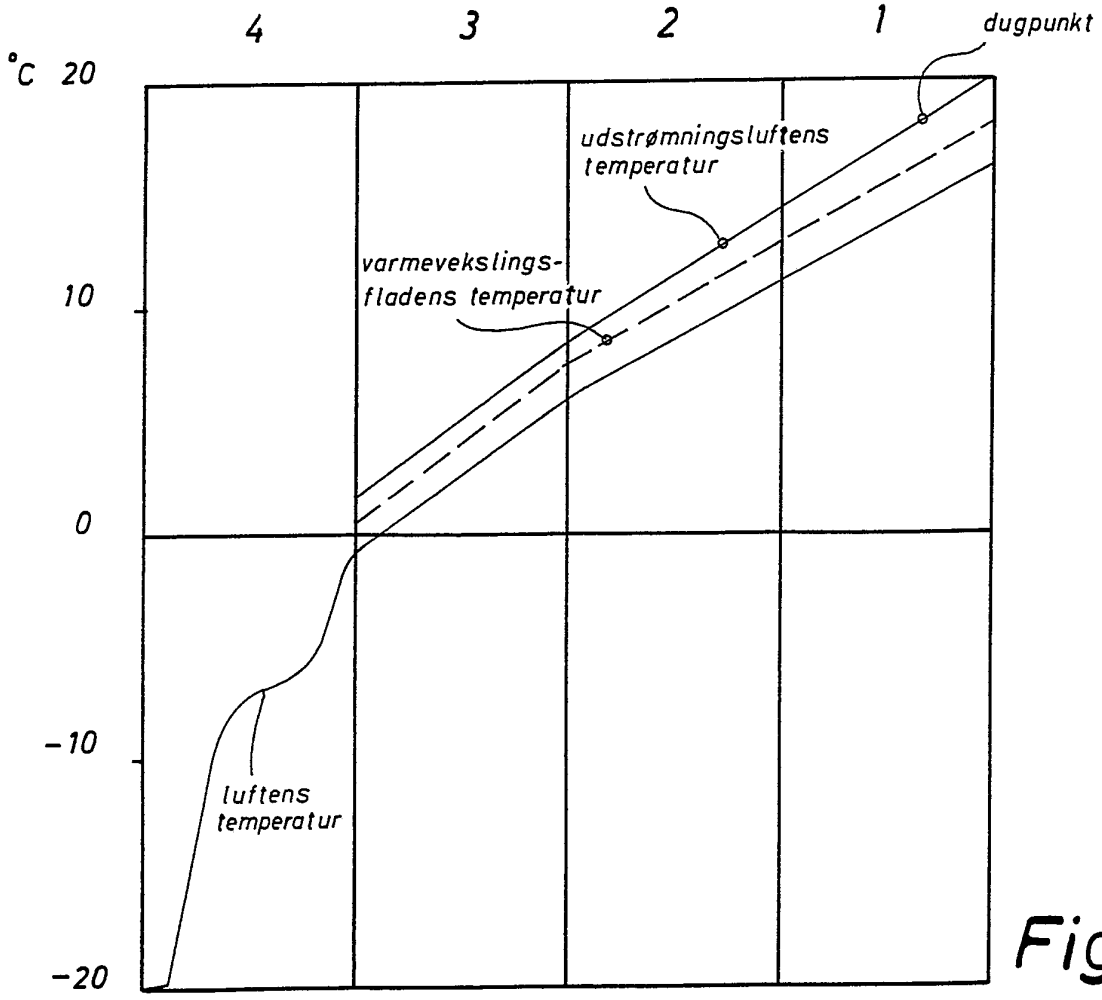

4
3
2
1
dugpunkt
°C 20
udstrømningsluftens temperatur
varmevekslings-fladens temperatur
10
0
-10
luftens temperatur
-20

Fig.7