



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



R55:1989

REGLERUTRUSTNING
FÖR BALANSERAD VENTILATION

Geron Johansson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 870427-4
från Statens råd för byggnadsforskning till Statens
provningsanstalt, Borås.

REFERAT

Företaget AB Air Control har tagit fram en utrustning som kontinuerligt mäter differensstrycket över byggnadsskalet och med utgångspunkt från detta styr t ex frånluftsfälkten. Detta innebär att konstant tryckdifferens erhålls över byggnaden. Vid tidigare utförd funktionskontroll har systemet visat sig fungera. Syftet med detta projekt har varit att ingående studera långtidfunktionen på utrustningen som beskrivits. Genom att välja två olika typer av anläggningar har utrustningens funktion kunnat bedömas på ett bättre sätt. Mätning med datalogger gav dessutom möjlighet att studera funktionen under kontinuerlig drift.

Mätningarna visar att utrustningen fungerar på avsett sätt. Det har dock visat sig vara problem med att få den ena anläggningen (kontors/samlingsbyggnad) att reglera korrekt, när för stor del återluftsinblandning har använts. Vid den andra anläggningen (verkstadslokal) har intilliggande lokals ventilationssystem stört driften om porten mellan lokalerna varit öppen. Den intilliggande lokalens undertryck är så kraftigt att undertrycket i den utvärderade lokalen blev stort trots att frånluftsfälktarna var avstängda.

För att få en ännu bättre funktion bör framtida arbete inriktas på att studera en relevant placering av differensstrycksmätuttagen på byggnaden. Eftersom reglerutrustningen i dag arbetar med en typ av on/off-reglering bör även möjligheten att kontinuerligt styra fläktmotorn via varvtalsreglering studeras.

Vidare bör det studeras om man i höga byggnader med täta våningsplan kan kompensera den termiska stignakraften genom att variera tryckbalansen mellan till- och frånluft.

I Bygghorskningsrådots rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R55:1989

ISBN 91-540-5047-2

Statens råd för bygghorskningsforskning, Stockholm

Svenskt Tryck Stockholm 1989

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	FÖRORD	4
1	SAMMANFATTNING	5
2	PROBLEMBESKRIVNING	6
2.1	Balanserad ventilation	6
2.2	Injustering av ventilationsinstallationer	6
2.3	Vad påverkar injusteringen på lång sikt?	7
2.4	Yttre faktorer som påverkar tryckbalansen	7
2.5	Punktutsug	8
2.6	Behov av reglerutrustning för balanserad ventilation	9
3	LÅNGTIDSPROV FALUN	10
3.1	Beskrivning av anläggning	10
3.2	Inkoppling av reglerutrustning	11
3.3	Funktionskontroll	11
3.4	Långtidsmätningar	13
4	LÅNGTIDSPROV BORLÄNGE	16
4.1	Beskrivning av anläggning	16
4.2	Inkoppling av reglerutrustning	17
4.3	Funktionskontroll	17
4.4	Långtidsmätningar	18
5	MÄTUTRUSTNING OCH MÄTOSÄKERHET	22
5.1	Mätutrustning vid funktionskontroll	22
5.2	Mätutrustning vid långtidsprov	22
6	REFERENSER	24

BILAGOR

1	Beskrivning av reglerutrustning
2	Funktionskontroll av reglerutrustning för åstadkommande av balanserad ventilation

FÖRORD

Under uppvärmningssäsongen -87 och -88 har mätning och utvärdering av ett system för differenstrycksstyrning av balanserade ventilationsinstallationer genomförts. Två olika byggnader med detta system har studerats. Den ena byggnaden är en kontorsbyggnad och samlingslokal i Falun och den andra en verkstadslokal på Svenskt Stål AB i Borlänge.

Systemet för differenstrycksstyrning har konstruerats av Sune Bergs och Nils-Johan Nilsson på AB Air Control i Falun.

Genom de medverkandes intresse och förståelse för problem som kan inträffa har mätningen kunnat genomföras utan allvarigare avbrott. Ett speciellt tack för tålmod och vakande öga framförs på detta sätt till verkmästare Karl-Erik Mattsson på Svenskt Stål AB i Borlänge.

Borås i september 1988

Geron Johansson

1 SAMMANFATTNING

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 870427-4 från Statens råd för byggnadsforskning till Statens provningsanstalt, Borås.

Med balanserad ventilation menas att det skall vara lika mycket tilluftsflöde som frånluftsflöde i en byggnad. Ett ventilationssystem intrimmas och balanseras normalt vid ett tillfälle, t ex i samband med färdigställandet av anläggningen och byggnaden. Detta innebär att en yttre störning av ventilationsinstallationen, t ex igensättning av filter, ändrad utomhustemperatur m m kan påverka ventilationsflödena så att de inte längre är balanserade.

Företaget AB Air Control har tagit fram en utrustning som kontinuerligt mäter differenstrycket över byggnadsskalet och med utgångspunkt från detta styr t ex frånluftsfläkten. Detta innebär att konstant tryckdifferens erhålls över byggnaden.

Vid tidigare utförd funktionskontroll (se bilaga 2) har systemet visat sig fungera. Syftet med detta projekt har varit att ingående studera långtidfunktionen på utrustningen som beskrivits. Genom att välja två olika typer av anläggningar har utrustningens funktion kunnat bedömas på ett bättre sätt. Mätning med datalogger gav dessutom möjlighet att studera funktionen under kontinuerlig drift.

Mätningarna visar att utrustningen fungerar på avsett sätt. Det har dock visat sig vara problem med att få den ena anläggningen (kontors/samlingsbyggnad) att reglera korrekt, när för stor del återluftsinblandning har använts.

Vid den andra anläggningen (verkstadslokal) har intilliggande lokals ventilationssystem stört driften om porten mellan lokalerna varit öppen. Den intilliggande lokalens undertryck är så kraftigt att undertrycket i den utvärderade lokalen blev stort trots att frånluftsfläktarna var avstängda.

För att få en ännu bättre funktion bör framtida arbete inriktas på att studera en relevant placering av differenstrycksmätuttagen på byggnaden.

Eftersom reglerutrustningen i dag arbetar med en typ av on/off-reglering bör även möjligheten att kontinuerligt styra fläktmotorn via varvtalsreglering studeras.

Vidare bör det studeras om man i höga byggnader med täta våningsplan kan kompensera den termiska stigkraften genom att variera tryckbalansen mellan till- och frånluft.

2 PROBLEMBESKRIVNING

2.1 Balanserad ventilation

Med balanserad ventilation menas att en byggnad förses med ett tillufts- och ett frånluftssystem. Tillufts- respektive frånluftsflödet dimensioneras oftast så att de blir ungefär lika stora. Vanligast är dock att frånluftsflödet är något större än tilluftsflödet. Detta medför att byggnaden erhåller ett undertryck jämfört med utomhus, se fig 2.1.1.

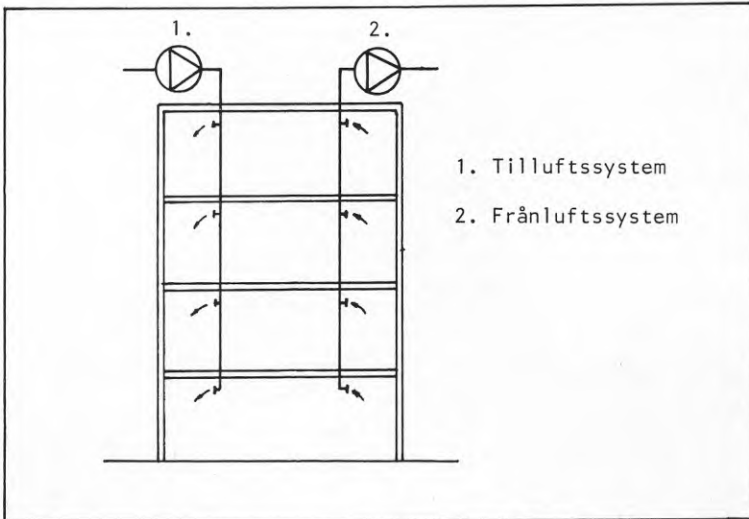


Fig 2.1.1. Principskiss över en byggnad med balanserad ventilation.

En ventilationslösning med undertryck inomhus är att föredra i de flesta fall och särskilt om man har fuktproduktion i byggnaden. Vid ett övertryck är risken stor att fukt transporteras ut i konstruktionen, vilket kan leda till fukt- och mögelskador. I samband med radonproblem kan dock ett nolltryck eller svagt övertryck vara fördelaktigt, men stor hänsyn måste då tas till eventuella fuktproblem.

2.2 Injustering av ventilationsinstallationer

Före slutbesiktning av en ventilationsinstallation genomförs en injustering av luftflöden. Vid injusteringen skall såväl del- som totalflöden injusteras. Vid detta tillfälle fastställs alltså vad byggnaden får för tryckbalans.

2.3 Vad påverkar injusteringen på lång sikt

Den injusterade tryckbalansen för byggnaden påverkas av olika faktorer efter en tids drift. Exempel på detta är

- försmutsning av kanalsystem
- försmutsning av fläktar och don
- förändrade spjällinställningar
- igensatta filter
- förändrade reglerparametrar

2.4 Yttre faktorer som påverkar tryckbalansen

På kort sikt påverkas tryckbalansen över byggnaden av

- termiska drivkrafter
- vind

Termisk drivkraft, som ofta kallas skorstensverkan, uppstår av tyngdlagen. I en byggnad, se fig 2.4.1, med en öppning i väggen och taket blir tryckskillnaden (p) över väggen

$$p = \rho \times g \times 273 \times (1/T_u - 1/T_r) \times h \text{ (Pa), där}$$

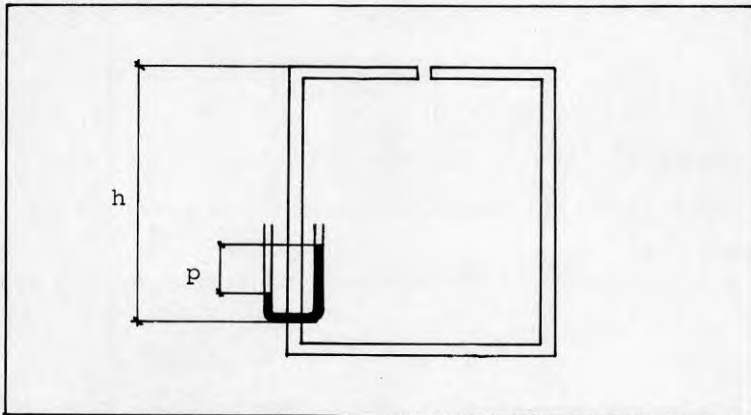
ρ = luftens densitet vid 0 °C (kg/m³)

g = tyngdacceleration (m/s²)

T_u = utetemperatur (K)

T_r = rumstemperatur (K)

h = höjd (m)



Figur 2.4.1. Termisk drivkraft

Skillnaden i tryck beror på att lufttrycket vid väggen utomhus är högre än lufttrycket vid taket om det är kallare ute än inomhus. Lufttrycket utgörs av tyngden av luftpelaren från atmosfärens yttre gräns till mätpunkten. Eftersom varm luft är lättare än kall luft kommer den "yttre" luftpelaren att bli tyngre än den inre och därmed blir det yttre trycket högre än det inre. Tryckskillnaden ger då upphov till en termisk drivkraft.

Exempel

Beräkna termiska drivkraften (p) om

$$h = 10 \text{ m}$$

$$T_u = -15 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_r = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$p = 1,29 \times 9,81 \times 273 (1/258 - 1/293) \times 10$$

$$p = 16 \text{ Pa}$$

Av beräkningen framgår att den termiska drivkraften är av betydelse och kan påverka injusteringen av en ventilationsinstallation.

Vindens inverkan av tryckbilden på en byggnad är mycket komplicerad. Vid ett stationärt tillstånd, dvs med konstant vindhastighet, kan man förenkla beräkningarna. Tryckets $p(A)$ avvikelse från barometertrycket kan då uttryckas som det dynamiska trycket i en friblåsande luftström multiplicerat med byggnadens formfaktor.

$$p(A) = c \times \frac{\rho \times v^2}{2} \quad (\text{Pa}) \quad \text{där}$$

c = byggnadens formfaktor (dimensionslös)

ρ = luftens densitet (kg/m^3)

v = vindhastighet (m/s)

Exempel

Beräkna $p(A)$ vid väggen av en byggnad som vinden blåser mot om

$$v = 5 \text{ m/s}$$

$$\rho = 1,29 \text{ kg/m}^3 \text{ (luftens densitet vid utomhustemperaturen } 0^\circ\text{C)}$$

$$c = +0,7 \text{ (ex enligt SBN)}$$

$$p(A) = 11 \text{ Pa}$$

Vinden kan alltså också kraftigt påverka tryckbilden runt en byggnad.

2.5 Punktutsug

En verkstadslokal med ett balanserat från- och tilluftssystem är ofta kompletterad med lokala punktutsug. Utsugen är till för att föra bort föroreningar vid källan. Denna typ av utsug används ofta intermittent. Vanligtvis finns ingen automatik som kopplar in mer tilluft när utsuget används. Detta innebär att ett större

undertryck erhålls i lokalen vid drift av utsuget. Det större undertrycket kan då medföra dragproblem i samband med otätheter i byggnadsskalet.

2.6 Behov av reglerutrustning för balanserad ventilation

Av ovanstående framgår att ett balanserat ventilationssystem kan påverkas av flera faktorer, efter det att injusteringen utförts. Påverkan sker både på kort och lång sikt. Det finns således ett behov av ett väl fungerande reglersystem för tryckhållning över byggnadsskalet vid balanserad ventilation.

3 LÅNGTIDSPROV FALUN

3.1 Beskrivning av anläggning

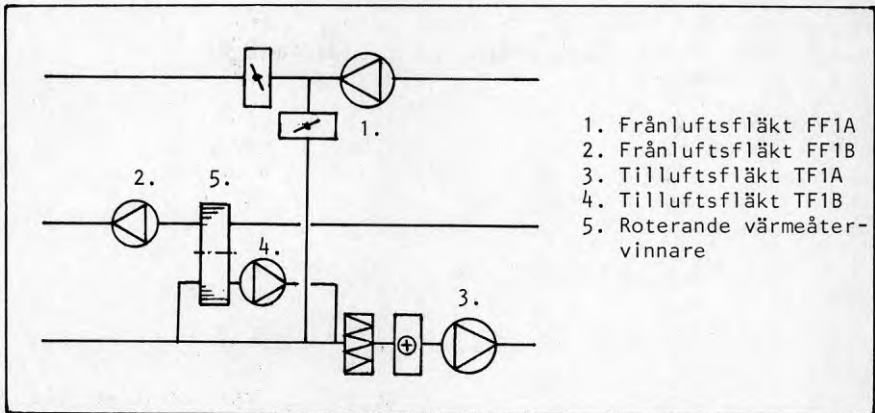
Den utvalda anläggningen i Falun betjänar ett församlingshem vid namn Kristinegården. Fastigheten är belägen i centrala Falun. Byggnaden består av samlingssalar och en kontorsdel, se fig 3.1.1.



Figur 3.1.1. Foto över byggnad.

Två ventilationssystem betjänar byggnaden, ett för samlingssalarna (aggregat 2) och ett för lokaler i källare och entréplan, loger en trappa samt för kontorslokaler två trappor (aggregat 1) Ventilationsystemet för samlingssalarna används endast vid behov, dvs oftast några timmar kvällstid. Eftersom aggregat 2 endast används intermittent har endast aggregat 1 utrustats med reglerutrustning för balanserad ventilation.

Aggregat 1 består av ett balanserat till- och frånluftssystem med möjlighet till återluftsföring. Frånluft från toalettutrymmen tas separat. Frånluftsflödet från toalettutrymmena värmeåtervinns med hjälp av en roterande värmeväxlare till ett delflöde av tilluftsflödet, se figur 3.1.2.



Figur 3.1.2. Principschema för ventilationsaggregat 1.

Mängden återluft justeras så att maximala återluftsmängden används vid minimitemperatur, dvs -20°C . Med hjälp av en reglercentral minskar återluftsinblandningen vid stigande temperatur.

3.2 Inkoppling av reglerutrustning

Reglerutrustningen inkopplades parallellt till FF1A och FF1B, vilket innebär att båda fläktarna går med högt eller lågt varvtal. Differenstrycket över byggnadsskalet mättes på entréplanet.

3.3 Funktionskontroll

Innan och efter det att långtidsmätningarna startade genomfördes en funktionskontroll av ventilationsinstallationen. Vid kontrollen mättes luftflöden över aggregat 1, både vid högt och lågt varvtal på frånluftsfläktarna.

Vid funktionskontrollen som genomfördes innan långtidsprovet startades, upptäcktes att anläggningen kontinuerligt kördes med full återluftsinblandning. Personalen har också klagat på dåligt inomhusklimat en längre tid, vilket tyder på att detta fel ej uppstått nyligen. Efter funktionskontrollen reparerades reglerutrustningen så att den fungerade som var avsett enligt ovan.

Vidare konstaterades genom stickprovsmätningar att anläggningen inte var fullständigt injusterad. En korrekt injustering bör utföras innan reglerutrustningen installeras.

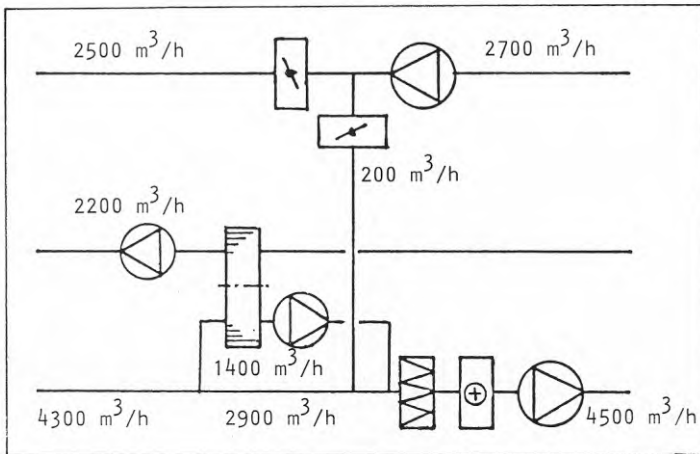
Resultat från luftflödesmätningar med återluftsspjället stängt

Högfart fränluftsfläktar (se fig 3.3.1)

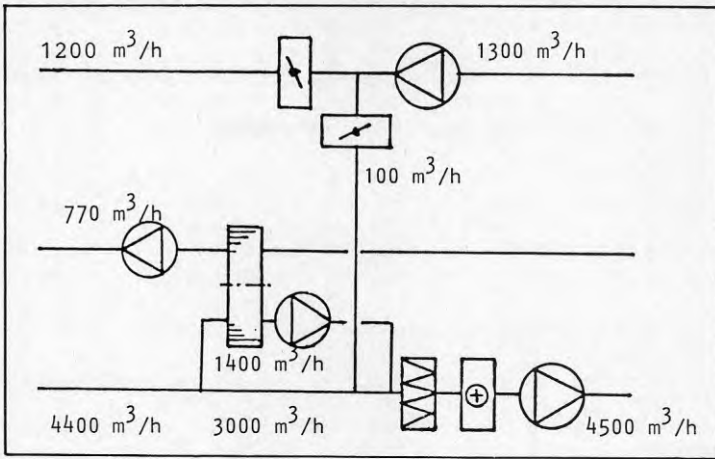
		m ³ /s	m ³ /h
Fränluft	FF1A	0,75	(2700)
Fränluft	FF1B	0,61	(2200)
Återluft		0,06	(200) återluftsspjäll stängt
Avluft		1,30	(4700)
Tilluft	TF1A	1,25	(4500)
Tilluft	TF1B	0,39	(1400)
Uteluft		1,19	(4300)

Lågfart fränluftsfläktar (se fig 3.3.2)

		m ³ /s	m ³ /h
Fränluft	FF1A	0,36	(1300)
Fränluft	FF1B	0,21	(770)
Återluft		0,03	(100) återluftsspjäll stängt
Avluft		0,55	(1990)
Tilluft	TF1A	1,25	(4500)
Tilluft	TF1B	0,39	(1400)
Uteluft		1,19	(4400)



Figur 3.3.1. Luftflöden vid högfart fränluft.

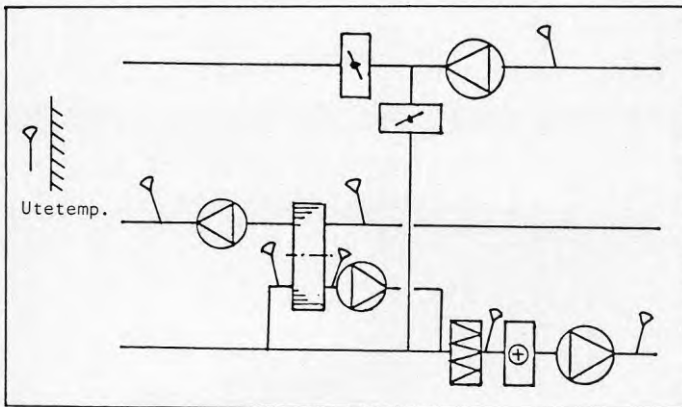


Figur 3.3.2. Luftflöden vid lågfart frånluft.

3.4 Långtidsmätningar

För långtidsmätning installerades mätutrustning för kontinuerlig mätning av temperaturer och differenstryck över byggnadsskalet. Mätning av differenstryck utfördes ovanför fönstret i ett kontor på översta planet. Denna mätpunkt valdes eftersom det är större risk för övertryck inomhus överst i en byggnad. Reglerutrustningens mätuttag fanns dock som tidigare nämnts på entréplan.

Temperaturmätningarna genomfördes i ventilationsinstallationen i enlighet med figur 3.4.1.



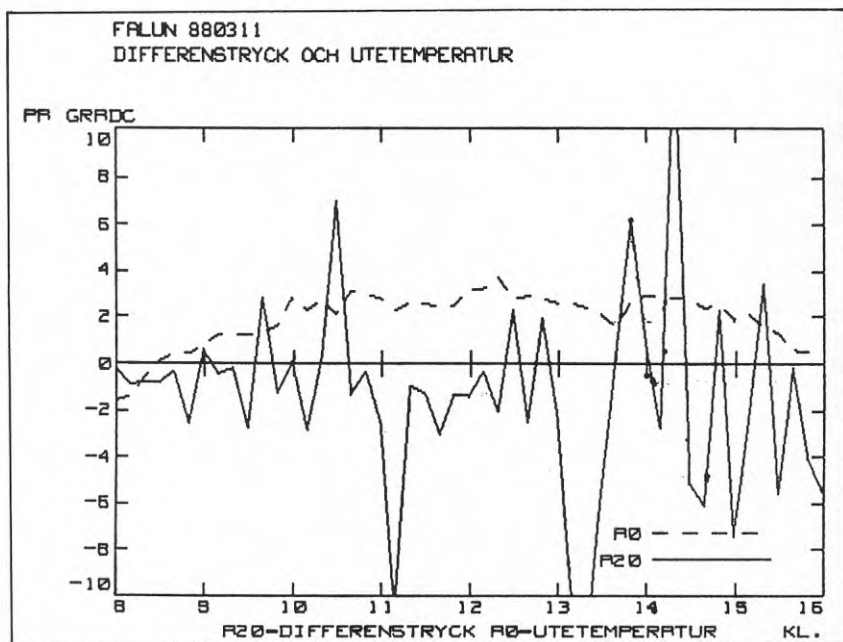
Figur 3.4.1 Temperaturmätpunkter.

För att studera effekterna av reglerutrustningen genomfördes långtidsmätningarna enligt följande schema.

- | | |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 871201-871214 | Reglerutrustning för differenstrycksstyrning i drift, max återluft beroende på fel i reglerutrustningen |
| 871214-871228 | Reglerutrustning för differenstrycksstyrning i drift, återluftsinblandning enligt börvärde från reglerutrustning |
| 871222-880128 | Reglerutrustning för differenstrycksstyrning <u>ur</u> drift, återluftsinblandning enligt börvärde från reglerutrustning |
| 880128-880224 | Reglerutrustning för differenstrycksstyrning i drift, återluftsspjäll stängt |
| 880224-880330 | Reglerutrustning för differenstrycksstyrning <u>ur</u> drift, återluftsspjäll stängt |

Vid den ursprungliga mätplaneringen skulle enbart driften av reglerutrustningen för differenstrycksstyrningen varieras. Det visade sig dock att återluftsinblandningen "slog ut" reglerutrustningen för differenstrycksstyrningen, varför det beslöts att anläggningen skulle köras utan återluftsinblandning.

I figur 3.4.2 redovisas tryckdifferensen över byggnadsskalet vid oreglerad drift. Utomhustemperaturen är också redovisad. Mätningarna är utförda mellan kl 08.00 och 16.00 den 8 mars 1988.



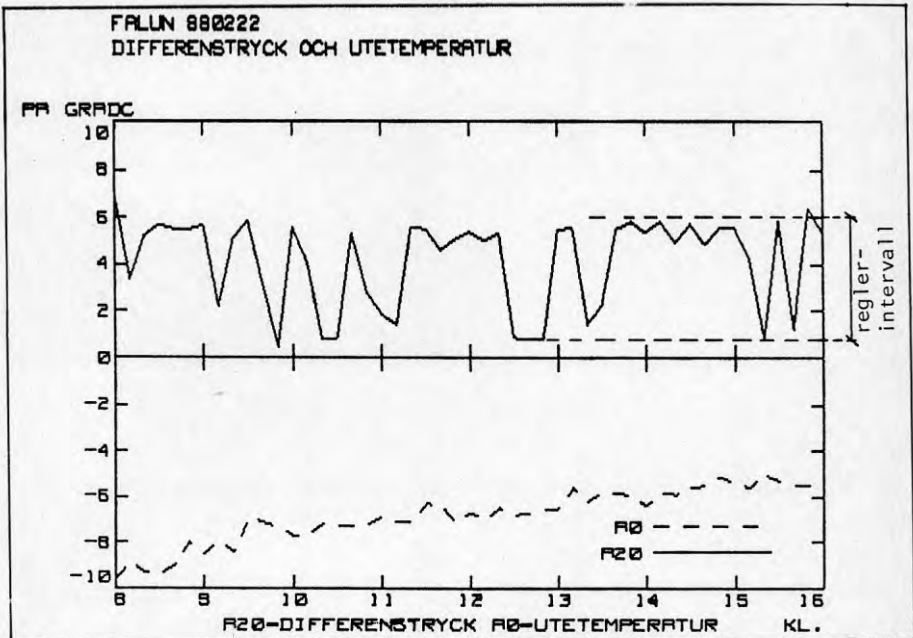
Figur 3.4.2. Differenstryck och temperaturmätning 88-03-11, oreglerad drift.

Figur 3.4.3 visar motsvarande mätningar vid reglerad drift. Av figurerna framgår att ett jämnare differenstryck erhålls vid reglerad drift jämfört med oreglerad drift. Yttre påverkan av trycket verkar reglerutrustningen klara att kompensera för. Störningar som framgår av exemplet från oreglerad drift märks ej vid reglerad drift.

Vid det reglerade driftfallet (fig 3.4.3) framgår att max frånluftsflöde "bryter" vid ca 0 Pa och min frånluftsflöde "bryter" vid ca +6 Pa. Beroende på att mätningarna genomfördes var 10:e minut kan trycket vara stigande eller sjunkande vid mättillfället.

Genom att ytterligare justera min- och maxfrånluftsflödet kan differensen mellan min- och maxtryck sänkas. Detta medför då att tryckdifferensregleringen över byggnadsskalet blir ytterligare förbättrad. Denna justering kan dock bara genomföras till en viss gräns, eftersom det annars föreligger risk för att komma utanför reglerområdet.

Av denna mätning framgår också att det vid reglerad drift är ett övertryck på översta våningen i kontorsbyggnaden. Detta bör justeras till noll- eller undertryck för att eliminera risken för fuktskador.



Figur 3.4.3. Differenstryck och temperaturmätning 88-08-28, reglerad drift.

4 LÅNGTIDSPROV BORLÄNGE

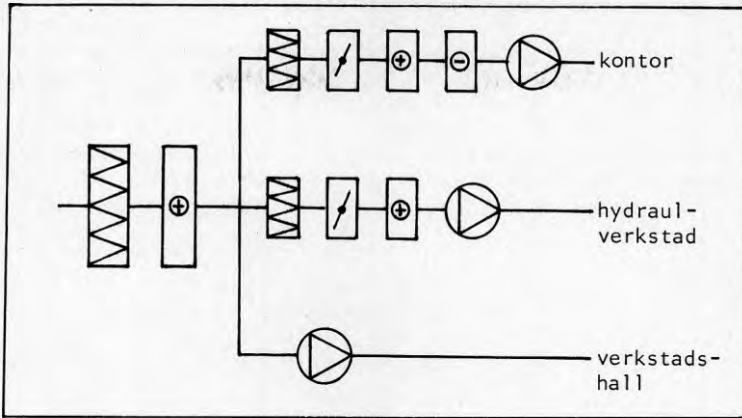
4.1 Beskrivning av anläggning

Anläggningen i Borlänge betjänar en verkstadslokal på SSAB, se figur 4.1.1. Verkstadslokalen, som benämns filarverkstaden, är 82 x 20 m med en medelhöjd på 13 m. Lokalen är försedd med tre tilluftssystem och två takfläktar för frånluft. Se principschema figur 4.1.2. Dessutom finns ett mindre frånluftssystem från verkstadskontoret samt några mindre punktutsugsfläktar.



Figur 4.1.1. Foto inifrån verkstadslokal.

Verkstaden är sammanbyggd med en annan lokal efter ena långsidan. Förbindelse finns med skjutportar.



Figur 4.1.2. Principschema för ventilationssystemet.

4.2 Inkoppling av reglerutrustning

Reglerutrustningen inkopplades parallellt till båda takfläktarna i verkstadshallen, vilket innebär att båda fläktarna går med högt eller lågt varvtal. Differenstrycket över byggnadsskalet mättes på ca 0,5 m höjd över verkstadsgolvet.

4.3 Funktionskontroll

Före långtidsmätningarna genomfördes en funktionskontroll av ventilationsinstallationen. Vid kontrollen mättes tilluftsflöden över tilluftsaggregaten. Frånluftsflödet över takfläktarna gick ej att mäta med acceptabel mätosäkerhet.

Luftflödesmätningarna gav följande resultat (se även figur 4.3.1).

Tilluftsflöde verkstadshall	8,67 m ³ /s	(31 200 m ³ /h)	
Tilluftsflöde hydraulverkstad	1,50 "	(5 400 ")
Tilluftsflöde kontor	0,87 "	(3 150 ")

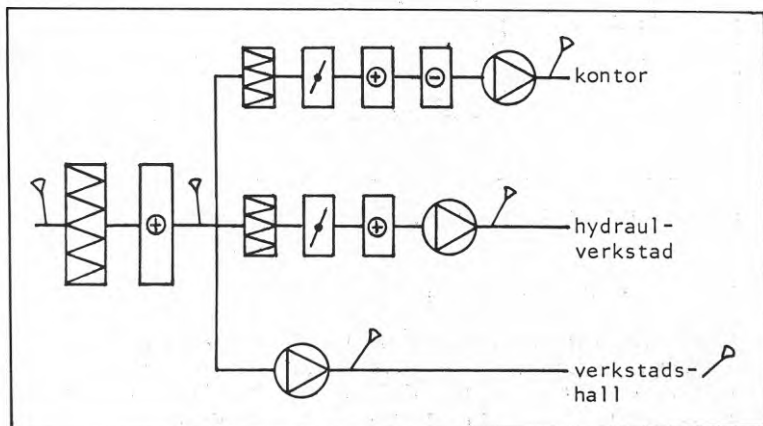
Totalt tilluftsflöde verkstadsbyggnad	11,04 m ³ /s	(39 750 m ³ /h)
---------------------------------------	-------------------------	----------------------------

Anm. Vid funktionskontrollen upptäcktes att kylaggregatet för kontoret var i drift samtidigt som värmebatteriet. Felet åtgärdades efter påpekandet.

4.4 Långtidsmätningar

För långtidsmätning installerades mätutrustning för kontinuerlig mätning av temperatur och differensstryck över byggnadsskalet. Mätning av differensstrycket utfördes på ca 0,5 m över verkstads-golvet, dvs samma höjd som mätuttaget till reglerutrustningen för differensstrycksstyrningen.

Temperaturmätningarna genomfördes i ventilationsinstallationen i enlighet med figur 4.4.1.



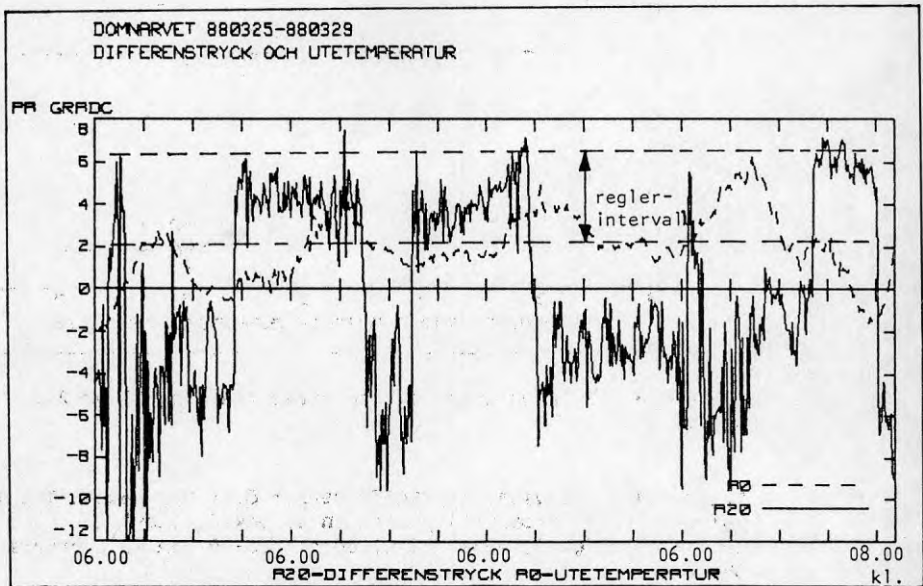
Figur 4.4.1 Temperaturmätpunkter.

För att studera effekterna av reglerutrustningen genomfördes långtidsmätningarna enligt följande schema.

- | | |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 871203-871228 | Reglerutrustning för differensstrycksstyrning i drift |
| 871228-880201 | Reglerutrustning för differensstrycksstyrning <u>ur</u> drift |
| 880201-880219 | Reglerutrustning för differensstrycksstyrning <u>ur</u> drift, försök med port stängd mellan filarverkstad och intilliggande verkstad |
| 880219-880303 | Som föregående, men även ventilation i gång nattetid |
| 880303-880329 | Reglerutrustning för differensstrycksstyrning i drift, försök med port stängd och även ventilation i gång nattetid. |

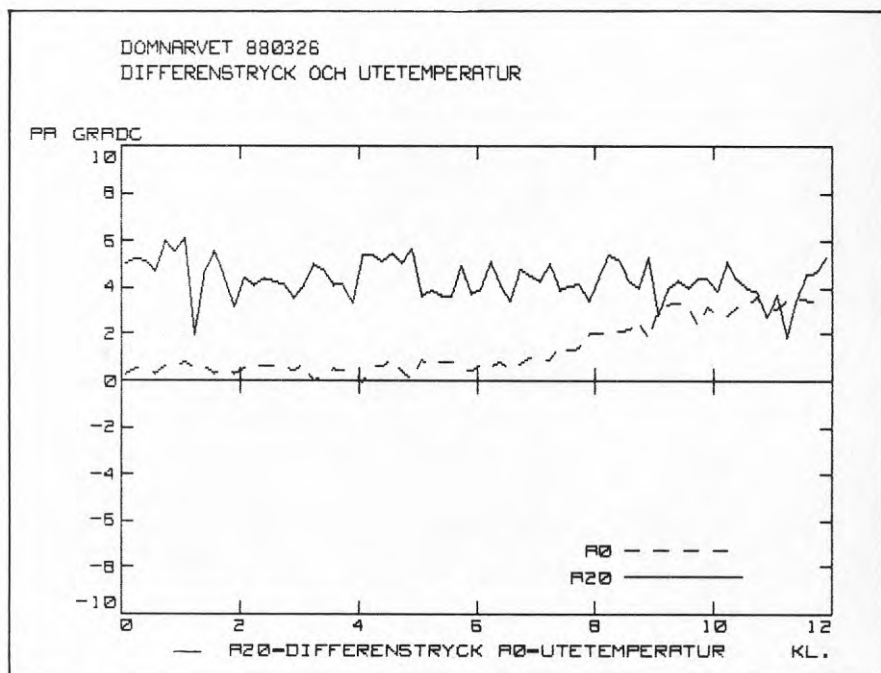
Eftersom verkstadslokalen intill filarverkstaden har ett kraftigt undertryck måste försöket genomföras med porten stängd mellan lokalerna. Undertrycket i intilliggande lokal är stort. Trots att frånluftsfläkten är avstängd i filarverkstaden erhålls ett undertryck i denna lokal, om porten till den andra lokalen är öppen.

Figur 4.4.2 visar vad som händer med differenstrycket när porten mellan verkstadslokalerna är öppen. Vid denna mätning är utrustningen för differenstrycksreglering i drift. När porten är stängd varierar trycket endast några Pa.



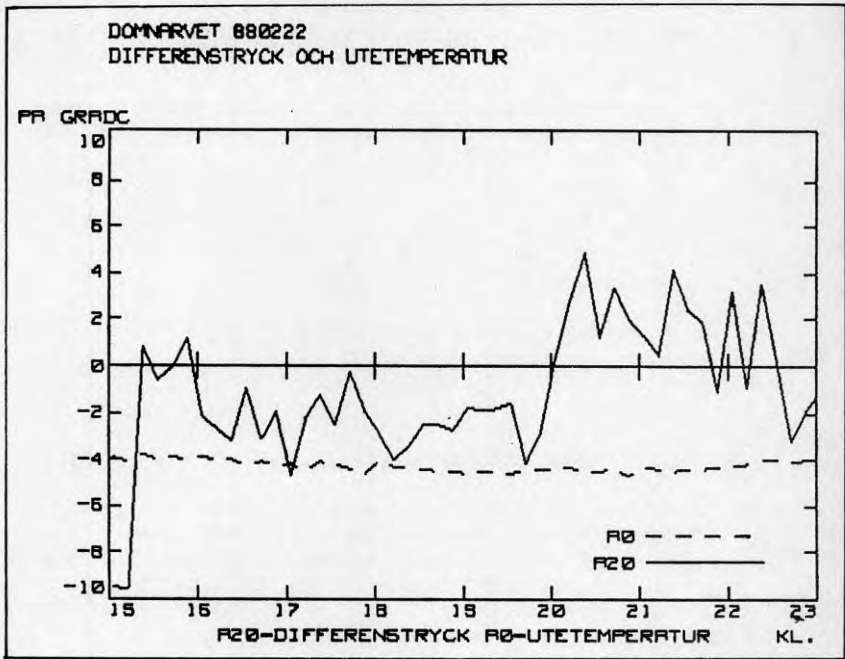
Figur 4.4.2. Differenstryck och temperaturmätning 880325-880329, reglerad drift.

I figur 4.4.3 redovisas differenstryck och utetemperatur vid reglerad drift den 26 mars 1988. Mätningarna är utförda mellan kl 00.00 och 12.00. Vid denna tid har porten mellan verkstadslokalerna varit stängd och trycket varierar endast några Pa.



Figur 4.4.3. Differenstryck och temperaturmätning 88-03-26, reglerad drift.

I figur 4.4.4 redovisas tryckdifferenser över byggnadsskalet vid oreglerad drift. Utomhustemperaturen är också redovisad. Mätningarna är utförda mellan kl 15.00 och 23.00 den 22 februari 1988.



Figur 4.4.4. Differenströck och temperaturmätning 88-02-22, oreglerad drift.

5 MÄTUTRUSTNING OCH MÄTOSÄKERHET

5.1 Mätutrustning vid funktionskontroll

Spärgasmätutrustning för luftflödesmätning bestående av

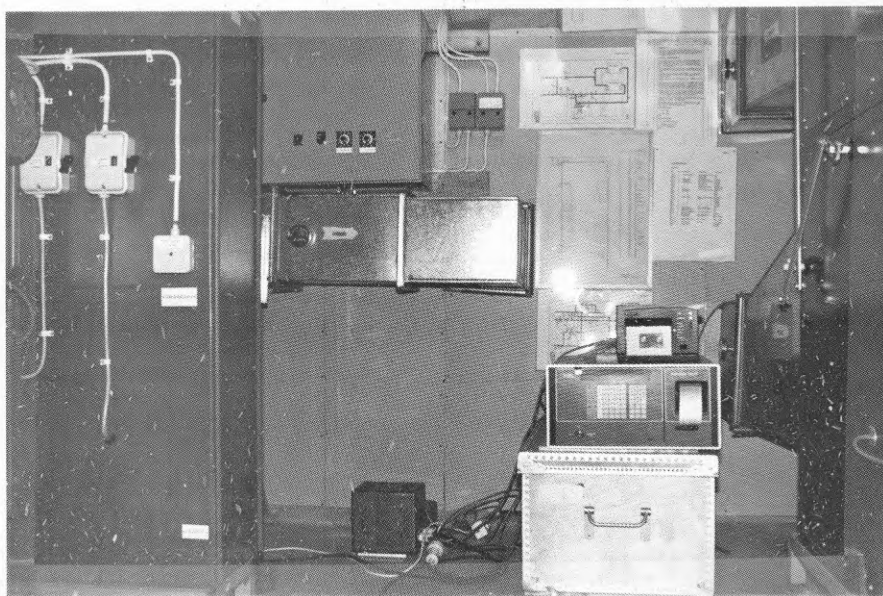
- spärgas N_2 (lustgas)
- massflödesmätare av fabrikat Matheson typ F-112-TA
- gasanalysator av fabrikat Leybold Heraeus typ BINOS
- prandtlrör
- mikromanometer
- kalibrerad mätpåse
- stoppur av fabrikat SEIKO

Mätosäkerhet:

- Flöde med spärgasmetoden $\pm 9 \%$
- Flöde med prandtlrör $\pm 7 \%$
- Tilluftsflöde med påsmetoden $\pm 5 \%$

5.2 Mätutrustning vid långtidsprov

Datinsamlingen utfördes med hjälp av en Accurex datalogger. Mätdata lagrades av dataloggern på kassetband i form av 10-minutersvärden. Banden byttes två gånger per vecka och skickades till provningsanstalten. Mätdata från banden överfördes till laboratoriets minidator för vidare utvärdering.



Figur 5.2.1 Foto på mätutrustning för långtidsmätning.

Vid temperaturmätning har resistanstermometrar typ PT 100 använts. Analog signalen har insamlats av dataloggern.

Differenstrycksmätning har genomförts med differenstryckmätare typ Furness (Borlänge) och typ Setra (Falun). Analog signalen från dessa instrument har insamlats av dataloggern. Eftersom denna typ av differenstryckmätare nollpunktsdriver något med tiden, har en magnetventil och klocka använts så att ett referenstryck (nolltryck) har avlästs varannan 5-minutersperiod.

Mätosäkerhet

- Temperatur $< 0,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Differenstryck $< 0,2 \text{ Pa}$

6 REFERENSER

Kronvall, J, Mätningar och mätmetoder för lufttätthet

Nylund, Räkna med luftläckning. Samspel byggnad -
ventilation

Nylund, Tjyvdrag och ventilation

Herrlin, Tekniskt meddelande 268. (Inst för uppvärmnings-
och ventilationsteknik, KTH). Stockholm

BESKRIVNING AV REGLERUTRUSTNING
UPPRÄTTAD AV AB AIR CONTROL

AB AIR CONTROL
Skuggarvet 10
790 15 Sundborn
Tel: 023/36052, 36045
Mobiltel: 010/523340

AB AIR CONTROL

NILS-JOHAN NILSSON, ÖSTERSUND

SUNE BERGS, FALUN

AFFÄRSIDE: ATT UTVECKLA VENTILATIONSTEKNIK
"BALANSERAD VENTILATION"

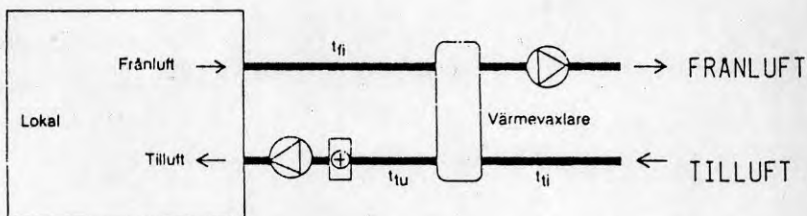
NUVARANDE SA KALLADE NOLLTRYCKSSYSTEM ÄR ALLA BASE-
RADE PÅ EN MEKANISK INTRIMNING AV VENTILATIONS-
SYSTEMET VID ETT GIVET TILLFÄLLE.

NÄR DE YTTRE FÖRUTSÄTTNINGARNA ÄNDRAS UPPNAS EJ
NOLLTRYCK.

VÅR PRINCIP BYGGER PÅ ATT BEHÅLLA SAMMA LUFTRYCK
I DEN VENTILERADE LOKALEN, I FÖRHÅLLANDE TILL UTE-
LUFTEN, OAVSETT VILKA FÖRÄNDRINGAR SOM SKER.

DETTA UPPNÅR VI GENOM ATT KONTINUERLIGT MÄTA
DIFFERENSSTRYCKET OCH MED DETTA REGLERA T.EX.
FRANLUFTSFLÖDET.

NORMALT VENTILATIONSSYSTEM MED ATERVINNING.



NORMAL DRIFT GER EN VARIATION PÅ 20 - 30 % I
LUFTMÄNGD MELLAN TILL- OCH FRANLUFT.

ORSAKER: VARIATION I UTETEMPERATUR
LUFTENS SAMMANSÄTTNING
VARIATION I VERKNINGSGRAD HOS VÄRMEVÄXLAREN
FÖRSMUTSNING AV FILTER

DETTA ÄR ENDAST EXEMPEL PÅ ORSAKER SOM GER VARI-
ERANDE TRYCKFÖRHÅLLANDEN FÖR DEN VENTILERADE
LOKALEN.

LAG UTETEMPERATUR GER NÄSTAN ALLTID UNDERTRYCK
INOMHUS SOM RESULTERAR I:

- KALLDRAG I ALLA DÖRR- OCH FÖNSTERSPRINGOR
- KALLA GOLV OCH LUFTSKIKTNING I LOKALEN
- DALIG KOMFORT FÖR PERSONALEN
- VÄRMEFÖRLUSTER
- SKADOR PÅ BYGGNADEN
- FROSTNING I ALLA SPRINGOR
- VID HÖGRE BYGGNADER BLIR TERMIKEFFEKTEN STOR
MED ÖVERTRYCK I ÖVRE DELEN SOM ORSAKAR SKADOR
PÅ BYGGNADEN.

"BALANSERAD VENTILATION"

DEN STORA NYHETEN MED VART SYSTEM ÄR ATT VI KAN MÄTA OCH REGLERA DIFFERENSTRYCKET MELLAN INNE- OCH UTELUFTEN INOM PLUS/MINUS 2 TILL 3 PASCAL.

ENKLA SÄTTET ÄR NORMALT ATT REGLERA VARVTALET PÅ FRÄNLUFTSFLÄKTEN. NORMALT MÅSTE DÅ HASTIGHETEN SÄNKAS.

VI UPPNÅR FÖLJANDE EFFEKTER:

- KOMFORTEN ÖKAS.
- VÄRMEKOSTNADEN MINSKAR.
- SKADOR PÅ BYGGNADEN P.G.A. ÖVERTRYCK FÖRHINDRAS.
- ALL TILLUFT GÅR GENOM ORDINÄRE LUFTINTAG OCH GATANS LUFT SUGS EJ IN GENOM ENTREN.
- INGET DRAG ELLER FROSTNING I FÖNSTER OCH DÖRRSPRINGOR.
- INGEN LUFTSKIKTNING MED KALLUFT UTEFTER GOLVET.
- VENTILATIONEN STÖRS EJ AV ATT FÖNSTER ÖPPNAS.
- OM EN VENTIL STÄNGS ELLER ÖPPNAS I ETT RUM FÖRÄNDRAS EJ FÖRHÅLLANDENA I ANDRA RUM.
- UTRUSTNINGEN ÄR MYCKET ENKEL ATT INSTALLERA.

BALANSERAD VENTILATION.

Alla normala ventilationssystem som finns i dag kan ej kompensera de flesta naturliga variationer som uppstår från tid till annan.

Om ett system installeras som alltid kompenserar till- eller frånluftsflödet så att trycket i den ventilerade lokalen alltid är samma eller nästan samma som utomhus försvinner automatiskt många problem.

ÄNDRADE FÖRHÅLLANDEN.

Det är allmänt känt att intrimning av ett ventilationssystem endast görs vid ett tillfälle med då gällande temperaturer och andra fysiska data. När någon parameter ändras ändras också effektiviteten på ventilationen. Följande tre huvudanledningar till problemen kan konstateras.

- Uteluftens temperatur
- Öppet fönster eller annan förändring av luftflödet.
- Luftfuktigheten och luftens sammansättning.

Bifogade figurer visar mycket förenklat vad som inträffar vid olika förändringar om ventilationen är balanserad enligt vår patentsökta princip.

- Fig 1. visar en ventilation som omfattar 4 rum i ett plan. Från början är luften jämnt fördelad mellan de fyra rummen. Om en tilluftsventil stänges fördelas tilluften jämnt i de tre övriga rummen.

Om vi antar att frånluften suger en viss luftmängd genom springor ser vi att vi behöver öka frånluften med t.ex. 100 enheter för att uppnå balans i de övriga rummen. Har vi då vår styransluten till ett av de andra rummen ökar vi automatiskt frånluften med 100 enheter.

Därmed kan vi visa att ett öppet fönster eller annat ingrepp i ett rum ej påverkar balansen i luftflödet i de andra rummen.

- Fig 2. visar att automatisk kompensation sker även för t. ex. ett punktutslag.
- Fig 3. påvisar den kompensation som sker genom förändringar i utetemperaturen.

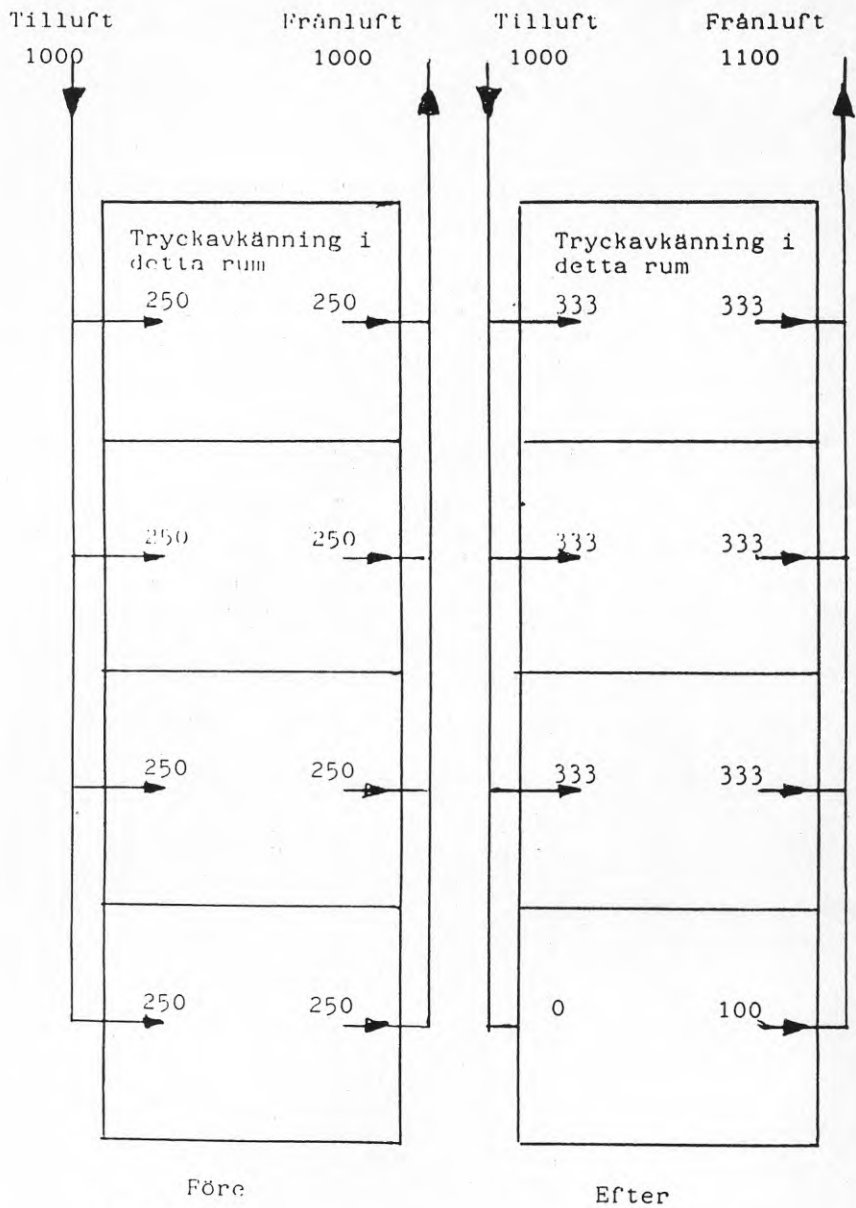


Fig 1.
Ovanstående exempel visar situationen före och efter det att tilluften stängts av till ett rum.

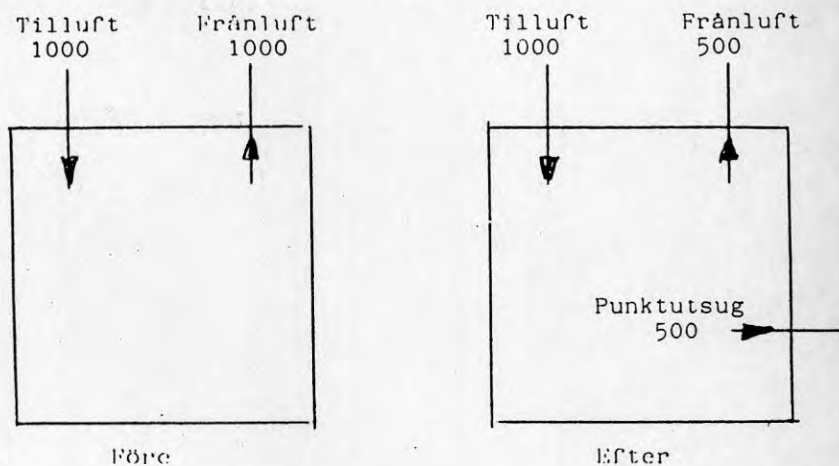


Fig 2.
Skillnad före och efter start av ett punktutsug.

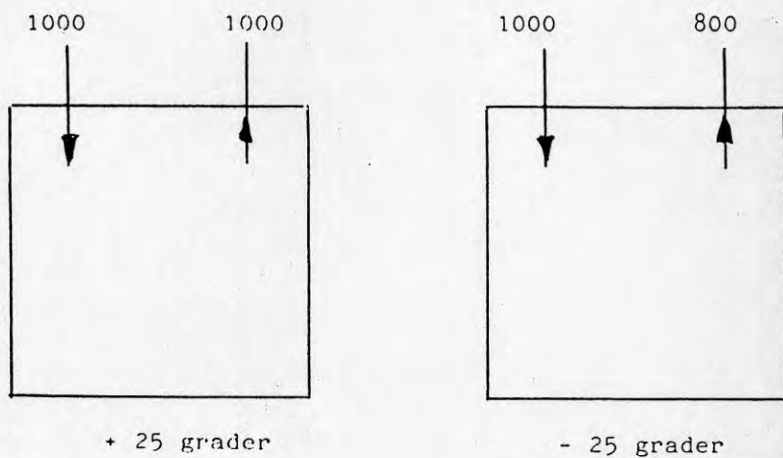
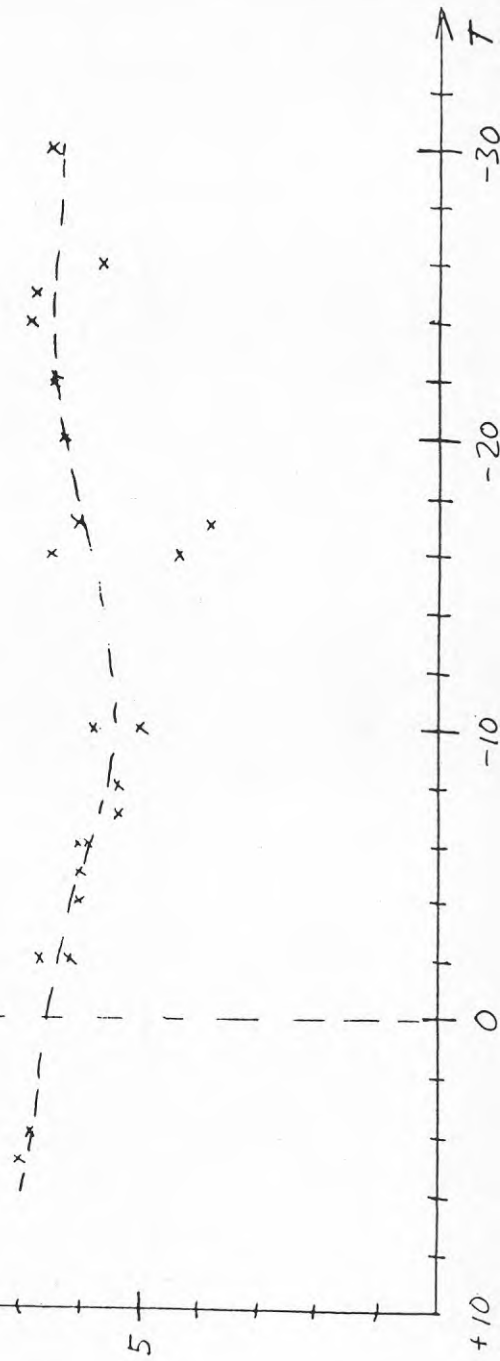


Fig 3.
Skillnaden vid olika utetemperaturer.

FRANLUFTSFLÄKT

NOLLPKT
VÄRVTAL

AB AIR CONTROL
TESTANLÄGGNING NR1
1987-01-27



UTETEMPERATUR

KOMPENSATION FÖR TERMISKA DRIVKRAFTER.

DE TERMISKA DRIVKRAFTERNA HAR STOR BETYDELSE I HÖGRE BYGGNADER. VID EN TEMPERATURSKILLNAD PÅ 20 GRADER ÄR DESSA C:A 1 PA/M.

$$\Delta p_{TH} = gH (\rho_u - \rho_i)$$

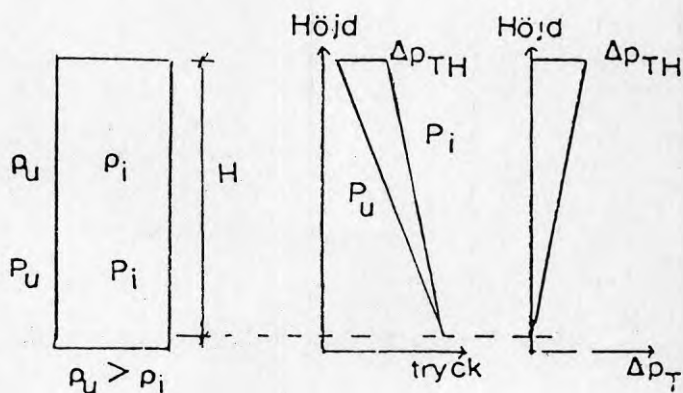
Δp_{TH} = termiska drivtrycket (Pa)

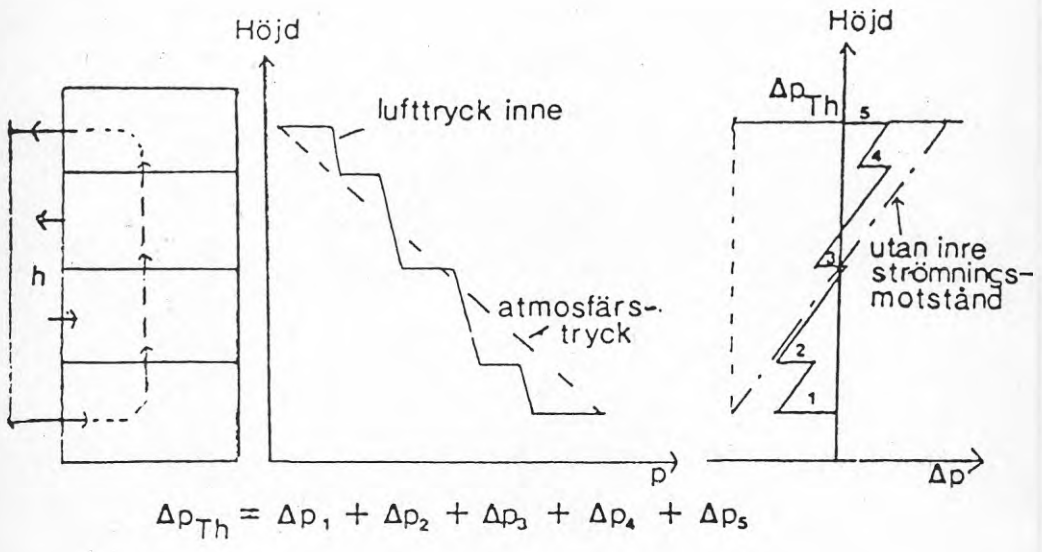
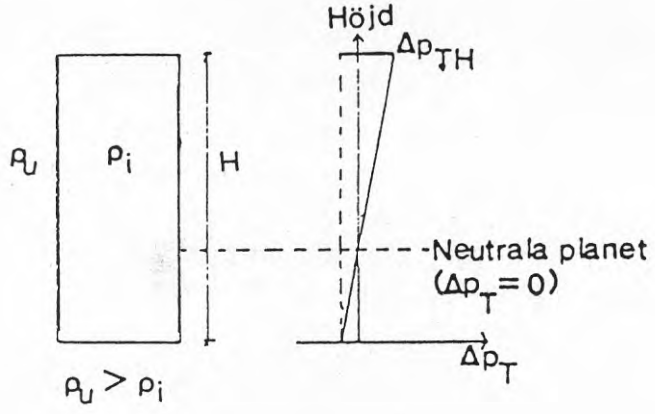
g = jordaccelerationen (m/s^2)

H = höjdskillnaden (m)

ρ_u = densiteten hos uteluften (kg/m^3)

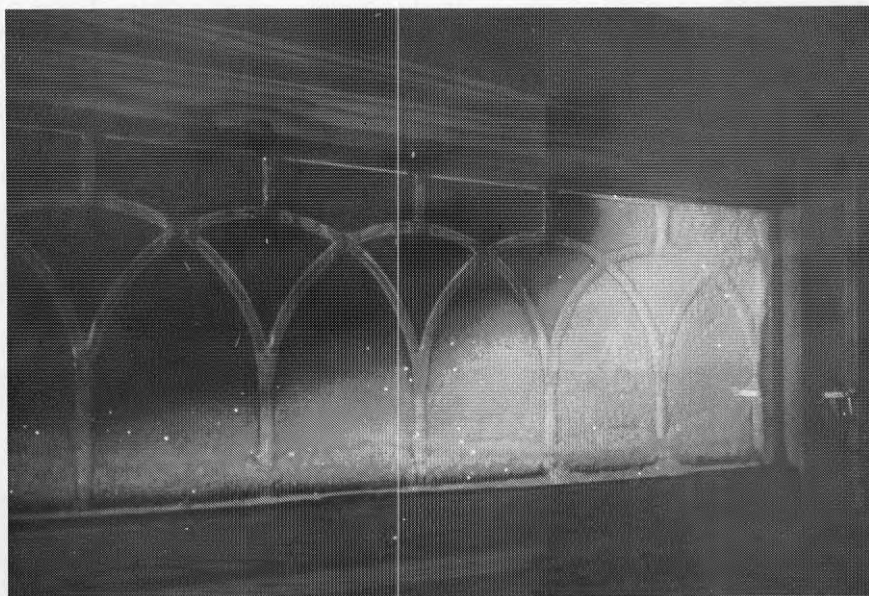
ρ_i = densiteten hos inneluften (kg/m^3)





AB AIR CONTROL
Tel: 023/36052

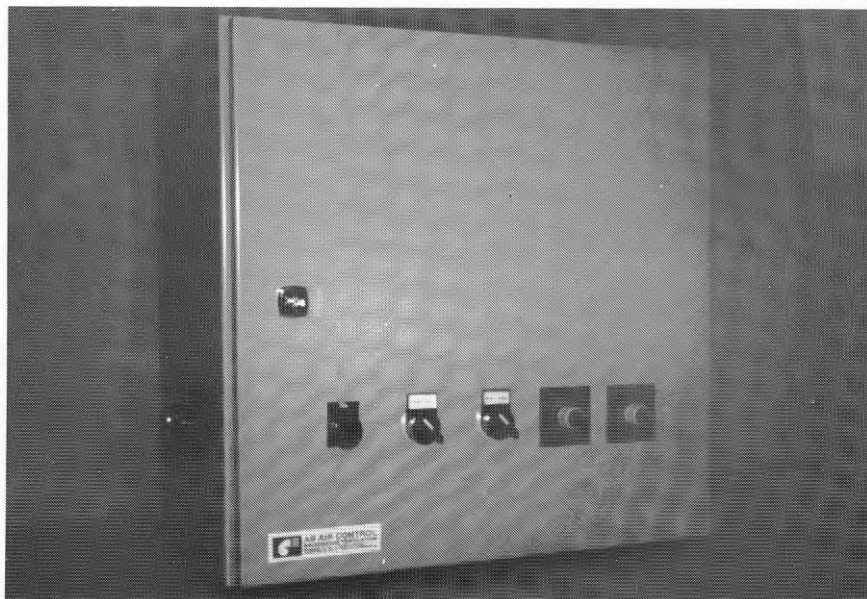
EXEMPEL PÅ FROSTNING I VILLA UTRUSTAD MED KOMPLETT
VENTILATION INKLUSJVE ATERVINNING. UTETEMP -20.



AB AIR CONTROL
Tel: 023/36052

EXEMPEL PÅ STYRUTRUSTNING FÖR ATT UPPNÅ
"BALANSERAD VENTILATION"

DENNA UTRUSTNING ÄR AVSEDD FÖR VARVTALSREGLERING
AV EN MOTOR PÅ 3 KW. STORLEK 500 x 500 x 300 mm.



SYSTEMETS OLIKA UTBYGGNADSMÖJLIGHETER.

- GRUNDUTFÖRANDET REGLERAR TILL- OCH FRANLUFT SA TRYCKUTJÄMNING SKER.
- NORMALT REGLERAS EN AV FLÄKTARNAS VARVTAL MED FREKVENSONMÄNDLING.
- VID FLERA LOKALER ANSLUTNA TILL SAMMA SYSTEM RÄCKER DET ATT ANVÄNDA EN SOM REFERENS.
- ÖVERTRYCK ELLER UNDERTRYCK KAN VID BEHOV VÄLJAS OM SA ÖNSKAS.
- GRUNDINSTÄLLNINGEN PÅ ANLÄGGNINGEN AVGÖR OM VISSA LOKALER FAR ETT UNDER- ELLER ÖVERTRYCK. FÖRHÅLLANDET TILL REFERENSLOKALEN OCH UTELUFTEN PÅVERKAS MYCKET LITET VID T.EX. ÄNDRING AV UTETEMPERATUREN.
- ÄNDRING AV EN LOKALS RELATIVA TRYCK KAN SKE GENOM ATT TRYCKREGLERA ETT SPJÄLL.
- I EN FLERVÄNINGSBYGGNAD KAN OLIKA TRYCK VÄLJAS FÖR VARJE VÄNING.
- GENOM ATT REGISTRERA EN LOKALS TRYCK I STÄLLET FÖR TRYCKET I OLIKA KANALER KAN VI ALLTID ERHÅLLA ETT KONSTANT RELATIVT TRYCK. DESSUTOM KAN VI ÄNDRA DETTA TRYCK EFTER BEHOV.
- ATT INSTALLERA I BEFINTLIGA SYSTEM ÄR MYCKET ENKELT. NORMALT ENDAST INKOPPLING AV EN STYR- UTRUSTNING PÅ EN MOTORKABEL, SAMT EN TRYCKSLANG TILL EN YTTRE REFERENSPUNKT.

KOSTNADER.

- UTRUSTNING FÖR 5000 m³/tim C:A 20.000:-
- UTRUSTNING FÖR 20000 m³/tim C:A 40.000:-
- STÖRRE ANLÄGGNINGAR BEDÖMMES FRÅN FALL TILL FALL.
DÄR KAN VISSA FLÄKTENHETER KOPPLAS TILL ELLER
FRÅN HELT OCH HALLET.
- REGLERING MELLAN OLIKA RUM ELLER VANINGAR HAR
ÄNNU EJ KALKYLERATS I DETALJ, MEN DET BLIR
INTE MÅNGA TUSEN.
- VI RÄKNAR MED ATT EN ANLÄGGNING KAN BETALA SIG
PÅ ETT TILL TVÅ ÅR I SPARAD ENERGI. DESSUTOM
TILLKOMMER DEN FÖRBÄTTRADE ARBETSMILJÖN.
- FÖR NYA ANLÄGGNINGAR KAN I MÅNGA FALL BESPARINGAR
GÖRAS I ANLÄGGNINGSKOSTNADEN GENOM ATT MINDRE
HÄNSYN KAN TAS TILL UTBALANSERINGEN.
- VI BEFINNER OSS I BÖRJAN AV ETT NYTÄNKANDE OCH
DET FRAMKOMMER SÄKERT YTTRELLIGARE EKONOMISKA
FÖRDELAR.

FUNKTIONSKONTROLL AV REGLERTRUSTNING FÖR
ÅSTADKOMMANDE AV BALANSERAD VENTILATION

Utförd på anläggning i Östersund av
Statens Provningsanstalt.

FÖRORD

Uppdraget avsåg att undersöka en reglerutrustning som styr frånluftens flödet så att "nolltryck" erhålls över byggnadsskalet.

Avsikten var att genom simulerade störningar och "enkla" mätningar funktionskontrollera ett system som finns installerat hos bilföretaget Nils-Johan Nilssons AB i Östersund.

Resultatet och erfarenheterna från denna funktionskontroll ska sedan användas vid en utökad undersökning som är planerad.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

- 1 Beskrivning av ventilationsanläggning
- 2 Beskrivning av reglerutrustning
- 3 Mätutrustning, mätonoggrannhet
- 4 Mätförutsättningar
- 5 Mätresultat, funktionskontroll
- 6 Kommentarer

1 BESKRIVNING AV VENTILATIONSANLÄGGNINGEN

Den aktuella byggnaden, som inrymmer ett bilföretag, är byggd i ett plan och är på totalt 1400 m². Byggnaden innehåller bilförsäljningshall, kontor, reservdelslager, verkstad samt rostskyddsbehandlingshall. Den senare hallen används inte för närvarande.

Ett balanserat till- och frånluftssystem med roterande värmeväxlare ventilerar samtliga lokaler (se fig 1 och 2). I verkstaden är systemet kompletterat med ett avgasutsug. Dessutom finns två stycken recirkulationsaggregat installerade i dels bilförsäljningshallen och dels i reservdelslaget. Dessa aggregat används enbart för att klara värmebehovet i byggnaden vid lägre utomhustemperaturer. Till rostskyddsbehandlingshallen finns också ett separat till- och frånluftssystem som enligt ovan inte används.

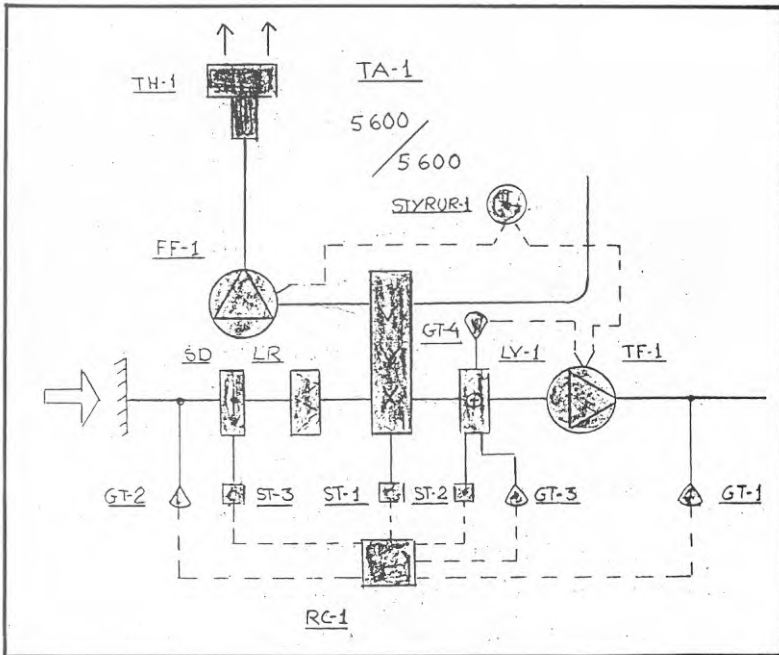


Fig 1. Principschema över balanserat till- och frånluftssystem med roterande värmeväxlare.

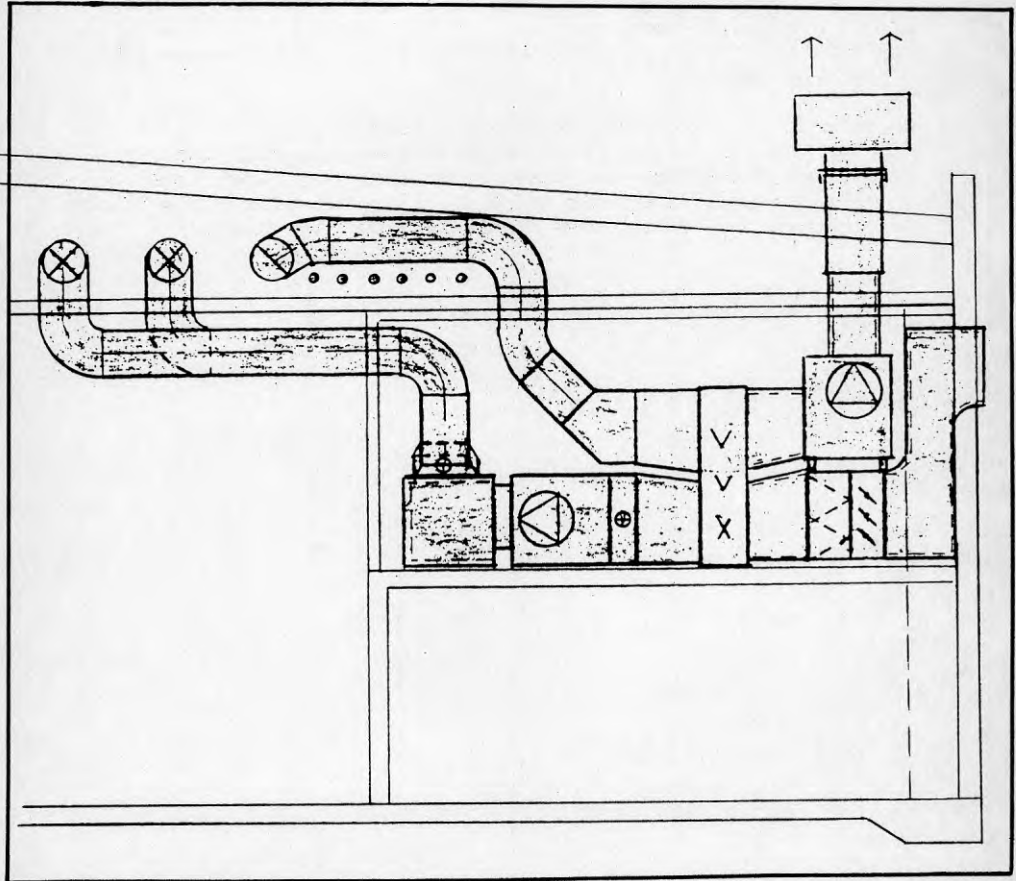


Fig 2. Uppställningsritning på aggregatrum.

2 BESKRIVNING AV REGLERUTRUSTNING

Reglerutrustningen fungerar på följande sätt. En differenstryckgivare mäter trycket över byggnadsskalet och styr frånluftsfläkten så att konstant tryckdifferens erhålls. Tryckdifferensen mäts över två punkter, dels i verkstadshallen och dels mitt på byggnadens sydöstra långsida. Båda mätpunkterna ligger ca 2,5 m över marknivån.

Styrutrustningen består av en frekvensomvandlare där två separata varvtal kan inställas. Det lägre och högre varvtalet väljs för olika ventilationssystem så att de inkluderar min. och max. frånluftsflödesbehov. Hänsyn tas då till bl a utetemperaturvariationer, ev punktutsug m m.

Under drift pendlar alltså frånluftsfläkten mellan det lägre och högre varvtalet. I den undersökta anläggningen gick frånluftsfläkten på det högre varvtalet tills dess att tryckdifferensen blev -2 Pa, för att sedan gå på det lägre varvtalet tills tryckdifferens var +4 Pa. Dessa "omslagspunkter" kan justeras.

3 MÄTUTRUSTNING, MÄTONOGGRANNHET

Luftflöde	Spärgasutrustning, ETe 85
Onoggrannhet $\pm 7 \%$	Lustgas N ₂ O
Tryck	Mikromanometer typ Airflow
Onoggrannhet ± 1 Pa	modell 5
	Differenstryckmätare av Mica-
	trones fabrikat typ MR 3000
	Luftrycksmätare
Temperatur	Termoelement (kopparkonstan-
Onoggrannhet $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$	tan) kopplad till 12-kanals
	Pentronic

4 MÄTFÖRUTSÄTTNINGAR

Väder	Mulet, ostlig svag vind
Utetemperatur	+8 °C
Luftryck	995 mbar

5 MÄTRESULTAT, FUNKTIONSKONTROLL

Följande mätningar och funktionskontroller med resultat enligt nedan genomfördes:

1. Mätning av "lågt" frånluftsflöde och fläktvarvtal. Potentiometerinställning på reglerutr. 3,6.

Luftflöde 0,35 m³/s (1250 m³/h)

Fläktvarvtal 510 r/min

2. Mätning av "høgt" frånluftsflöde och fläktvarvtal. Potentiometerinställning på reglerutr. 8,0.

Luftflöde 1,30 m³/s (4680 m³/h)

Fläktvarvtal 1150 r/min

Projekterat frånluftflöde 1,56 m³/s (5600 m³/h)

Fläktvarvtal 1520 r/min

3. Mätning av tilluftsflöde.

Luftflöde 0,97 m³/s (3500 m³/h)

4. Mätning av tryckdifferens över byggnadsskalet. Trycket mättes i samma punkter som trycket mättes till reglerutrustningen.

Trycket varierade mellan -2 och +4 Pa.

Frånluftsfläkten gick i genomsnitt på det lägre varvtalet i 29 sek och på det høgre varvtalet i 38 sek, under de aktuella förhållanden som rådde vid mättillfället. Enligt konstruktøren kan börvärdena för max och min tryck justeras till devärden som önskas.

5. Mätning av maximalt undertryck över byggnaden som frånluftsfläkten kunde åstadkomma på max varvtal och med tilluftsfläkten avstängd.

Max undertryck -15 Pa.

Efter detta prov sattes tilluftfläkten igång och automatiken startades för frånluftsfläkten. Automatiken startade då omedelbart frånluftsfläkten på det lägre varvtalet och efter 180 sek startade fläkten på det høgre varvtalet. Ventilationssystemet var då åter i balans.

6. Mätning av maximalt övertryck över byggnaden som tilluftsfläkten kunde åstadkomma med frånluftsfläkten avstängd.

Max övertryck +10 Pa.

Efter detta prov sattes frånluftsfläkten med sin automatik igång varvid frånluftsfläkten startade på det högre varvtalet och gick i 240 sek. Därefter "valde" automatiken det lägre varvtalet och ventilationssystemet var åter i balans.

7. Försök utfördes med att variera differenstrycket över byggnaden genom att variera tilluftsflödet. Variation i tilluftsflödet kunde åstadkommas med hjälp av frysskyddsspjället i tilluftskanalen. Flödet kunde varieras mellan max $0,97 \text{ m}^3/\text{s}$ ($3500 \text{ m}^3/\text{h}$) och $0,80 \text{ m}^3/\text{s}$ ($2900 \text{ m}^3/\text{h}$).

Variation av tilluftsflöde genomfördes vid det för reglerutrustningen mest ogynnsamma tillfället, d v s när automatiken slog om från hög till lågfart eller vice versa. Variationerna störde dock inte ut automatiken, utan denna valde åter "rätt" fläktvarvtal.

6 KOMMENTARER

Utrustningen för att reglera differenstrycket över byggnaden tycks fungera på avsett sätt. Det lägre och högre varvtalet på reglerutrustningen måste dock väljas med omsorg för varje anläggning. Detta för att få med samtliga variationer i form av t ex utetemperaturvariation, ev punktutsug m m. Ställs varvtalen in med stor skillnad mellan det lägre och högre varvtalet får man kanske onödigt stora pendlingar i tryckdifferensen över byggnaden.



Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 870427-4 från
Statens råd för byggnadsforskning till Statens provningsanstalt,
Borås.

KCS: 1989 REGLEMENTERING FÖR BALANSERAD VENTILATION G. JOHANSSON

R55: 1989

ISBN 91-540-5047-2

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6709055

Abonnemangsgrupp:
W. Installationer

Distribution:
Svensk Byggtjänst
171 88 Solna

Cirkapris: 40 kr exkl moms