



NORGE

[NO]

**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

[B] (11) UTLEGNINGSSKRIFT Nr. 135913

(51) Int. Cl.² F 24 F 7/06

(21) Patentsøknad nr. 1678/73

(22) Inngitt 24.04.73

(23) Løpedag 24.04.73

(41) Alment tilgjengelig fra 09.11.73

(44) Søknaden utlagt, utlegningsskrift utgitt 14.03.77

(30) Prioritet begjært 08.05.72, Sverige, nr. 6071/72

(54) Oppfinnelsens benevnelse Fremgangsmåte og anordning for tilførsel og fordeling av tilluft ved anlegg for ventilasjon av lokaler.

(71)(73) Søker/Patenthaver AKTIEBOLAGET SVENSKA FLÄKTFABRIKEN,
Sickla Allé 1,
Nacka,
Sverige.

(72) Oppfinner BIRGER LÄRKFELDT,
Odensjö-Barnarp,
Sverige.

(74) Fullmektig Tandbergs Patentkontor A-S, Oslo.

(56) Anførte publikasjoner Norsk patent nr. 92311 (36d-1/58)
Britisk patent nr. 7814 (1911)
Dansk patent nr. 31774 (36d-4/02)
Svensk patent nr. 51762 (36d-4/10)
BRD utl. skrift nr. 1604289 (36d-3/20), 1679564
(36d-3/20)

Denne oppfinnelse angår en fremgangsmåte ved tilførsel og fordeling av tilluft ved anlegg for ventilasjon av lokaler, såsom verksted- og industrihaller med store dimensjoner eller uregelmessig form, hvor der i lokalet innføres en avpasset strøm av ventilasjonsluft med lav hastighet.

Kravet til med liten arbeidsinnsats på en byggeplass og på kort tid å kunne installere et ventilasjonssystem har øket sterkt i de senere år. Likeledes stiller den avvikelse fra konvensjonell utforming av bygningssystemer som mer og mer har vist seg i bygningsteknikken - særlig når det gjelder kontorlandskaper, banklokaler, idrettshaller og andre store rom - store krav til et smidig ventilasjonssystem som kan tilpasses rom med uregelmessig form. Det har ofte vist seg at konvensjonelle ventilasjonssystemer ikke uten ofte kostbare spesialarrangementer kan løse dagens og morgendagens økende krav til effektivitet, smidighet og prisbillighet når det gjelder ventilasjons-spørsmål. Lokaler med en dybde på 10 meter eller mer er nå ikke uvanlig. Disse har i vanskelige tilfelle bare kunnet ventileres med særskilte, spesialfremstilte anlegg som har vært kostbare i anleggsomkostninger og ofte krevd tidkrevende inngrep i bygningslegemet. Lignende vanskeligheter foreligger også ved mange tilfelle av industriventilasjon samt ved ventilering av lasterom i skip, særlig for følsomme levnettsmidler. Også komplettering av gamle lokaler med bedre og fullstendigere ventilasjon er blitt mer og mer alminnelig, men er ofte meget kostbare og tidkrevende og vanskelig å realisere. Til alle disse ulemper og vanskeligheter kommer selvfølgelig også de økede krav med hensyn til maksimal temperaturgradient og lufthastighet, strålingsveksling m.m., som er begynt å bli definitive krav for oppholdssoner.

Ved oppfinnelsen - som innebærer et helt nytt grep på ventilasjonsteknikken - tilsiktes å eliminere ovennevnte ulemper og

vanskeligheter ved konvensjonelt utførte ventilasjonsanlegg.

• Det særegne ved fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen er at den i et punkt av lokalet således innførte ventilasjonsluft påvirkes av et antall ejektorluftstrømmer som er fordelt etter hverandre langs den forutbestemte strømningsvei og tjener til videretransport i lokalet henholdsvis avbøyning av delstrømmer fra samme, idet mengden av hver ejektorluftstrøm alltid er vesentlig mindre enn mengden av strømmen av ventilasjonsluft, mens dens strømningsimpuls som følge av høyere hastighet er større enn for ventilasjonsluftstrømmen, og at hver etterfølgende ejektorluftstrøm tilføres i et punkt som ligger innenfor virkeområdet for en forutgående ejektorluftstrøm.

Det særegne ved en anordning for utførelse av denne fremgangsmåte ved tilførsel og fordeling av tilluft ved anlegg for ventilasjon av lokaler, såsom verksted- og industrihaller med store dimensjoner eller uregelmessig form, hvor der i lokalene innføres en avpasset strøm av ventilasjonsluft med lav hastighet er et lufttilførselsaggregat for innføring av en ventilasjonsluftstrøm med lav hastighet, og et antall i ventilasjonsluftstrømmens strømningsvei anordnede ejektorer for innføring av ejektorluftstrømmer, hvilke ejektorer er innstillbare manuelt eller automatisk i vilkårlig retning. Hver ejektor er med fordel utstyrt med organer for manuell eller automatisk regulering av ejektorimpulsen. Størrelsen av hver ejektors utløpsåpning er hensiktsmessig varierbar.

Oppfinnelsen skal beskrives nærmere i tilslutning til tegningene som skjematisk viser dels noen utførelseseksempler på anlegg, hvor fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen er tilpasset og dels strømforløpet ved denne fremgangsmåte sammenlignet med strømforløpet ved to konvensjonelle typer for lufttilførsel.

Fig. 1 viser skjematisk et anlegg hvor fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen er tilpasset og hvor der føres frisk luft inn i lokalet gjennom et gitter, fig. 2 viser et tilsvarende anlegg hvor ventilasjonsluft tilføres gjennom en takspreader, fig. 3 viser tilpasningen for et lokale med uregelmessig form og hvor ventilasjonsluft tilføres gjennom et gitter i en kortvegg, fig. 4 viser et eksempel på utførelse av en ejektor som inngår i anlegget, fig. 5 viser skjematisk ejektorens arbeids-

måte i forbindelse med den i beskrivelsen nedenfor angitte teoretiske forklaring av fremgangsmåten og fig. 6 illustrerer den i beskrivelsen gitte forklaring på begrepet "ventilasjonsstrålens bredde"; fig. 7 viser ejektorens arbeidsmåte ved en omdirigering av en ventilasjonsstrøm, fig. 8 anskueliggjør skjematisk strømningsforløpet ved plassering av en ejektor bak en søyle, fig. 9 viser i et horisontalplan strømningsforløpet om et antall etter hverandre i et anlegg anordnede ejektorer, fig. 10 viser som sammenligning strømningsforløpet ved konvensjonell tilførsel av ventilasjonsluft gjennom en ledning eller kanal med perforert sidevegg, og fig. 11 viser strømningsforløpet ved konvensjonell tilførsel av ventilasjonsluft gjennom en ledning utstyrt med gitter som tilførselsredskap.

På fig. 1, 2 og 3 angir 1 et lokale som skal ventileres og som kan ha regelmessig eller uregelmessig form og passende dimensjoner med hensyn til lengde, bredde, dybde og takhøyde. Lokalet kan være en idrettshall, et såkalt kontorlandskap eller et industrilokale eller lignende rom, fortrinnsvis et sådant rom som med konvensjonell ventilasjonsteknikk er vanskelig eller umulig å gjennomventilere med rimelige omkostninger. En eller flere ejektorer 2 drives med luft eller annet gassformig medium fra et lufttilførselsaggregat 3. Tilslutningsledninger 4 og 5 er forbundet enten med aggregatet 3 eller med et lufttilførselsorgan 3a for innføring av en avpasset strøm av ventilasjonsluft med lav hastighet ved 6 og 7, mens aggregatet 3 er et tilsvarende organ for tilførsel av ejektorluftstrømmene til ejektorene 2. Mengden av hver ejektorluftstrøm er alltid vesentlig mindre enn mengden av ventilasjonsluft. Ledningene 4 og 5 kan være av plast eller et annet lett bøyelig materiale som letter monteringen i lokaler med uregelmessig form. Ifølge fig. 3 tilføres ventilasjonsluften gjennom et gitter 6 montert på en vegg i lokalet. Luften kan imidlertid også føres inn på annen egnet måte, f.eks. som ifølge fig. 2 gjennom en takspreader 7 av vanlig utførelse. Tilførselen av ventilasjonsluft kan også skje fra et friskluftmagasin formet som et undertak i en korridor, fra hvilket magasin de på begge sider av korridorene beliggende lokaler kan ventileres uansett vekslende størrelse og form. En eller flere ejektorer må da være anordnet i friskluftmagasinet for å transportere luften frem til en eller flere åpninger som

135913

4

fører inn til lokalet eller lokalene. Flere ejektorer kan samvirke i åpningen eller åpningene ved tilførselen for blanding av ventilasjonsluft av forskjellige kondisjoner fra to separate magasiner eller to separate ledninger for forskjellige medier. Ejektorene 2 kan være således dimensjonert og anordnet med sådan innbyrdes avstand at ventilasjonsluften derved fordeles i lokalet eller lokalene i foreskrevet omfang mellom oppholdssonenes forskjellige deler. Som vist på fig. 4 forutsettes det at ejektoren ved sin øvre ende 2a skal være dreibar om sin lengdeakse for å kunne dreies én omdreining som antydnet ved sirkelen 8. Ejektoren er leddet ved 2b, således at dens nedre ende 2c kan bringes til å endre stilling langs buelinjen 10. En skrue 9 tjener til manuell endring av ejektorens utløpsåpning. Like godt som ejektoren her er beskrevet som manuelt innstillbar og manuelt varierbar utløpsåpning, kan den være utført for automatisk, f.eks. i avhengighet av et programreguleringsredskap, å endres i innstilling eller varieres i sin utløpsåpning. Likeledes kan et antall samvirkende ejektorer styres innbyrdes i en bestemt sekvens. Ved anlegget ifølge fig. 3 anvendes ejektoren til å omrette og fordele ventilasjonsstrømmen således at den bringes til å nå inn i og gjennomventilere et delvis avskjermet rom 1b som utgjør en mindre del av lokalet 1a. På lignende måte kan ejektorer f.eks. anbringes bak søyler for å om-dirigere og/eller rette ut sådanne ustabile hvirvelstrømmer som ellers oppstår der og forstyrrer transporten og fordelingen av ventilasjonsluften. Også når det gjelder å beskytte oppholdssoner for uønskede termiske luftstrømmer eller stråling, kan ejektorene anbringes således i lokalet eller lokalene at de om-dirigerer sådanne strømninger bort fra oppholdssonen eller -sonene.

I det følgende skal oppfinnelsens teoretiske bakgrunn forklares. Luftbevegelsen i oppholdssoner er avhengig av følgende faktorer:

- a) Tilskuddsluftkondisjoner: tilskuddsluftimpuls
tilskuddsluftens temperatur i forhold til romtemperatur,
- b) lokalenes dimensjoner og utføring,
- c) lokalenes innredning,

- d) anbringelse av redskapet for tilskuddsluft og tilskuddsluftens retning,
 e) termiske forstyrrelser (øyeblikkelige varmebelastninger - ytre omstendigheter).

For i et lokale med tilførsel av ventilasjonsluft å få en gjennomventilering av lokalenes oppholdssone kreves der alltid en viss impuls/lengdeenhet (lokalenes dybde L) = $\int_0^A u^2 dA/L$.

Denne nødvendige tilskuddsluftimpuls kan stride mot tilatelig hastighet i oppholdssonen, f.eks. 0,2 m/sek. Ved å tilføre ventilasjonsluften en impuls med ejektor kan man ved et valgt antall, størrelse og retning av ejektorene få en ventilasjonsstråle som alltid når innerveggen. Ejektoren kan dimensjoneres således at ejektorstrømmen er liten i forhold til primærluftstrømmen.

For oppstilling av etterfølgende ligninger i tilslutning til figurene 5, 6, 7 og 8 benyttes nedenstående betegnelser:

L = romdybde	ρ = tetthet
R = radius	u = hastighet
r = radius	A = areal
u_i = ventilasjonsstrålens innløpshastighet	g = jordakselerasjon
u_o = ejektorstrålens innløpshastighet	t_r = romtemperatur
	t_i = tilskuddsluftens temperatur
α = $\frac{R}{R_0}$ = vinkel	d = diameter
	T = absolutt temperatur
g_m = massestrøm	

Massestrøm i snitt 1:

$$g_{m1} = \int_0^{2\pi} \int_0^R \rho \cdot u_{cl} \cdot e^{-r^2 \ln 2} r dr d\theta$$

Impuls i snitt 1:

$$i_1 = \int_0^{2\pi} \int_0^R \rho \cdot u_{cl}^2 \cdot e^{-2r^2 \ln 2} r dr d\theta = \int_0^A \rho u_i^2 dA$$

Ventilasjonsstrålens bredde:

$$R_1 = \int_0^{\alpha_1} r \cdot \tan \alpha \cdot dx_1$$

135913

6

Luften omkring ventilasjonsstrålens senterlinje drives ut med ejektoren. Hvis det antas at ejektoren fører med seg ventilasjonsstrålen inntil en avstand = $0,3 R$ fra senterlinjen, medføres ca. halvdelen av ventilasjonsstrålens strøm. Resten av ventilasjonsluften diffunderer ut i lokalet.

Massestrøm i snitt 2:

$$q_{m2} = \int_0^{\infty} \int_0^{2\pi} \rho u_{c2} e^{-\eta^2 \ln^2 r} r d\phi dr$$

$$\approx \frac{1}{2} \int_0^{\infty} \int_0^{2\pi} \rho u_{c1}^2 e^{-\eta^2 \ln^2 r} r d\phi dr$$

Impuls i snitt 2:

$$I_2 = \int_0^{\infty} \int_0^{2\pi} \rho u_{c2}^2 e^{-2\eta^2 \ln^2 r} r d\phi dr$$

$$\approx \frac{1}{2} \int_0^{\infty} \int_0^{2\pi} \rho u_{c1}^2 e^{-2\eta^2 \ln^2 r} r d\phi dr + \int_0^{A_0} \rho u_0^2 dA$$

$$\text{Ventilasjonsstrålens bredde } R_2 = \int_0^{x_2} 2 \operatorname{tg} \alpha \cdot dx_2$$

Med disse ligninger og med ligningene for hastighetsminskning i en fri stråle kan ejektoren dimensjoneres for hver romdybde. Den resulterende strålebredde blir i hovedsaken konstant.

Ved en komplisert lokalform, f.eks. som på fig. 3, er det alltid vanskelig å ventilere sådanne deler som ligger skjermet ved utskytende hjørner eller søyler. Ejektoren gir da en utmerket mulighet til å gi ventilasjonsluften impuls og retning inn i den ikke-ventilerte lokaldel, se fig. 7. Følgende ligninger kan oppstilles: u_{c1} kan beregnes av ligningen for hastighetsminskning i en fri stråle:

$$u_{c1} = \text{konstant} \cdot \frac{x_1}{\sqrt{A_0}} \cdot u_0$$

konstant ≈ 6

Impulsbalanse:

$$\int_0^{\infty} \int_0^{2\pi} \rho u_{c1}^2 e^{-2\eta^2 \ln^2 r} r d\phi dr = \int_0^{\infty} \int_0^{2\pi} \rho u_{c2}^2 e^{-2\eta^2 \ln^2 r} r d\phi dr$$

Kontinuitetsligning:

$$\int_0^{\infty} \int_0^{2\pi} \rho u_{c1} e^{-\eta^2 \ln^2 r} r d\phi dr = \int_0^{\infty} \int_0^{2\pi} \rho u_{c1} e^{-\eta^2 \ln^2 r} r d\phi dr + q_m \text{ vent}$$

Ved hjelp av ovenstående ligning kan ejektoren for hver tilskuddsluftstrøm og hvert lokale dimensjoneres.

Tilsvarende ligninger kan oppstilles for å studere ejektorens anvendelse for å omdirigere og rette ut de forstyrrende, ustabile hvirvelstrømmer som kan oppstå f.eks. bak søyler.

Ved å oppstille ligninger for impulsbalanse og varmebalanse kan på tilsvarende måte ejektorens anvendelighet for beskyttelse av oppholdssoner mot ikke ønskede termiske luftstrømmer, f.eks. trekk ved vinduer, studeres.

På fig. 9 betegner de heltrukne, nedadrettede og de strekede, oppadrettede piler strømningsforløpet ved en fri utstrømming fra tre ejektorer 2 i et horisontalplan. Ved ejektorenes anbringelse inntil en takflate halveres strømdannelsen således at bare de heltrukne, nedadrettede piler gjelder. Dette strømningsforløp er mer direkte sammenlignet med de på fig. 10 og 11 viste to konvensjonelle strømningsforløp gjennom den perforerte plate på fig. 10 hhv. fra de tre gittere på fig. 11.

P a t e n t k r a v

1. Fremgangsmåte ved tilførsel og fordeling av tilluft ved anlegg for ventilasjon av lokaler, fortrinnsvis offentlige lokaler, arbeidsrom, industrihaller og lignende, hvor der i lokalene innføres en tilluftstrøm som har lav innstrømningshastighet og er tilpasset variasjonsbehovet, k a r a k t e r i s e r t ved at den med lav hastighet innførte tilluftstrøm bibringes bevegelse i den tilsiktede retning og fordeles i lokalet ved hjelp av en eller flere ejektorluftstrømmer som innføres med sådan retning i tilslutning til tilluftstrømmen at den eller disse ejektorluftstrømmer ved påvirkning av tilluftstrømmen, bringer denne til å følge en bestemt strømningsvei gjennom lokalet, idet ejektorluftens strømmengde er liten i forhold til den tilluft som tilføres med lav hastighet, men at ejektorluftstrømmen tilføres med så stor hastighet, dvs. gis en stor impuls, at der oppnås tilsiktet eller tilsiktede kastelengde eller -lengder for opprettholdelse av tilluftstrømmens tilsiktede strømningsvei i lokalet.
2. Fremgangsmåte i henhold til krav 1, anvendt ved store lokaler eller i lokaler med uregelmessig form, k a r a k t e r i s e r t ved at der suksessivt tilføres et antall ejektorluftstrømmer med stor hastighet langs den tilsiktede strømningsvei for tilluften i lokalet og med retninger som bestemmer den nevnte strømningsvei.
3. Anordning for utførelse av fremgangsmåten i henhold til krav 1 eller 2 med minst ett i lokalet eller i hvert lokale anordnet lufttilførselsorgan (6, 7) utført for innføring av en tilluftstrøm med lav hastighet, k a r a k t e r i s e r t ved minst én ejektor (2) som er utført til å innføre en ejektorluftstrøm med liten strømningsmengde i forhold til tilluftstrømmen og med stor hastighet, hvilken eller hvilke ejektorer (2) er innrettet til å kunne stilles inn manuelt eller automatisk i vilkårlig retning (og eventuelt er forsynt med innretninger for manuell eller automatisk regulering av ejektorluftens impuls og strømningsmengde).

4. Anordning i henhold til krav 3, k a r a k t e r i s e r t ved at ejektorene (2) er utført med manuelt eller automatisk varierbar udløpsåpning.

5. Anordning i henhold til krav 3 eller 4, k a r a k t e r i s e r t ved at en eller flere av ejektorene (2) er utført for automatisk i rekkefølge å forandre sin retning og/eller impuls.

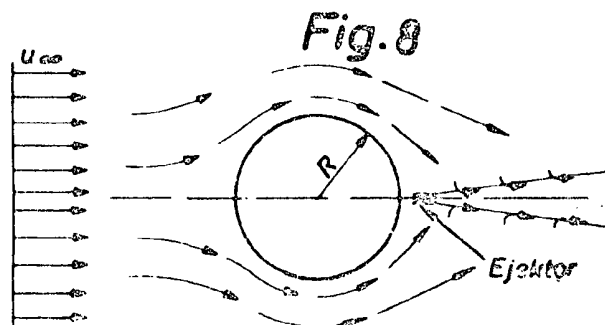
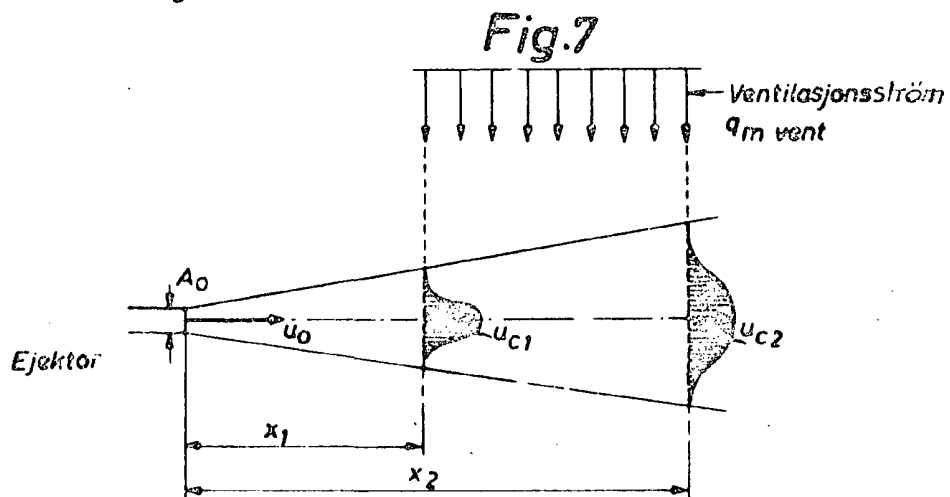
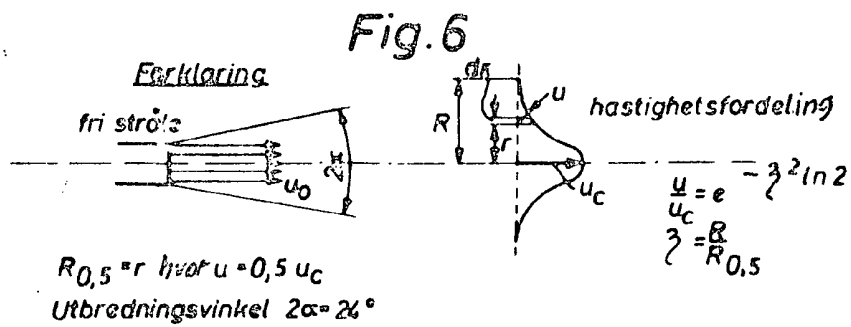
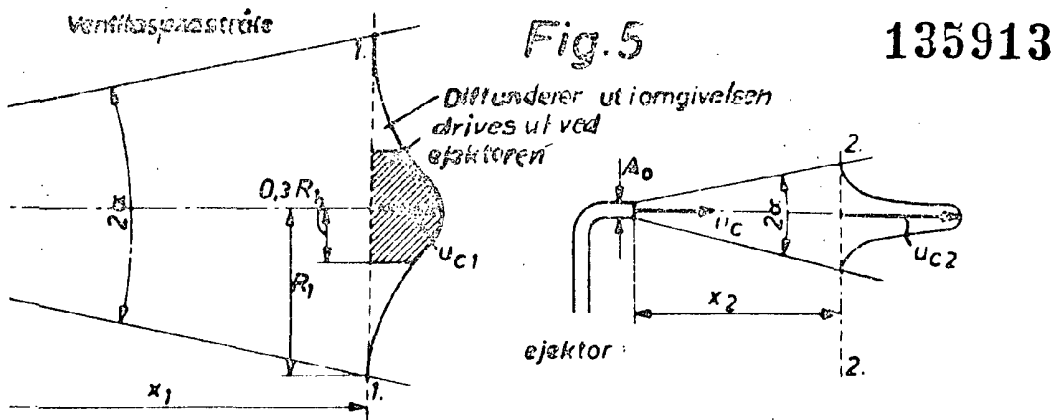


Fig.9

135913

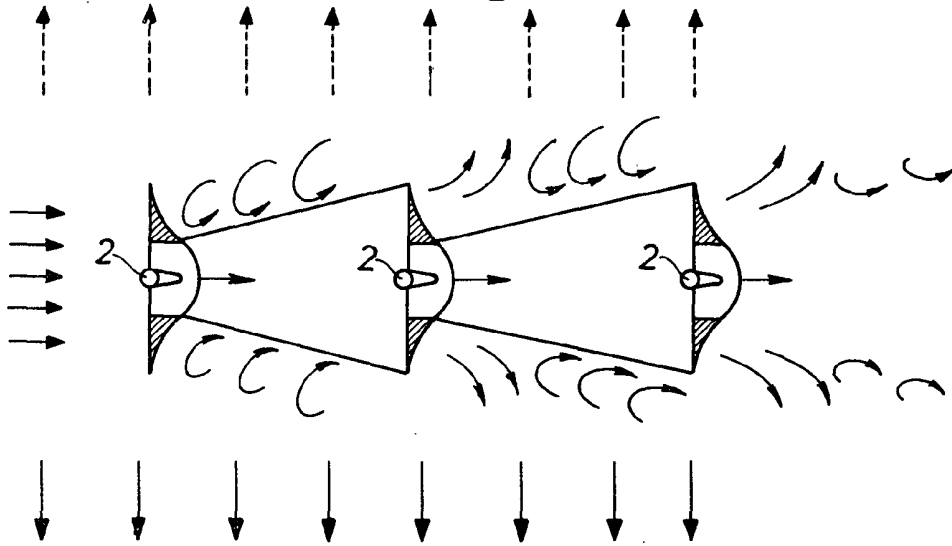


Fig. 10

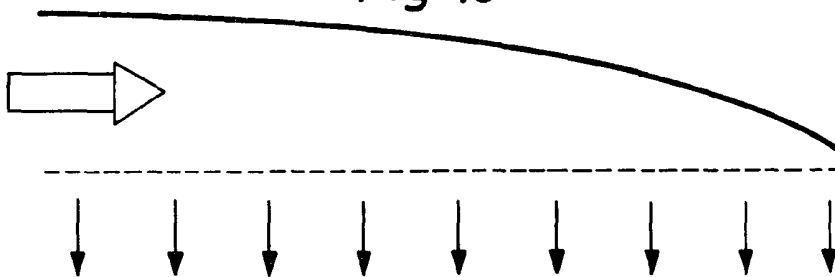


Fig. 11

