



ENERGIMYNDIGHETENS BESTÄLLARGRUPP
FÖR ENERGIEFFEKTIVA FLERBOSTADSHUS

Tätning av ventilationskanaler

Förstudie inför teknikupphandling

Upprättad av

Katarina Högdal, WSP Environmental

2014-12-12

Förord

Beställargruppen bostäder, BeBo, är ett samarbete mellan Energimyndigheten och fastighetsägare/förvaltare av flerbostadshus. BeBo har varit verksam sedan 1989 och driver idag olika utvecklingsprojekt med inriktning på energieffektivitet och miljö. Huvudinriktningen är att minska beroendet av energi i form av värme och el i flerbostadshus, samt att därmed minska påverkan på miljön.

BeBo:s aktiviteter ska genom en samlad beställarkompetens leda till att energieffektiva system och produkter tidigare kommer ut på marknaden. Energimyndigheten bidrar med finansiering och kompetens till BeBo, som i sin tur för detta vidare till fastighetsägarna med hjälp av bland annat demonstrationsprojekt och teknikupphandlingar som genomförs med hjälp av medlemmarna.

Erfarenheter från BeBo:s teknikupphandling för värmeåtervinning av ventilationsluft pekar på att läckande ventilationskanaler är ett stort problem i dagens flerbostadshus. Med detta projekt vill BeBo sammanställa de metoder för kanaltätning som finns på marknaden idag samt utreda om det finns ett behov för teknikutveckling och detta kan drivas fram med en teknikupphandling.

Sammanfattning

Denna förstudie är upprättad på uppdrag av BeBo och dess syfte är att utreda möjligheten att genomföra en teknikupphandling för tätning av ventilationskanaler, samt ge förslag på hur en sådan teknikupphandling skulle kunna utformas.

Läckande ventilationskanaler är ett vanligt problem. Det är främst plåt- och betongkanaler på vind samt vertikala kanaler i tegel, betong eller eternit som läcker. Tätning är mest aktuellt för de vertikala kanalerna, som kan vara svåråtkomliga att byta. Kanaler på kallvind är oftast enklare och billigare att byta mot nya kanaler.

Det finns idag ett flertal olika metoder för att täta murade kanaler. Vanligast är glidgjutning med murbruk, flexibla insatsrör av metall eller kompositmaterial samt tätning med tätningsmassa. De olika metoderna har olika för- och nackdelar och passar till olika typer av kanaler. Priset ligger på cirka 800-2500 kronor per meter, beroende på val av metod och hur den befintliga kanalen ser ut.

Många fastighetsägare är medvetna om att deras kanaler läcker, men de känner inte till vilka lösningar som finns. Detta medför att det trots att det finns ett behov av kanaltätning, ändå inte finns så stor efterfrågan på marknaden, vilket leder till ett litet utbud. På grund av brist på konkurrens och små volymproduktioner är priserna för kanaltätning höga.

Kunskapshöjande åtgärder om både problemkategorin med läckande kanaler och vilka åtgärder som kan vidtas behövs. Detta borde resultera i en ökad efterfrågan på marknaden, och indirekt en ökad konkurrens, pressade priser och en teknikutveckling.

De fastighetsägare som har testat olika metoder för kanaltätning som finns tillgängliga idag upplever att de är för kostsamma, för svårinstallerade och för osäkra för att investera i. Många har negativa erfarenheter, vilket kan ha en avskrämmande inverkan på marknaden och bidra till att efterfrågan är fortsatt låg. Genom att påskynda teknikutvecklingen och få fram lösningar som är mer anpassade efter beställarnas önskemål kan efterfrågan öka. Dock är det då viktigt att detta kompletteras med informationskampanjer och marknadsföring.

En teknikupphandling eller tekniktävling för tätning av ventilationskanaler bör utföras med syfte att utveckla marknaden med kostnadseffektiva produkter som är anpassade efter beställarnas behov. Detta skulle även få kunskapshöjande effekter genom genomförande av till exempel workshops och seminarier. Målet med teknikupphandlingen skulle vara en ökad efterfrågan som följd av en ökad kunskap hos fastighetsägarna samt metoder/produkter som är mer anpassade efter beställarnas behov.

Innehållsförteckning

<u>FÖRORD</u>	I
<u>SAMMANFATTNING</u>	II
<u>1 INLEDNING</u>	1
1.1 BAKGRUND	1
1.2 SYFTE OCH MÅL	1
1.3 METOD	2
<u>2 POTENTIAL FÖR TÄTNING AV VENTILATIONSKANALER</u>	3
2.1 MINSKAT ELBEHOV TILL FLÄKTDRIFT.....	3
2.2 FÖRBÄTTRAD VÄRMEÅTERVINNING	4
2.3 EKONOMISK BESPARING	5
2.4 UPPMÄTT POTENTIAL	5
<u>3 VENTILATIONSKANALER</u>	7
3.1 VENTILATIONSKANALERS TÄTHET	7
3.2 ISOLERING AV VENTILATIONSKANALER	8
<u>4 METODER FÖR TÄTHETSPROVNING</u>	10
4.1 TRYCKSÄTTNING AV KANAL	10
4.2 MÄTA LUFTFLÖDEN.....	10
4.2.1 MÄTSTOS OCH ANEMOMETER	10
4.2.2 SPÅRGAS	11
4.3 UTSPÄDNING AV SPÅRGAS.....	11
4.4 LOKALISERA LÄCKAGE.....	11
<u>5 METODER FÖR TÄTNING AV VENTILATIONSKANALER</u>	13
5.1 MURADE KANALER OCH SCHAKT.....	13
5.1.1 KERAMISKT BRUK/GLIDGJUTNING	13
5.1.2 TÄTNINGSMASSA	13
5.1.3 METALLRÖR	14

5.1.4	KOMPOSITRÖR	15
5.1.5	FODERSLANG	15
5.2	PLÅTKANALER.....	16
5.2.1	TÄTNINGSMASSA	16
5.2.2	VENTILATIONSTEJP	16
5.2.3	KRYMPBARA SKARVBAND	17
5.2.4	AEROSEAL	17
6	<u>BEFINTLIG MARKNAD.....</u>	18
6.1	HINDER FÖR KANALTÄTNING.....	18
6.2	MARKNADSUTVECKLING	18
7	<u>BRANSCHMÖTE.....</u>	19
8	<u>SLUTSATSER</u>	20
9	<u>UPPLÄGG FÖR TEKNIKUPPHANDLING.....</u>	22
9.1	ALLMÄNT	22
9.2	MÅLSÄTTNING.....	22
9.3	FÖRUTSÄTTNINGAR.....	22
9.4	UPPLÄGG.....	22
9.5	KRAVSPECIFIKATION.....	23
9.5.1	ÖVERGRIPANDE KRAV	23
9.5.2	ENERGIEFFEKTIVITET	23
9.5.3	INNEKLIMAT	24
9.5.4	INSTALLATION	24
9.5.5	FUNKTION.....	24
9.5.6	ROBUSTHET	25
9.5.7	KOSTNADER.....	25
9.5.8	MILJÖ.....	25
9.6	BESTÄLLARGRUPP	26
9.7	TÄNKBARA TÄVLINGSDELTA GARE.....	26
10	<u>KÄLLHÄNVISNING.....</u>	27

11 BILAGOR	29
11.1 BILAGA 1 – GENOMFÖRDA INTERVJUER	29
11.1.1 FASTIGHETSÄGARE	29
11.1.2 LEVERANTÖRER	29
11.2 BILAGA 2 – INTERVJUFRÅGOR.....	29
11.2.1 FASTIGHETSÄGARE	29
11.2.2 LEVERANTÖRER.....	30
11.3 BILAGA 3 – DELTAGARE BRANSCHMÖTE.....	30
11.4 BILAGA 4 – RAPPORT TÄTHETSPROVNING	32

1 Inledning

År 2007 fattade Europarådet beslut om energi- och klimatmål till år 2020, de så kallade 20-20-20-målen. Dessa innebär bland annat att energieffektiviteten ska förbättras med 20 procent, jämfört med 1990. År 2011 antogs en ny energistrategi där energieffektivisering lyftes fram som en avgörande faktor för de långsiktiga energi- och klimatmålen.

Sverige har satt egna klimatmål, utifrån samma grundpelare som EU. I propositionen *En sammanhållen klimat- och energipolitik* presenterar regeringen de svenska klimatmålen och föreslår också särskilda mål för energieffektivisering i bostadsbeståndet. Dessa mål innebär att energianvändningen inom bostadssektorn ska minska med 20 procent till år 2020 och halveras till år 2050, i förhållande till år 1995.¹

Värmeåtervinning ur ventilationsluften (VÅV) har visat sig vara en av de viktigare åtgärderna för en minskad energianvändning i befintliga flerbostadshus, och även en viktig åtgärd för att nå de nationella klimatmålen. I det svenska flerbostadshusbeståndet är över 50 procent av husen byggda mellan åren 1940 och 1970. Idag står flera av dessa fastigheter inför omfattande renoveringar. Eftersom installation av VÅV är relativt kostnadskrävande gäller det att genomföra denna åtgärd i samband med de ombyggnationer som sker. För att värmeåtervinningen ska fungera optimalt och energieffektivt krävs dock att ventilationskanalerna är täta och har lågt tryckfall, för att säkerställa att all ventilationsluft passerar värmeåtervinningen.

1.1 Bakgrund

Erfarenheter från tidigare projekt pekar på att gamla, otäta kanaler ofta orsakar problem vid installation av värmeåtervinning ur ventilationsluft, så som onödigt stora luftflöden och onödig energianvändning, och kan kräva kostsamma åtgärder. En teknikupphandling för värmeåtervinning ur ventilationsluft genomfördes 2009-2013. Teknikupphandlingens syfte var att initiera en utveckling av energieffektiva systemlösningar som erbjuds på marknaden. Två anbudsgivare antogs för installation i demonstrationsbyggnader, en FTX-lösning och en lösning med frånluftsvärmepump (FVP). Frånluftsvärmepumpen installerades i fyra byggnader och FTX-lösningen i tre byggnader, endast i en byggnad tätade man befintliga frånluftskanaler. Mätningar på luftflöden genomfördes i samtliga demonstrationsbyggnader och även i fyra referensbyggnader där liknande VÅV-lösningar hade installerats. Mätningarna efter installation visade på att de befintliga murade ventilationskanalerna läckte i 9 av de 10 fastigheterna där man inte genomfört kanaltätning. Medelflödet genom luftbehandlingsaggregaten var i genomsnitt 35 procent högre än summan av delluftflödena vid frånluftdonen. I vissa fastigheter var aggregatets luftflöde upp emot 50 procent högre än delluftflödena.²

Efter teknikupphandlingen för VÅV hade genomförts identifierades ett behov av att ta utveckla metoderna för tätning av befintliga ventilationskanaler.

1.2 Syfte och Mål

Denna förstudie är upprättad på uppdrag av BeBo med syfte att utreda möjligheterna att genomföra en teknikupphandling för tätning av ventilationskanaler. I förstudien sammanställs

¹ Näringsutskottet 2008/09; Miljödepartementet 2012:23, s109

² Wahlström, Åsa 2013

vilka metoder som finns tillgängliga för täthetsprovning och tätning av ventilationskanaler idag, och marknaden för kanaltätning kartläggs. Målet är att fastställa hur en teknikupphandling för kanaltätning skulle kunna utformas.

1.3 Metod

Förstudien grundar sig främst på en litteraturstudie och på intervjuer med olika marknadsaktörer.

Målet med litteraturstudien var att sammanställa vilka metoder och tekniker som finns för täthetsprovning och för tätning av ventilationskanaler idag, och vilken potential kanaltätning har. Litteraturstudien har även legat till grund för kartläggningen av marknaden.

Intervjuer har genomförts med både fastighetsägare och leverantörer, via både mail och telefonintervjuer. Intervjustudien har genomförts dels för att kartlägga marknaden, men främst för att undersöka vilka hinder som finns för kanaltätning idag och vilken utveckling som önskas av de olika aktörerna. I bilaga 1 finns en förteckning över genomförda intervjuer.

2 Potential för tätning av ventilationskanaler

Ventilationssystemet står för ca 30 procent av det totala energibehovet i bostäder. Energibehovet för ventilationen beror främst på storleken på ventilationsflödet och på behovet av luftbehandling. Studier visar på att det finns en stor potential att minska detta energibehov med t.ex. energieffektiviserande åtgärder och värmeåtervinning av frånluft.³

2.1 Minskat elbehov till fläktdrift

Ett läckande ventilationssystem drar mer energi än ett tätt ventilationssystem, och påverkar både fläktdriften och eventuell värmeåtervinning. Elanvändningen för fläktarna i ett ventilationssystem kan beräknas enligt ekvation 1.⁴ Om kanalsystemet läcker så kommer q_m behöva vara högt, för att hålla en godtagbar nivå på frånluftsflödena i lägenheter/lokaler. Detta medför en högre elanvändning för fläktarna. Genom att täta kanalerna kan medelflödet genom aggregatet minskas, och elanvändningen för fläktarna kommer då att minska linjärt mot minskningen av luftflödet.

$$Q_{el} = SFP * q_m * h \text{ (kWh)} \quad \text{(ekv. 1)}$$

Q_{el} = Elanvändning för fläktar (kWh)

SFP = Specifik fläkteffekt (kW/m³/s)

q_m = Medelflöde genom luftbehandlingsaggregat under perioden (m³/s)

h = Antal timmar

I de 10 byggnaderna med läckande ventilationskanaler i teknikupphandling för VÅV är luftflödet genom frånluftsaggregaten i snitt 35 procent högre än luftflöden vid frånluftdonen, på grund av otäta kanaler. Om man räknar med ett luftflöde på 0,35 l/m²s vid frånluftdonen, fås $q_m = 0,47$ l/m²s. Om kanalerna tätades skulle $q_m = 0,35$ l/m²s, och elanvändningen för fläktarna skulle kunna minskas.

Enligt BBR finns krav att SFP inte får överstiga ett viss värde, beroende på vilken ventilationssystem man har.⁵ I tabell 1 presenteras dessa, samt vilket elbehov detta ger för fläktarna för $q_m = 0,47$ respektive $q_m = 0,35$ l/m²s.

Tabell 1. Beräknat elbehov för fläktdrift för olika ventilationssystem vid olika luftflöden.

Ventilations-system	SFP-tal (kW/(m ³ /s))	Q_{el} (MWh/(m ³ /s))	Årlig Q_{el} vid $q_m = 0,47$ l/m ² s (kWh/m ² A _{temp})	Årlig Q_{el} vid $q_m = 0,35$ l/m ² s (kWh/m ² A _{temp})	Besparing om $q_m = 0,35$ l/m ² s (kWh/m ² A _{temp})
F	0,6	5,2	2,4	1,8	0,6
FVP	1,0	8,7	4,1	3,0	1,1
FT	1,5	13,1	6,2	4,6	1,6
FTX	2,0	17,5	8,2	6,1	1,9

³ Liddament, Martin W. 1996

⁴ ATON Teknikkonsult 2007

⁵ Boverket 2012

Man kan anta att det främst är de äldre byggnaderna som har problem med läckande kanaler, byggda före år 1990. Enligt en sammanställning i förstudien inför teknikupphandlingen för VÄV fanns år 1989 totalt 155,2 miljoner m² uppvärmd area i flerbostadshus. Av denna ventilerades cirka 53 procent med självdrag, cirka 37 procent med mekaniskt frånluftssystem och cirka 10 procent med från- och tilluftssystem.⁶ Av dessa 155,2 miljoner m² renoverades cirka 33 miljoner m² under perioden 1990-2012.⁷ Dessa renoveringar kan antas innebära en uppgradering av ventilationssystemet, men inte nödvändigtvis inkludera tätning av ventilationskanalerna. Flerbostadshus byggda efter 1990 antas ha täta ventilationskanaler.

Idag finns totalt 186 miljoner kvadratmeter uppvärmd area i flerbostadshus.⁸ För potentialberäkningen uppskattas att cirka 150 miljoner kvadratmeter ventileras med läckande kanaler, varav 40 procent ventileras med självdrag, 30 procent med mekanisk frånluft och 30 procent med till- och frånluftssystem. Utifrån Energimyndighetens statistik för antal installerade värmepumpar år 2012 uppskattas att 40 procent av frånluftssystemen även har en värmepump (FVP) och att 10 procent av från- och tilluftssystemen har luftluftvärmepump (FTX).

Tabell 2. Potentiell energibesparing fördelat på ventilationstyp

	Årlig energibesparing för kanaltätning (kWh/m ² A _{temp})	Uppskattad area (milj. m ²)	Total årlig energibesparing (GWh)
F	0,6	27	16,2
FVP	1,1	18	19,8
FT	1,6	40,5	64,8
FTX	1,9	4,5	8,6
Totalt	1,2	90	109,6

Från tabell 2 fås att den potentiella årliga energibesparingen för kanaltätning är totalt 110 GWh.

2.2 Förbättrad värmeåtervinning

I ett FT-system med värmeåtervinning där läckningen i frånluftssystemet är större än läckningen i tilluftssystemet uppstår obalans i ventilationen som leder till att luft tas in via otätheter i byggnaden. Då värmeåtervinningen inte kan utnyttjas för denna form av tilluft innebär det ett extra, onödigt energibehov för uppvärmning.⁹

Läckande frånluftskanaler innebär också att värmeåtervinningen kan bli mindre effektiv. Frånluften som når värmeväxlaren kommer inte enbart bestå av varm rumsluft, utan även vara utblandad med annan luft från t.ex. trapphus, källare eller garage. Detta kan medföra att frånluften får en lägre temperatur än den dimensionerade innetemperaturen, vilket minskar värmekällans energiinnehåll.

⁶ Wahlström, Åsa; Blomsterberg, Åke; Olsson, Daniel 2009

⁷ SCB 2014

⁸ Energimyndigheten 2013:03

⁹ Karlsson, Göran & Lindgren, Sören 1983

För att uppnå ett minimalt energibehov för ventilationssystemet bör läckluftflödena vara lika stora i tilluftssystemet som i frånluftssystemet. Detta är särskilt viktigt i ett FTX-system, där ett system med helt täta tilluftskanaler men något otäta frånluftskanaler kan ge högre energiförbrukning än om båda kanalsystemen är något otäta.¹⁰ Vid en FTX-lösning kan ett läckande frånluftssystem även innebära att frånluftflödet blir större än tilluftflödet vid värmeväxlaren, vilket kan medföra att aggregatet inte ger en lika bra värmeåtervinning som det skulle kunna göra.

I tabell 3 presenteras den genomsnittliga energibesparing som uppnåtts vid återvinning av frånluft i teknikupphandlingen för värmeåtervinning av ventilationsluft. En sammanställning av mätresultaten visar att en energibesparing på 32-67 kWh/m²A_{temp} och år kan uppnås, trots läckande frånluftskanaler.

Tabell 3. Genomsnittlig energibesparing vid installation av värmeåtervinning ur ventilationsluft. Data hämtat från: Wahlström, Åsa 2013

Systemlösning	Minskning av fjärrvärmebehov (kWh/m ² A _{temp} och år)	Ökning av elanvändning (kWh/m ² A _{temp} och år)	Minskning av energianvändning (kWh/m ² A _{temp} och år)
FTX	34	2	32
FVP	103	36	67

Det är svårt att avgöra exakt hur mycket en tätning av ventilationskanalerna kommer att förbättra värmeåtervinningen, men med täta kanaler bör både fjärrvärmebehovet kunna minskas ytterligare och elbehovet kunna minskas.

Dock kan ändrade luftflöden innebära att det återvinningsaggregatet som investerats i inte fungerar som det ska. Därför bör en kanalinspektion och kanaltätning genomföras innan man installerar återvinningsaggregatet, för att undvika att investera i aggregat med fel dimension.

2.3 Ekonomisk besparing

En studie har visat att en murad självdragskanal kan ge upphov till läckluftflöden motsvarande 80 kronor per meter kanal (1983 års prisnivå) vid ombyggnad från självdrag till F-ventilation. I ett konventionellt FT-system med nyare plåtkanaler kan tätning av kanaler från klass A till klass B spara cirka 2-3 kronor per meter skarv och år. I ett ventilationssystem med äldre plåtkanaler kan kostnadsbesparingen uppgå till 40-65 kronor per meter och år. Både äldre murade kanaler och nyare plåtkanaler bör alltså tätas även av kostnadsskäl.¹¹

2.4 Uppmätt potential

I ett annat Bebo-projekt, utfört av Stockholms hem och Bengt Bergqvist Energianalys, har täthetsprovningar utförts på murade frånluftskanaler före och efter tätning. Täthetsprovningen utfördes i två kanaler, en från kök och en från badrum. I figur 1 ses uppmätta läckluftflöden i de två kanalerna.

¹⁰ Karlsson, Göran & Lindgren, Sören 1983

¹¹ Karlsson, Göran & Lindgren, Sören 1983

Totalt uppmätta läckluftflöden l/s
Frånluftskanal från kök

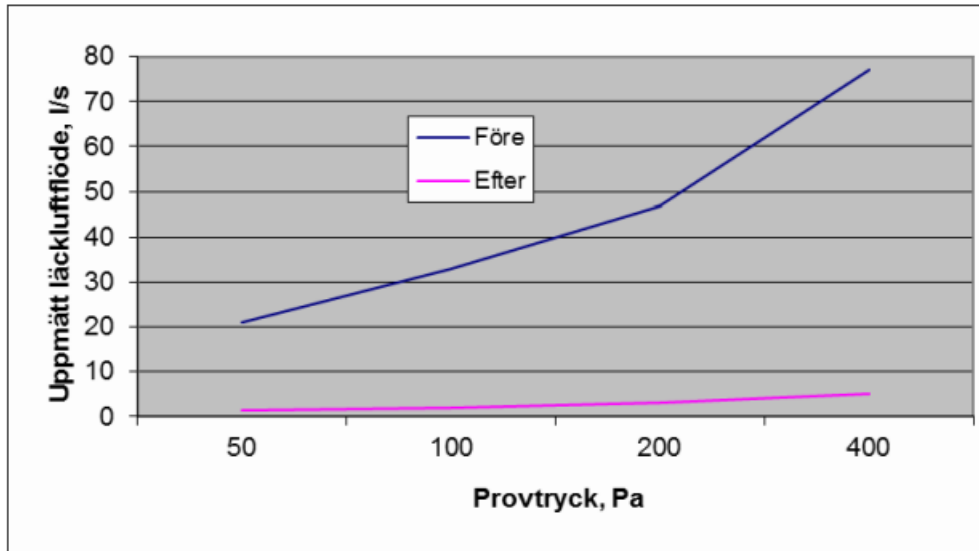


Bild 2. Uppmätt läckluftflöde (l/s) för frånluftskanal från kök före och efter tätning med "strumpa".

Frånluftskanal från badrum

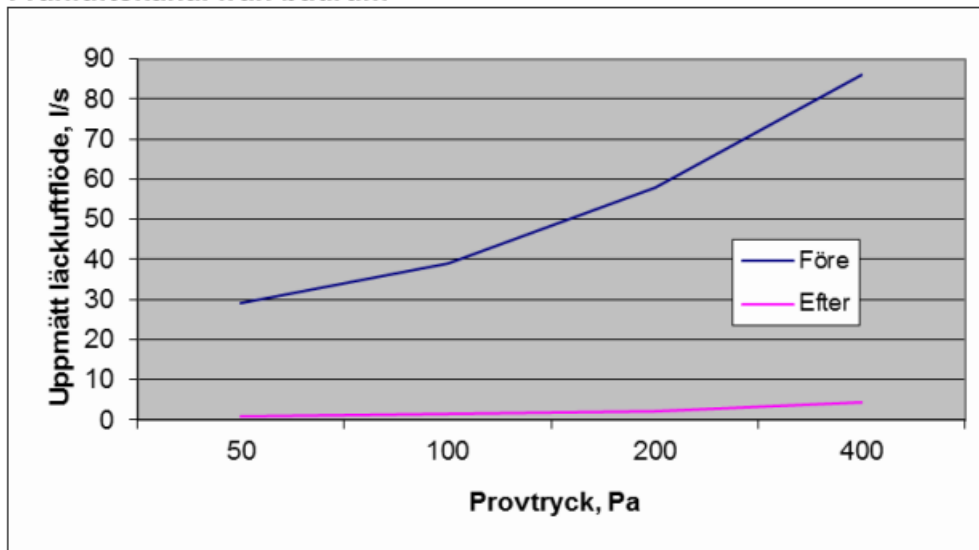


Bild 3. Uppmätt läckluftflöde (l/s) för frånluftskanal från badrum före och efter tätning med "strumpa".

Figur 1. Uppmätta luftflöden före och efter tätning. Källa: Bengt Bergqvist

Uppmätta läckluftflöden före tätning var höga och låg även vid lägsta provtrycket över normalt projekterade luftflöden. Efter tätning var uppmätta läckluftflöden för små för att kunna mätas med hög noggrannhet, och sannolikt ligger de under vad som visas i digrammet i figur 1. Hela rapporten från mätningarna finns i bilaga 4.

3 Ventilationskanaler

Ventilationskanaler används för att transportera luft. Beroende på sin utformning kommer de att utöva en resistans på luftflödet, och således påverka hur mycket energi som behövs för att skapa erforderligt luftflöde. Hur stor resistansen blir beror främst på luftflöde, kanallängd, antalet krökar och ytans skrovlighet. Ju högre resistansen är, desto högre fläktkapacitet och desto mer el kommer att krävas.¹²

Fram till mitten av 1950-talet utfördes ventilationskanalerna oftast i murverk av tegel, men även betong- och lättbetongblock förekom. Betongblocken möjliggjorde tunnare kanalväggar och om bättre täthet krävdes kunde de gjutas på plats för att få en skarvfri kanal.¹³

På 1950-talet blev det vanligare med ventilationskanaler i plåt¹⁴, och sedan 1960-talet har man helt övergått till plåtkanaler.¹⁵ Plåtkanalerna kan vara både rektangulära och cirkulära. De rektangulära kanalerna förekommer främst i äldre hus, uppförda på 1950-talet, medan de cirkulära, spiralfalsade plåtkanalerna är vanligare i hus från 1960-talet och framåt.¹⁶

3.1 Ventilationskanalers täthet

Läckande ventilationskanaler kan vara en källa till stora energiförluster, speciellt om läckaget sker i icke konditionerade utrymmen, t.ex. garage, service schakt etc. Detta leder både till att fläktarna måste transportera större luftvolymen än nödvändigt och kan även medföra att värme- eller kylsystemet behöver behandla mer luft än nödvändigt.¹⁷

Otäta ventilationskanaler kan också innebära problem med inomhusklimatet. Flera fastighetsägare upplever att otäta kanaler orsakar problem med luktspridning och spridning av föroreningar, och många anser att ett bättre inomhusklimat är ett av de viktigaste målen med en kanaltätning. En minskad elanvändning för fläktar i mekaniska frånluftssystem och en ökad återvinning i ventilationssystem med värmeåtervinning är också viktiga mål.

Intervjuundersökning visar att problem med läckande kanaler är störst när det gäller gamla frånluftskanaler, eller gamla schakt/rökkkanaler som konverterats till frånluftskanaler. Frånluftkanaler har ett undertryck, vilket innebär att otäta kanaler kommer att ta in luft från omgivningen. Detta medför ett ökat effektbehov för fläkten och kan även störa en eventuell värmeåtervinning av frånluften. Denna typ av ofrivillig ventilation kan också skapa obalans i ventilationen och medföra övertryck eller undertryck i vissa lägenheter.

Problem med läckande kanaler upplevs främst i plåt- och betongkanaler på vind samt i vertikala kanaler i tegel, betong eller eternit. Även sopschakt som konverterats till ventilationskanaler läcker ofta. Plåtkanaler upplevs vara tätare än murade kanaler och schakt, och läckage sker främst vid skarvar eller på grund av större skador.

Ventilationskanaler delas in i olika täthetsklasser enligt den europeiska standarden SS-EN 12237:2003. I tabell 4 presenteras de olika täthetsklasserna. Klasserna är definierade så att

¹² Liddament, Martin W. 1996

¹³ Faraguna, Carolina 2012

¹⁴ Faraguna, Carolina 2012

¹⁵ Karlsson, Göran & Lindgren, Sören 1983

¹⁶ Faraguna, Carolina 2012

¹⁷ Liddament, Martin W. 1996

klass A innebär tre gånger större läckageflöden än klass B, klass B innebär tre gånger större läckageflöden än klass C etc.¹⁸

Tabell 4. Definition av täthetsklasser enligt SS-EN 12237:2003. Källa: Karlsson, Henrik 2012, Bilaga 1, s1, Tabell 1.

Täthetsklass	Statiskt tryck, gränsvärden (Pa) p_{test} =trycksättning vid test		Läckageflöden, $(\text{m}^3 \text{s}^{-1} \text{m}^{-2})$
	Övertryck	Undertryck	
A	500	500	$0,027 * p_{\text{test}}^{0,65} * 10^{-3}$
B	1000	750	$0,009 * p_{\text{test}}^{0,65} * 10^{-3}$
C	2000	750	$0,003 * p_{\text{test}}^{0,65} * 10^{-3}$
D	2000	750	$0,001 * p_{\text{test}}^{0,65} * 10^{-3}$

Det finns flera orsaker till att ventilationskanaler läcker. En faktor är byggnadens och kanalens ålder. Med tiden kan kanaler utförda i tegel eller murbruk vittra sönder och spricka, vilket medför luftläckage. Andra orsaker kan vara otillfredsställande skarvnings- och fogningsmetoder, felaktigt montage och otäta kanalmaterial.¹⁹

Äldre ventilationskanaler, och speciellt murade kanaler, visar ofta på stora läckflöden i storleksordning för klass A eller större. Vittring kan i vissa fall medföra att hela tegeltenar faller bort, vilket medför stora läckage, men den vanligaste orsaken till läckage i murade och gjutna kanaler är krymp- och sättningssprickor i fogar och skarvar. I teknikupphandlingen för värmeåtervinning ur ventilationsluft var frånluftskanalernas läckageflöden i storleksordning för klass A i sju av fastigheterna och i storleksordning för klass B i två av fastigheterna.

Plåtkanaler är som regel tätare än murade kanaler, och de cirkulära plåtkanalerna är tätare än de rektangulära. Nyare plåtkanaler, från mitten av 1970-talet och framåt, har ofta en bättre täthet då de har en bättre skarvtätning. Plåtkanaler läcker främst i skarvar²⁰ och tätning av plåtkanaler inriktar sig på tätning av skarvar.

3.2 Isolering av ventilationskanaler

SP genomförde 2012 en mätning av värmeförluster från kanaler. Resultatet av en provning redovisades i ett värmeförlusttal för värmeledningen, K_{ledning} [W/mK], som motsvarar effektförlusten i kanalen. I testet jämfördes värmeförlusttalet för isolering utan luftgenomströmning med isolering vid läckageklass A respektive läckageklass C. Värmeförlusttalet vid isolering med 50 mm mineralull presenteras i tabell 5.

¹⁸ Karlsson, Henrik 2012

¹⁹ Karlsson, Göran & Lindgren, Sören 1983

²⁰ Faraguna, Carolina 2012

Tabell 5. Värmeförlusttal för 50 mm mineralull vid olika luftgenomströmning.

Luftgenomströmning	Värmeförlusttal, läckage (W/mK)	Värmeförlusttal, ledning (W/mK)
Ingen luftgenomströmning	–	0,58
Klass A	– 1,02	0,19
Klass C	– 0,13	0,5

Testresultaten styrker den teori som i litteraturen kallas för dynamisk isolering, som innebär att transmissionsförlusterna blir lägre för en genomströmmad värmeisolering än en icke-genomströmmad. Däremot ses att värmeförlusttalet för luftläckaget är betydligt lägre för den tätare C-klassen.²¹

²¹ Karlsson, Henrik 2012

4 Metoder för täthetsprovning

Det finns olika metoder för att undersöka ventilationskanalers täthet där provtryckning av kanaler är den absolut vanligaste. I intervjuundersökningen har framkommit att de metoder för mätning som finns idag anses fungera bra och ge tillfredsställande resultat för uppmätning av läckflöden. Dock saknar många fastighetsägare bra metoder för att lokalisera var läckagen finns.

Nedan presenteras några av de metoder som finns tillgängliga idag för täthetsprovning av ventilationskanaler.

4.1 Trycksättning av kanal

Denna metod innebär att man tar ett stickprov på en viss kanaldel. Mätningen utförs genom att man tätar till i respektive ände av den utvalda delen. Med hjälp av ett fläktaggregat höjs trycket i den avgränsade kanaldelen till 400 Pa, varefter flödet justeras så att trycket hålls konstant. Det luftflöde som krävs för att hålla ett konstant tryck motsvarar läckflödena i kanaldelen.²²

Provtryckning är den metod som ger mest noggranna värden. Metoden kan till exempel användas genom att man tillsluter högst upp i ett vertikalt schakt samt tätar samtliga frånluftsdon till stammen. Dock kan det vara svårt att få tillgång till alla lägenheter längs ett ventilationsschakt samtidigt, varför denna metod kan vara svår att genomföra i höghus. Metoden lämpar sig bäst för lamellhus, med korta schakt, och för täthetsprovning av kanaler på vind.²³

4.2 Mäta luftflöden

En annan vanlig metod är att mäta luftflödet vid samtliga frånluftsdon och jämföra denna summa med det luftflöde som uppmäts vid frånluftaggregatet. När kanalsystemet är helt tätt ska dessa två luftflöden vara identiska, en differens visar på storleken på luftläckaget. Denna metod är något enklare att genomföra än trycksättning, men ger en mätosäkerhet på 5-15 procent.²⁴

4.2.1 Mätstos och anemometer

Delluftflöden över frånluftsdon kan bestämmas med ett luftflödesmätstos och en anemometer. Stosen placeras över frånluftsdonet och lufthastigheten genom frånluftsdonet mäts med en anemometer. Utifrån detta beräknas luftflödet.

Det finns flera olika typer av anemometer på marknaden, de två vanligast är vinghjulsanemometern och varmtrådsanemometern. En vinghjulsanemometer använder, som namnet antyder, ett vinghjul för att mäta luftflödet. Tillsammans med en stos är vinghjulsanemometern praktisk för att mäta volymflöde över fläktar och frånluftsdon, och den ger ofta ett tillfredsställande värde för höga luftflöden. Däremot innebär den ett hinder för luftflödet, och kan därför ge något missvisande resultat.²⁵

²² Johansson, Per & Svensson, Anders 2007

²³ Bergqvist, Bengt 2014

²⁴ Bergqvist, Bengt 2014

²⁵ Liddament, Martin W. 1996

Varmtrådsanemometern mäter luftflöde genom att skicka en elektrisk ström genom en resistent ledare. Ledarens resistans påverkas av luftflödesförändringar, och genom att kontrollera hur strömmen i ledaren förändras kan man beräkna det momentana volymflödet. Detta ger ett mer precist värde och lämpar sig bra för att mäta låga, turbulenta luftflöden. Varmtrådsanemometrar kan också användas för att mäta volymflöde i svåråtkomliga utrymmen och i kanaler.²⁶ Den bör dock kalibreras regelbundet för att uppnå tillfredställande mät noggrannhet.

4.2.2 Spårgas

Spårgastekniken används främst för att mäta den totala luftflödeshastigheten. Genom att släppa ut en långsam och ofarlig gas, som är mätbar i små koncentrationer, kan man genom att mäta koncentrationsförändringar beräkna luftflödeshastigheten.

Spårgasen släpps ut och blandas med frånluften med konstant hastighet. Sedan mäts koncentrationen i avluften och frånluftsflödet kan sedan beräknas enligt ekvation 2.²⁷

$$Q = \frac{F}{C} \quad (\text{ekv. 2})$$

Q = Luftflöde (m³/s)

F = Spårgasflöde (m³/s)

C = Koncentration av spårgas

4.3 Utspädning av spårgas

En mer ovanlig metod är att blanda in spårgas i frånluften vid en viss punkt och sedan mäta hur stor utspädningen är vid frånluftsaggregatet. Detta visar på hur stort luftläckaget är. Denna metod är dock omständlig och lämpar sig inte för mätning i frånluftskanaler.²⁸

4.4 Lokalisera läckage

Att lokalisera var i kanalerna som läckage förekommer kan vara svårt. Med hjälp av termografi kan läckage av varm frånluft i kalla utrymmen upptäckas. Akustiska metoder, där man med hjälp av mikrofoner identifierar ljudkällor, kan också användas för att hitta luftläckage.²⁹

Metoden med spårgas kan även användas för att påvisa läckage och oönskade luftförflyttningar genom att till exempel släppa ut rökgas i en kanal, eller i luften som omger en kanal, och sedan spåra var gasen tar vägen. Denna metod ger inget värde på stoleken på läckflödet, men kan visa på hur och var luft läcker in eller ut ur en kanal och även indikera hur luktspridningen ser ut i en fastighet.

En annan metod är att använda sig av temperaturgivare i kanalerna. I frånluftskanaler på kallvindar eller i vertikala schakt med kallare omgivning kan en temperaturgivare långsamt

²⁶ Liddament, Martin W. 1996

²⁷ Liddament, Martin W. 1996

²⁸ Bergqvist, Bengt 2014

²⁹ Liddament, Martin W. 1996

dras upp genom kanalen/schaktet, för att identifiera var eventuell kalluft kommer in genom otätheter. Genom att placera ut temperaturloggrar kan temperaturen mätas över längre tid.³⁰

En metod för att hitta större läckor är att inspektera kanalerna från insidan med hjälp av en inspektionskamera. Kameran förs in i kanalen med en flexkabel och sänder livebilder till en skärm där man kan identifiera eventuella skador på kanalen. Om en skada upptäcks kan en lokalisator användas för att bestämma var i kanalen kameran befinner sig, och även var skadan finns.³¹

³⁰ Bergqvist, Bengt 2014

³¹ Bergqvist, Bengt 2014

5 Metoder för tätning av ventilationskanaler

I intervjuundersökningen har framkommit det främst är de stående kanalerna som är aktuella att täta, då de kan vara svåra, kostsamma och tidsödande att byta. Läckande kanaler på kallvind är ofta mer ekonomiskt att byta ut, om de är åtkomliga, då tätning av kanaler i dagsläget kan vara nästan 10 gånger dyrare än nya spirokanaler.

Det finns flera olika metoder för tätning av befintliga ventilationskanaler, och tätningen kan ske både invändigt och utvändigt. Olika metoder används för olika typer av kanaler, andra faktorer som påverkar val av metod är krav på beständighet och täthetsklass.

5.1 Murade kanaler och schakt

Metoder för tätning av murade ventilations- och skorstenskanaler kan grovt delas in i två kategorier; tätning med massa/bruk och infodring med rör. Nedan presenteras de vanligaste metoderna för tätning av befintliga ventilationskanaler.

5.1.1 Keramiskt bruk/Glidgjutning

Keramiskt bruk appliceras oftast med en metod som kallas glidgjutning. Metoden innebär att man renoverar ventilationskanalen genom att gjuta en ny kanal i den befintliga. En keramisk tätningsmassa gjuts på den gamla kanalens innerväggar och fyller då ut alla hål och ojämnheter. Massan bildar en slät kanalvägg som både tätar och isolerar den gamla kanalen.

Vid tätning med keramiskt bruk används olika typer av glidgjutningsverktyg som trycker ut massan mot kanalväggarna och fyller ut fogarna. Verktyget vinschas upp genom kanalen successivt och tätningsmassan hålls på uppifrån.³²

Glidgjutning ger en tätning av kanalen med i stort sett bibehållen kanalarea och ofta uppnås en täthet som väl svarar mot täthetsklass A till B. Brandsäkerheten ökas också och den släta kanalväggen höjer effektiviteten och draget i kanalerna, varför metoden lämpar sig särskilt väl för självdragssystem. Nackdelen med metoden är att man i vissa fall kan få en ökad ljudspridning genom systemet.³³ Tätningen kan även innebära tungt arbete för installatörerna, som ska bära upp murbruket på vinden. Arbetet genomförs på en dag, men tätningsmassan kan behöva 1-3 dagar för att torka innan kanalen kan tas i bruk. Dock klarar installationen inte kanaler med alltför skarpa kurvor.

På den svenska marknaden finns flera produkter och installatörer av keramiskt bruk. Tätning med keramiskt bruk bedöms ge en tillfredsställande tätning av alla typer av murade kanaler, till ett rimligt pris och utan att inskränka på kanalarean. Dock fungerar metoden inte i flottiga imkanaler. En negativ aspekt är också att appliceringsarbetet är ganska smutsigt, vilket kan medföra missnöjda hyresgäster. Beroende på hur kanalerna ser ut ligger kostnaden för tätning med glidgjutning av keramiskt bruk på cirka 1500 kronor per meter.³⁴

5.1.2 Tätningsmassa

Man kan även täta ventilationskanaler genom att applicera en tätningsmassa på kanalväggen. Appliceringen kan göras med pensel eller roller, men på insidan av ventilationskanaler görs

³² Tuomela, Petri 2009

³³ Tuomela, Petri 2009

³⁴ Intervjusammanställning

det lämpligt med en ett roterande munstycke som dras genom kanalen och sprutar tätningssmassan på kanalväggen. Processen övervakas med en videokamera.³⁵

Tätning med tätningssmassa kräver att den gamla kanalen har en relativt hel och ren yta att spruta på, vid tätning av till exempel flottiga imkanaler kan man behöva använda rengöringsmedel innan applicering. Metoden kan ge bra resultat om kanalen har ett någorlunda bra utgångsläge, vilket kontrolleras innan tätningen påbörjas. Om kanalen har stora skador blir installationen väldigt tidskrävande då det krävs flera lager för att säkerställa bra täthet. Om kanalen har stora hål eller sprickor kan man komplettera med ett glasfiberfoder.³⁶

Denna metod kan användas för att täta kanaler, binda asbestfiber samt täta suglådor och fläktrum.³⁷ Den passar särskilt bra för kanaler med skarpa kurvor, då andra metoder kan vara komplicerade och kostsamma för dessa kanaler. Dock finns problem med att massan inte fäster bra på smutsiga, flottiga ytor. Vidhäftningen på murade kanaler har också ifrågasatts av vissa leverantörer.³⁸

På marknaden finns idag en leverantör av denna tätningsmetod, Proline. Kostnaden beror på hur kanalen ser ut, men den ligger på cirka 900-1700 kronor per meter.³⁹

5.1.3 Metallrör

Insatsrör av metall kan vara styva eller böjbara. Styva rör av metall är ovanliga i Sverige och används endast i undantagsfall, främst till rökkanaler.

Att sätta in flexibla, böjbara metallrör i den gamla kanalen är en vanlig metod för att täta befintliga ventilationskanaler. De nya ventilationsrören kan installeras utan isolering, men fler fördelar fås om rören isoleras genom att fylla ut hålrummen mellan det nya röret och den gamla kanalväggen med någon typ av isolering. Metoden passar bäst där den befintliga kanalen är så pass stor att kanalarean kan minskas till en cirkulär kanal med bibehållen funktion. Om de ursprungliga kanalerna inte är tillräckligt stora kommer metoden till sin fördel främst när självdragssystem konverteras till fläktstyrda system. Den lämpar sig också om den befintliga ventilationskanalen har många eller långa sidodragningar. Installationsarbetet utförs oftast på en dag och kräver få ingrepp i omslutningsväggarna.⁴⁰

Metoden ger en bra täthet och uppfyller normalt täthetsklass B eller C. En fördel är att tätheten kan garanteras oberoende av kanalernas nuvarande skick, men metoden innebär också att kanalens tvärsnittsarea minskar vilket medför ett större tryckfall och en större resistans.⁴¹ För en rektangulär frånlufts kanal på 15×15 cm får den nya, cirkulära kanalen en diameter på 10 cm. Konverteringen från rektangulär kanal till cirkulär kanal medför dock även en ökad genomströmningshastighet, vilket kan kompensera för en minskad kanalarea.

Metallrören har ofta en räfflad insida, vilket medför luftmotstånd och ökat tryckfall. Detta innebär att fläktarnas energibehov kan öka, trots att luftläcket minskar. Metallrör upplevs

³⁵ Olsson, Björn 2014

³⁶ Olsson, Björn 2014

³⁷ Olsson, Björn 2014

³⁸ Intervjusammanställning

³⁹ Olsson, Björn 2014

⁴⁰ Tuomela, Petri 2009

⁴¹ Faraguna, Carolina 2012

också svåra att installera av vissa. Det finns risk för ljudbildning, till följd av den ökade genomströmningshastigheten, och risk för vridning. Vissa metallrör görs i legeringsmaterial med en dålig beständighet, men det finns rostfria material som bedöms ha en bra beständighet.

Metallrören förekommer på marknaden i flera olika varianter, från billiga, enkellindade plåtrör till mer sofistikerade rör med flera materialskikt och god korrosionsbeständighet. Beroende på vilken typ av rör man vill ha ligger kostanden för installation på cirka 1000 kronor/meter.⁴²

5.1.4 Kompositrör

Kompositrör är en typ av insatsrör av kompositmaterial. Metoden innebär att ett mjukt rör installeras i den gamla kanalen och sedan formas med lufttryck för att passas till den befintliga kanalens väggar. Därefter härdas materialet med ånga.⁴³

Kompositrör passar bra till alla typer av ventilationssystem och kan anpassas efter både rektangulära och cirkulära kanaler. Rören kan installeras utan att minska den befintliga kanalens tvärsnitt nämnvärt. Arbetet utförs normalt på en dag och härdningen tar cirka 2-4 timmar.⁴⁴ Dock klarar installationen inte kanaler med alltför skarpa kurvor.

Ett kompositrör kan uppnå täthetsklass D, och en fördel är att insidan på kanalen blir väldigt slät, vilket minskar friktionen. På den svenska marknaden för kompositrör finns idag endast två produkter, FuranFlex och FitFire. FuranFlex är en äldre, kemikaliebaserad produkt som tidigare har använts i skorstenar och rökkanaler. FitFire är en nyare, vattenbaserad produkt.

I dagsläget upplever några fastighetsägare en viss tveksamhet mot kompositrör, då det är osäkert hur materialet kommer bete sig i framtiden. Metoden är också lite dyrare jämfört med andra tätningsmetoder. Beroende på hur kanalerna ser ut och vilken produkt man väljer kan priset sträcka sig från cirka 2000 kr per meter upp till cirka 4000 kronor per meter.⁴⁵

5.1.5 Foderslang

Kanaltätning med en foderslang är främst framtaget för tätning av murade kanaler, men passar även för plåt- och betongkanaler. Foderslangen appliceras genom att dras genom ventilationskanalen. Sedan tätas slangens ena ände, och från den andra änden blåses den upp tills den helt följer kanalens yta.⁴⁶ Om kanalen har en sväng större än 45° måste kanalen öppnas upp för att undvika nötnings-skador vid applicering.⁴⁷

En foderslang ger en effektiv tätning och täthetsklass B eller C kan uppnås. Metoden ger en väldigt slät insida på kanalen, vilket minskar resistansen, och dessutom formas fodret efter den befintliga kanalen vilket ger en i princip bibehållen tvärsnittsytta. Slangen kan dock inte användas i frånluftskanaler med dragfläktar, då det medför en risk för kollaps⁴⁸, men de ska fungera i frånluftssystem med tryckfläkt och i självdragssystem. Erfarenhet av kollapsade

⁴² Intervjusammanställning

⁴³ Skorstensknoten.se 2014

⁴⁴ Tuomela, Petri 2009

⁴⁵ Intervjusammanställning

⁴⁶ Plåt och Ventilationskonsult 2014

⁴⁷ Faraguna, Carolina 2012

⁴⁸ Faraguna, Carolina 2012

foderslangar finns dock i självdragssystem och även i frånluftssystem med tryckfläktar finns risk att de kollapsar efter några år.

Metoden användes främst på 1980-talet. På marknaden idag finns en produkt för denna metod, Alfo Kanaltätning. Priset beror på hur kanalerna ser ut, men ligger på cirka 1500 kronor per meter.⁴⁹

5.2 Plåtkanaler

Plåtkanaler har störst läckage vid skarvar och skador. Tätning av dessa sker främst med antingen tejp och/eller tätningsmassa eller med krympband.

5.2.1 Tätningsmassa

Tätning med tätningsmassa, så kallad kittning, kan användas på både cirkulära och rektangulära kanaler. Det finns olika typer av tätningsmassa, både vattenbaserade och lösningsmedelsbaserade. Båda är elsatiska och har god vidhäftning på plåt. Applicering sker vanligtvis med pensel eller med fogspruta. Kittning kan ske både från kanalernas insida och från dess utsida.⁵⁰ Vid god åtkomlighet går det snabbast att täta från utsida. Vid dålig åtkomlighet, eller om kanalen är isolerad, kan det gå snabbare att kitta från insidan. För detta krävs håltagning i kanalen.⁵¹

Tätningsmassa är en vanlig metod att täta kanalskarvar, men kan även användas för att täta mindre hål i kanalerna om man först täcker hålet med glasfibertejptejp.⁵² Skarvtätning ger godtagbar täthet, och massan har god beständighet mot åldring.⁵³ Dock finns erfarenhet att tätningsmassans hållbarhet inte är tillfredställande i jämförelse med livslängden på till exempel ett FTX-aggregat.

På den svenska marknaden finns olika typer av tätningsmassa. Vanligast är lösningsmedelsburet butylgummimassa och vattenbaserad tätningsmassa med akryllatex.

Butylgummimassorna har en smidig och trådfri konsistens. Massan appliceras med pensel och efter att lösningsmedlet avdunstat får materialet en fast men flexibel konsistens. Vid härdning krymper massan något, vilket hindrar sprickbildning.

Tätningsmassor baserade på akryllatex har gummiliknande egenskaper. Applicering sker med pensel, kittpistol eller spackel. Massan hårdnar efter att vattnet avdunstat och den torkade massan är snabbt yttorr och kan målas över. Dessa tätningsmassor har även en ljuddämpande effekt.

5.2.2 Ventilationstejp

Ventilationstejp används främst för cirkulära plåtkanaler. I gynnsamma fall kan metoden ge en täthet i klass A eller B.⁵⁴ Dock är tejp är inte lika hållbart som tätningsmassa, och den når inte den beständighet som man kan önska utan tenderar att torka ihop och spricka efter hand.⁵⁵

⁴⁹ Intervjusammanställning

⁵⁰ Faraguna, Carolina 2012

⁵¹ Karlsson, Göran & Lindgren, Sören 1983

⁵² Holladay, Martin 2010

⁵³ Faraguna, Carolina 2012

⁵⁴ Karlsson, Göran & Lindgren, Sören 1983

⁵⁵ HGTV Remodels (2014)

Erfarenhet av ventilationstejp är att de ger en bra täthet, men att beständighet mot åldring är dålig i jämförelse med livslängden på till exempel FTX-aggregat.

Det finns olika varianter av ventilationstejp på marknaden. Vävtejp, eller silvertejp som den också kallas, är en ventilationstejp som består av en polyetenbelagd bomullsväv. Tejpen har bra diffusionstäthet och är lätt att riva av. Den har god tålighet mot värme och kyla och är något töjbar.

Aluminiumtejp är en tejp av aluminium som är ljus- och värmereflekterande. Tejpen har god tålighet mot värme och kyla och är fuktavstötande. Den finns både som rutarmerad och slät, och även som glasfiber- eller kolfiberarmerad för högre mekanisk hållfasthet. Den armerade tejpen lämpar sig för lappning och lagning.

PVC-tejp är en ventilationstejp med en mjuk PVC-film. Tejpen har god elasticitet och bra diffusionstäthet. Den är även vattentät och tålig mot värme och kyla.

Vulkatejp är en tejp som självvulkaniserar när den lindas på sig själv, och då bildar en homogen massa som ger en god tätning att likställa med en ny kanal. Tejpen lämpar sig väl för cirkulära plåtkanaler med krav på garanterad lufttäthet.

5.2.3 Krympbara skarvband

Krympbara skarvband består av polyeten och är belagda med ett termoplastiskt smältlim. Vid tätning lindas krympbandet runt den aktuella skarven och fixeras med värmetålig tejp. Därefter värms packningen, vanligtvis med öppen låga, varpå bandet krymper och limmet smälter och fäster mot underlaget. Metoden ger en mycket tät skarv som kan likställas med en ny kanal. Skarvbanden är endast lämpade för cirkulära plåtkanaler.⁵⁶

5.2.4 Aero seal

Aero seal är en teknik som finns på den nordamerikanska marknaden. Metoden tätar befintliga kanaler från insidan med små partiklar som fäster vid hål och tätar igen små läckor.

Vid tätning täcks alla spjäll igen, så att luften endast tar sig ut ur kanalsystemet genom läckor. Kanalerna trycksätts sedan medan små polymera partiklar injiceras i kanalen. De små partiklarna fäster vid kanterna på de små hål som luften tar sig ut igenom, och sedan på varandra tills läckan är stängd. En mjukvara kontrollerar trycket i kanalen och meddelar när kanalen är helt tät.⁵⁷

Fördelarna med Aero seal är att man kan nå oåtkomliga partier. Dock är metoden fortfarande ganska dyr och den fungerar endast på mindre läckor.⁵⁸

⁵⁶ Faraguna, Carolina 2012

⁵⁷ Aero seal 2014

⁵⁸ Byrnes, David 2013

6 Befintlig marknad

Efterfrågan på kanaltätning är i dagsläget liten. Beställare, i form av fastighetsägare, är medvetna om att deras kanaler läcker men saknar ofta insikt om problematiken kring läckande kanaler och i många fall även kunskap om vilka lösningar som finns. Detta medför att efterfrågan inte är så stor, trots ett ganska stort behov. Den låga efterfrågan resulterar i låg konkurrens och små producentvolym, vilket medför höga pris. En följd av den svaga efterfrågan är också att de leverantörer som finns idag inte upplever något incitament för produktutveckling.

6.1 Hinder för kanaltätning

För flera fastighetsägare är de höga priserna ett stort hinder för kanaltätning. Många som genomför kanaltätning med syfte att minska luktspridning, och öka inomhuskomforten, anser att priset blir för högt för att åtgärda ett relativt litet problem. De som vill uppnå en minskad energianvändning anser att energibesparingarna som kanaltätningen medför i dagsläget inte kan täcka kostnaderna för tätningen.

Det begränsade utbudet på marknaden upplevs också som ett hinder av många fastighetsägare, men framförallt kunskapsbristen om vilka lösningar och metoder som finns tillgängliga är ett problem. Det finns också en kunskapsbrist om problematiken med läckande kanaler, och leverantörerna upplever att många fastighetsägare inte förstår nyttan med bra kanaltätning och är omedvetna om de kostnader som en kanaltätning innebär.

Åtkomsten vid kanaltätning är också ett stort problem. Många tätningsmetoder kräver fria, relativt raka kanaler vilket inte alltid är fallet i äldre byggnader. Om man måste öppna upp kanalerna blir tätningen ofta tidskrävande och kostsam. I vissa fall kan man även behöva åtkomst till lägenheterna för att komma åt att täta kanalerna. Tätningsmetoder som innebär att man måste gå in i lägenheter medför hinder i form av hyresgäster.

6.2 Marknadsutveckling

Marknaden behöver utvecklas med framförallt större utbud, bredare kunskap, mer konkurrens och lägre priser. Dessa faktorer är tätt sammankopplade, och kommer troligtvis att följa varandra.

Fastighetsägare efterfrågar en praktisk och kostnadseffektiv lösning som ger ett tillräckligt bra resultat. Det är inte alltid nödvändigt att uppnå bästa täthetsklass, så länge problemen avhjälps, utan man vill då hellre ha ett lägre pris. Ett verktyg som kan visa på den ekonomiska nyttan med kanaltätning efterfrågas också.

En utvärdering av nya kemiska tätningsmaterial önskas av fastighetsägare, för att utreda hur ämnena kommer att bete sig i framtiden. Det är viktigt att veta hur ett material reagerar innan man sätter in det i kanaler för ventilation.

Förslag på marknadsutveckling är fler specialister och en teknikutveckling för bland annat tätningsmassor som kan sprutas på kanalväggen och kanalfoder som kan dras genom kanaler med 90° kurvor.

7 Branschmöte

Den 4e juni 2014 genomfördes ett branschmöte om tätning av ventilationskanaler. Både tillverkare installatörer och beställare bjöds in, i bilaga 3 ses en deltagarförteckning. Branschmötet syftade till att fånga upp branschens åsikter om hur man kan öka efterfrågan och påskynda utvecklingen av metoder för kanaltätning, samt vilket typ av utveckling som önskas.

Dessa punkter togs upp som förslag på utvecklingsområden inom kanaltätning, och förslag på hur utvecklingen kan ske:

- Utveckla en teknik som kan täta kanaler med 90° svängar utan att behöva ta upp hål.
 - Specialsydda kompsitrör kan klara detta
- Ta fram standarder för upphandling och entreprenad
 - Det krävs ett helhetstänk/totalansvar vid entreprenad
 - Viktigt att analysera kanaltätheten innan man installerar återvinning – detta måste föras ut till beställare!
 - Ta fram en kravspecifikation som kan användas som beställningsunderlag
- Utbildning/Kunskapslyft hos beställarna
 - Ta fram handbok/Broschyr om metoder för kanaltätning
 - Ta fram metod som tydligt visar fastighetsägare/beställare problematiken med läckande kanaler och möjligheterna med kanaltätning
 - Ta fram beräkningsprogram/kalkylsystem som kan användas för att räkna lönsamhet för kanaltätning
- Beställarna måste våga beställa mer och även ställa högre krav på entreprenörerna
 - Genomföra pilotprojekt på demonstrationshus
- Billigare material
 - Dagens metoder är ofta utvecklade för rökkanaler, finns samma behov hos ventilationskanaler?
 - Kan man ta bort ett lager?
- Titta på metoder för relining av avlopp när man utvecklar metoderna för kanaltätning – det finns många likheter.
- Teknikupphandling
- Demonstrationsprojekt/Pilothus

Under branschmötet diskuterades även vilka hinder som finns för genomförande av kanaltätning. Vid diskussionen framkom framförallt att kunskapsnivån om täthet hos befintliga ventilationskanaler, dess betydelse, och metoder för att täta ventilationskanaler är för låg inom byggbranschen (förvaltare m.m.). Ofta installeras ett nytt ventilationssystem, utan att de befintliga ventilationskanalerna tätats.

8 Slutsatser

Läckande ventilationskanaler är en företeelse som många fastighetsägare är medvetna om, men kunskapen om hur det kan åtgärdas och vilka lösningar som finns är inte lika utbredd. Detta medför att det trots att det finns ett behov av kanaltätning ändå inte finns så stor efterfrågan på marknaden. Detta leder till att utbudet på marknaden är litet, och på grund av brist på konkurrens och små volymproduktioner är priserna för kanaltätning höga.

Det är främst plåt- och betongkanaler på vind samt vertikala kanaler i tegel, betong eller eternit som läcker. Tätning är mest aktuellt för de vertikala kanalerna, som kan vara svåråtkomliga att byta. Kanaler på kallvind är oftast enklare och billigare att byta mot nya kanaler.

I tabell 6 finns en sammanställning över de vanligaste metoderna som finns tillgängliga på marknaden idag för tätning av vertikala, murade ventilationskanaler. Priserna och uppnådd täthetsklass är ungefärliga värden för en kanal med 100 mm i diameter och med normalslitage. Priserna kan variera mycket, beroende på vilket skick den gamla kanalen är i och beroende på hur kanalerna är dragna. Angivna priser ska främst ses som en indikation på prisskillnaderna mellan de olika metoderna.

Tabell 6. De vanligaste tätningsmetoderna och deras respektive egenskaper. Informationen är främst hämtad från intervjuer med leverantörer och beställare.

Metod	Passar till...	Positivt	Negativt	Täthetsklass	Pris
Keramiskt bruk/ Glidgjutning	Stående, murade, relativt raka kanaler. Ej imkanaler.	Slät kanalvägg, bibehållen kanalarea.	Tung och smutsig applicering, risk för ljudspridning.	A/B	1500 kr/m
Tätningssmassa	Rena, relativt hela kanaler	Klarar skarpa kurvor	Fäster dåligt på vissa ytor	B	1500 kr/m
Metallrör	Stora, relativt raka kanaler	Garanterad täthet	Minskad kanalarea, risk för ljudbildning	B/C	800-1000 kr/m
Kompositrör	Relativt raka kanaler	Garanterad täthet, smidigt att installera, bibehållen kanalarea	Osäkerhet kring material	D	2000-2500 kr/m
Foderslang	Raka kanaler med tryckfläkt	Bibehållen kanalarea, slät kanalvägg	Risk att slangen sjunker ihop	B/C	1500 kr/m

Vissa av dessa metoder behöver en teknikutveckling, men framförallt saknas kunskap i beställarledet om att dessa lösningar finns. Kunskaphöjande åtgärder i beställarledet är en åtgärd som flera leverantörer efterfrågar, och även många fastighetsägare.

Många av husen inom miljonprogrammet ska renoveras inom de närmsta åren, och flera fastighetsägare kommer då troligtvis att installera ett frånluftssystem med någon form av

återvinning på frånluften. Det är då viktigt att åtgärda problem med läckande kanaler innan värmeåtervinning på frånluften installeras, för att undvika att investera i aggregat med fel dimension.

De fastighetsägare som har utfört kanaltätning upplever att det är för kostsamma och för svårinstallerat. Många har negativa erfarenheter, vilket kan ha en avskrämmande inverkan på marknaden och bidra till att efterfrågan är fortsatt låg. I Sverige finns en kultur inom byggsektorn där goda exempel och positiva erfarenheter krävs för att fler ska våga investera i en viss teknik. Genom att påskynda teknikutvecklingen för att få fram lösningar som är mer anpassade efter beställarnas önskemål, samt ta fram goda exempel där lösningarna installerats, kan efterfrågan öka. Det är då viktigt att detta kompletteras med informationskampanjer och marknadsföring.

En teknikupphandling för tätning av ventilationskanaler skulle kunna utföras med syfte att utveckla marknaden med mer kostnadseffektiva produkter som är anpassade efter beställarnas behov. Detta skulle även kunna få kunskapshöjande effekter genom genomförande av till exempel workshops och seminarier. Genom ett upplägg på teknikupphandlingen där utvalda tävlingsbidrag testas i pilotbyggnader kan demonstrationsexempel med tillhörande utvärdering tas fram.

Målet med teknikupphandlingen skulle vara en ökad efterfrågan som följd av en ökad kunskap hos fastighetsägarna, samt metoder/produkter som är mer anpassade efter beställarnas behov. Detta kommer troligtvis leda vidare till en ökad konkurrens och pressade priser.

9 Upplägg för teknikupphandling

I detta avsnitt föreslås ett upplägg på en teknikupphandling samt omfattning på kravspecifikationen. Inriktning och omfattning är framtagen utifrån de kunskaper som framkommit under förstudiens genomförande.

9.1 Allmänt

En teknikupphandling för tätning av ventilationskanaler skulle utföras med syfte att utveckla marknaden med kostnadseffektiva produkter som är anpassade efter beställarnas behov. En viktig del i teknikupphandlingen är att även uppnå kunskapshöjande effekter hos beställare.

Teknikupphandlingen bör inrikta sig på tätningsmetoder för befintliga kanalsystem som har störst potential för energibesparing, dvs. kanaler med fläkt driven ventilation eller kanaler där fläkt driven ventilation skall installeras. Teknikupphandlingen bör eftersträva tekniska lösningar som leder till en låg elanvändning för fläkt drift, bidrar till låg energianvändning för uppvärmning, förbättrat inomhusklimat och en låg livscykelkostnad.

Den kravspecifikation som föreslås uttrycks i form av *skall*- respektive *bör*-krav. *Skall*-kraven är minimikrav som alltid ska uppfyllas. *Bör*-kraven behöver ej uppfyllas men kommer att tillgodoräknas vid utvärderingen. Krav som uppfylls bättre än *bör*-krav premieras.

9.2 Målsättning

Målet med teknikupphandlingen är att skapa en ökad efterfrågan, som följd av en ökad kunskap hos fastighetsägarna, samt få fram metoder/produkter som är mer anpassade efter beställarnas behov. Teknikupphandlingen bör också leda till en snabbare marknadsutveckling.

9.3 Förutsättningar

Teknikupphandlingen omfattar alla typer av lösningar för att täta befintliga ventilationskanaler, eller schakt och rökkanaler som konverterats till ventilationskanaler, i flerbostadshus. Tätning av kanaler för fläkt driven ventilation (F och FT) ingår.

Utöver de krav som preciseras i teknikupphandlingen förutsätts att tävlingsbidragen uppfyller normkraven vid ombyggnation, så som varsamhetskrav, brandkrav m.m.

9.4 Upplägg

Teknikupphandling bör innehålla följande moment, för att uppnå målen:

- Tävling med utvärdering av olika metoder för kanaltätning
 - Utvärdering med hjälp av bedömningar, beräkningar och ev. laborietester.
- Installation av de bästa alternativen i testhus
 - Befintliga flerbostadshus, representativa för större delar av beståndet
- Uppföljning och utvärdering av provhusen, vilket förväntas ge bra demonstrationsprojekt.
 - Uppfylls utlovad funktion i verkligheten?
 - Hur upplever brukare och förvaltare att inneklimatet påverkats?
 - Behövs några förändringar?
- Beslut om vinnare av teknikupphandlingen.
- Spridning av resultaten

För att säkerställa god kunskapsspridning är det viktigt med informationsinsatser, så som:

- Utskick till tänkbara tävlingsdeltagare.
- Branschmöte med tänkbara tävlingsdeltagare och beställare.
- Marknadsföring av tävlingen i branschtidningar.
- Delrapporter.
- Riktad information till förvaltare.
- Slutrapport för dokumentation av hela projektet.

9.5 Kravspecifikation

Följande avsnitt är ett förslag till utformning av kravspecifikation för kanaltätning som kan användas vid en teknikupphandling. Slutgiltig kravspecifikation tas fram tillsammans med beställargruppen.

9.5.1 Övergripande krav

Följande krav **skall** uppfyllas av tätningsmetoden:

- Metoden skall medföra att läckflöden i ventilationskanalerna minskas.
- Efter tätning skall effektbehovet för ventilationsfläkten, SFP, inte överskrida rekommendationerna i BBR.
- Uppnådd täthet skall minst uppfylla AMA:s rekommendationer för ventilationskanalers täthet.
- Tätningsmetoden skall inte förorsaka allvarliga störningar av de boende.
- Material som används vid tätning skall ha god beständighet.
- Tätningen skall inte ge upphov till ljudbildning vid drift.
- Tätningen skall medföra ett bättre inneklimat.

9.5.2 Energieffektivitet

Energieffektivitet				
Parameter	Krav		Verifiering	
	<i>Ska uppfyllas</i>	<i>Bör uppfyllas</i>	<i>Före installation</i>	<i>Efter installation</i>
Eleffektivitet	FTX: 2,0 FT:1,5 FVP: 1,0 F: 0,6		Beräkningar	Mätning
Specifikt eleffektbehov för ventilationssystem (SFP) vid normflöde, dvs. 0,35 l/(sm ²), i hela huset.				
Täthet	Klass A för rektangulära kanaler. Klass B för cirkulära kanaler.	Klass B för rektangulära kanaler. Klass C för cirkulära kanaler.	Metod för tätning granskas	Kontrollmätning
Täthetsklass ska uppnås enligt AMA VVS&Kyl				

9.5.3 Inneklimat

Inneklimat				
Parameter	Krav		Verifiering	
	<i>Ska uppfyllas</i>	<i>Bör uppfyllas</i>	<i>Före installation</i>	<i>Efter installation</i>
Ljudbildning	Klass B i sovrum och vardagsrum Klass C i badrum och kök	Klass A i sovrum och vardagsrum Klass B i badrum och kök		Stickprov i 10 % av lgh. (minst 3 lgh.) (enl. SS 025267)
Högsta tillåtna värden på ljudnivå i lägenheten från ventilation				
Luktspridning	Luktspridning ska minskas	Luktspridning ska elimineras		Inomhusmiljöenkät före och efter installation.
Spridning av lukt, t.ex. matos, ska begränsas.				

9.5.4 Installation

Installation				
Parameter	Krav		Verifiering	
	<i>Ska uppfyllas</i>	<i>Bör uppfyllas</i>	<i>Före installation</i>	<i>Efter installation</i>
Störningar	Arbete ska genomföras på en dag/stam. Arbete i lägenheterna får ej överskrida 3 timmar.	Installation utan tillgång till lägenheterna.	Granskning av tidplan för installation	Stickprov vid installation
Störningar av boende vid installation				

9.5.5 Funktion

Funktion				
Parameter	Krav		Verifiering	
	<i>Ska uppfyllas</i>	<i>Bör uppfyllas</i>	<i>Före installation</i>	<i>Efter installation</i>
Svängar i kanaler	45°	90°	Granskning av metod för tätning.	Granskning av metod för tätning.
Tätningmetoden ska kunna nyttjas för kanaler med upp till X° svängar, utan att behöva öppna kanalen.				

9.5.6 Robusthet

Robusthet				
Parameter	Krav		Verifiering	
	<i>Ska uppfyllas</i>	<i>Bör uppfyllas</i>	<i>Före installation</i>	<i>Efter installation</i>
Livslängd	10 år	20 år	Metod för tätning granskas eller redovisning av teknisk livslängd för ingående komponenter	Metod för tätning granskas
Tätningen ska bibehålla funktionalitet i X år.				

9.5.7 Kostnader

Kostnader				
Parameter	Krav		Verifiering	
	<i>Ska uppfyllas</i>	<i>Bör uppfyllas</i>	<i>Före installation</i>	<i>Efter installation</i>
Kostnad	LCC-beräkning ska redovisas.	Ej ekonomiska effekter av kanaltätning visualiseras på ett tydligt sätt.	Redovisning av lönsamhets- och kostnadskalkyl.	Redovisning av kostnader
Kostnader och lönsamhetsberäkningar.				

9.5.8 Miljö

Miljö				
Parameter	Krav		Verifiering	
	<i>Ska uppfyllas</i>	<i>Bör uppfyllas</i>	<i>Före installation</i>	<i>Efter installation</i>
Miljöpåverkan	Miljöpåverkan ska belysas ur ett LCA-perspektiv.	Låg miljöpåverkan under sin livscykel	Granskning av materialets miljöpåverkan.	Granskning av materialets miljöpåverkan.
Materialet som används vid tätning.				

9.6 Beställargrupp

Beställargruppen består av representanter från fastighetsägare, experter samt projektledare:

- Förslag på fastighetsägare
 - Familjebostäder
 - Uppsalahem
 - Stockholmshem
 - Örebrobostäder
 - Förvaltaren
 - Landskronahem
 - Eskilstuna kommunfastigheter
 - Uddevallahem

- Förslag på projektgrupp
 - Göran Werner, BeBo
 - Katarina Högdal, WSP
 - Åke Blomsterberg, WSP/LTH
 - Åsa Wahlström, CIT Management
 - Bengt Bergkvist, Energianalys
 - Skorstensentreprenörernas riksorganisation

9.7 Tänkbara tävlingsdeltagare

Följande aktörer kan tänkas vara intresserade av att delta i teknikupphandlingen:

- Kanaltätning i Göteborg
- Bra spisar och kaminer
- Skorstensfolket i Sverige
- Fluetec
- Chimneytec
- SVF Skorstensventilation/Fastighetsteknik
- Proline Group AB
- AB Henriksbergs verkstäder
- Fläktwoods
- PJs Eld och Vent AB
- Nordens systemprodukter AB
- Kiwa Sverige AB
- Bergslagens energi och kamin
- Skorstensmetoder
- Skorstensbolaget AB

10 Källhänvisning

Aeroseal (2014) *Aeroseal Process* Hämtat 2014-02-17 från <http://www.aeroseal.com/what-we-do/aeroseal-process.html>

ATON Teknikkonsult (2007) *Energideklaration för bostäder – Metoder för besiktning och beräkning, version 2*

Bergqvist, Bengt (2014). Intervju genomförd 2014-01-24.

Boverket (2012) *Regelsamling för byggande, BBR 2012 - Energihushållning*

Byrnes, David (2013) *Does Aeroseal work?* Hämtat 2014-02-17 från <http://homeenergypros.lbl.gov/profiles/blogs/does-aeroseal-work-an-auditors-review>

Energimyndigheten (2013:03) *Energistatistik för flerbostadshus 2012* ES2013:03

Faraguna, Carolina (2012) *Självdraagsventilation i flerbostadshus* Examensarbete på Lunds Tekniska Högskola, Avdelningen för installationsteknik

Holladay, Martin. GBA Advisor (2010) *Sealing Ducts: What's Better, Tape or Mastic?* GreenBuidinAdvisor.com. Hämtad 2014-02-10 från <http://www.greenbuildingadvisor.com/blogs/dept/musings/sealing-ducts-what-s-better-tape-or-mastic>

HGTV Remodels (2014) *Seal Ductwork with Mastic and Mesh Tape* Hämtat 2014-02-10 från <http://www.hgtvremodels.com/home-systems/seal-ductwork-with-mastic-and-mesh-tape/index.html>

Johansson, Per & Svensson, Anders (2007) *Metoder för mätning av luftflöden i ventilationsinstallationer* Nordiska Ventilationsrådet, Byggforskningsrådet, Formas

Karlsson, Göran & Lindgren, Sören (1983) *Tätning av ventilationskanaler i byggnader* Byggforskningsrådet

Karlsson, Henrik (2012) *Mätning av transmissionsförluster från otäta ventilationskanaler*, SP Science Partner

Liddament, Martin W. (1996) *A guide to energy efficient ventilation Annex V, Air Infiltration and Ventilation Centre, IEA*

Miljödepartementet (2012:23) *Svenska miljömål – preciseringar av miljö kvalitetsmålen i en första uppsättning etappmål* Ds2012:23. Hämtat från Regeringskansliet: <http://www.regeringen.se/sb/d/16347/a/196469> (2013-03-18)

Näringsutskottet (2008/09) *Riktlinjer för energipolitiken 2008/09:NU25* Sveriges Riksdag

Olsson, Björn (2014) Mailkorrespondens 2014-03-07

Plåt och Ventilationskonsult (2014) *Alfo Kanaltätning* Hämtat 2014-02-11 från <http://www.platovent.se/arbetsmetoder.htm>

Skorstensknuten.se (2014) *Furanflex – Insatsrör av komposit för skorstens- och ventilationsreovering med Relining-metoden* Hämtat 2014-02-11 från <http://www.skorstensknuten.se/renoveringsmetoder/furanflex-insatsr%C3%B6r-av-komposit-f%C3%B6r-skorstens-och-ventilationsreovering-med-relining-metoden>

Tuomela, Petri (2009) *Murade ventilationskanaler kan behöva tätas* VVS Forum, april 2009, s84-86. Tillgänglig via: http://www.e-magin.se/v5/viewer/files/viewer_s.aspx?gKey=7ksqdvjj&gInitPage=84 (2013-12-17)

SABO (2006) *Energiförbrukning i nybyggda flerbostadshus*

SCB (2014) *Ombyggd bostadsarea i flerbostadshus efter region, ägarkategori och byggnadsperiod. År 1989-2013*

SFV (2009) *Ventilation i äldre byggnader* Statens fastighetsverk

Wahlström, Åsa (2013) *Teknikupphandling av värmeåtervinningssystem i befintliga flerbostadshus – slutrapport* CIT Energy Management

Wahlström, Åsa; Blomsterberg, Åke; Olsson, Daniel (2009) *Värmeåtervinningssystem för befintliga flerbostadshus – förstudie inför teknikupphandling*

11 Bilagor

11.1 Bilaga 1 – Genomförda intervjuer

11.1.1 Fastighetsägare

Eskilstuna kommunfastigheter - Jari Murtomaki

Uddevallahem – Andreas Skälegård

Örebrobostäder – Kennet Eriksson

Familjebostäder – Helena Ulfsparre

Sigtunahem – Roger Hägglöf

Stena Fastigheter – Bo Matsson

11.1.2 Leverantörer

Björn Olsson – Proline

Stefan Berglund – Skorstensfolket

Pierre Bodin – Plåt- och ventilationskonsult

11.2 Bilaga 2 – Intervjufrågor

11.2.1 Fastighetsägare

Följande frågor användes som utgångspunkt vid intervjuer med fastighetsägare:

1. Har ni eller tror ni er ha läckande ventilationskanaler?
 - a. Vilken typ av kanaler har störst läckflöden?
2. Brukar ni utföra mätningar för att undersöka ev. läckflöden?
 - a. Vilken metod används?
 - b. Anser ni metoden vara tillförlitlig?
 - c. Är metoden effektiv (tidsmässigt och ekonomiskt)?
3. Har ni undersökt möjligheten att täta ventilationskanaler?
 - a. Hur upplever ni markanden?
 - b. Vilka olika metoder har ni stött på?
4. Har ni utfört kanaltätning?
 - a. Vilken metod har ni använt?
 - b. Hur upplevde ni resultatet?
 - c. Har ni några konkreta resultat (före/efter-mätningar)
5. Vad upplever ni vara det största hindret för kanaltätning?
6. Vad upplever ni vara de största möjligheterna/de viktigaste resultaten av kanaltätning?
7. Vad anser ni behöver utvecklas inom mätning av läckflöden och tätning av ventilationskanaler?

11.2.2 Leverantörer

Följande frågor användes som utgångspunkt vid intervjuer med leverantörer/installatörer:

1. Vilken metod/vilka metoder använder ni vid kanaltätning?
 - a. Vad finns det för för-/nackdelar med respektive metod?
 - b. Hur upplever ni resultaten?
2. Brukar ni utföra mätningar för att undersöka ev. läckflöden?
 - a. Vilken metod används?
 - b. Anser ni metoden vara tillförlitlig?
 - c. Är metoden effektiv (tidsmässigt och ekonomiskt)?
3. Hur upplever ni marknaden för kanaltätning?
 - a. Hur ser utbudet ut, vad finns för metoder, finns konkurrens?
 - b. Hur ser efterfrågan ut, vad finns för medvetenhet hos beställarna?
4. Vad upplever ni vara det största hindret för kanaltätning?
5. Vad upplever ni vara de största möjligheterna/de viktigaste resultaten av kanaltätning?
6. Vad anser ni behöver utvecklas inom mätning av läckflöden och tätning av ventilationskanaler?

11.3 Bilaga 3 – Deltagare Branschmöte

Lars Strahl	Kanaltätning i Göteborg
Oskar Briving	Kanaltätning i Göteborg
Hans Holmén	Bra spisar och kaminer
Thomas Stenqvist	Skorstensfolket i Sverige
Petri Tuomela	Fluotec
Stefan Berglund	Chimneytec
Mats Berglund	SVF Skorstensventilation/Fastighetsteknik
Mats Berglund	Skorstensentreprenörernas riksorganisation
Björn Olsson	Proline Group AB
Tonny Svensson	AB Henriksbergs verkstäder
Stefan Carlsson	AB Henriksbergs verkstäder
Bengt Bergqvist	Energianalys AB
Marcus Göpel	Förvaltaren
Mats Lindskog	Stockholmshem
Peter Axelsson	Stockholmshem
Mathias Albrecht	Fläktwoods
Peter Johansson	PJs Eld och Vent AB
Kennet Eriksson	Örebrobostäder

Ulf Johnson	Nordens systemprodukter AB
Magnus Jerlmark	Kiwa Sverige AB
Jukka Löf	Bergslagens energi och kamin
Michael Palmqvist	Skorstensmetoder
Carl-Henrik Vinberg	Skorstensbolaget AB
Åke Blomsterberg	WSP
Katarina Högdal	WSP
Göran Werner	BeBo

11.4 Bilaga 4 – Rapport Täthetsprovning

Sulvägen 31, Solberga - Täthetsprovning av frånluftskanaler

Bakgrund

På uppdrag av Stockholmshem, Peter Axelsson har Bengt Bergqvist Energianalys AB utfört täthetsprovningar av murade frånluftskanaler från en lägenhet på bottenvåningen, Sulvägen 31. Provningar utfördes före och efter tätning av kanaler.



Bild 1. Sulvägen 29 och 31, Solberga.

Förutsättningar

Täthetsprovningar före tätningsarbeten utfördes torsdag 26 juni, 2014 i lägenhet till vänster på bottenvåning, Sulvägen 31. Två st. murade kanaler täthetsprovades, kanal från kök samt kanal från badrum. Måndag 1 juli utfördes täthetsprovning efter genomförda tätningsarbeten.

	Dimension meter	Total Längd meter	Omslutnings- area, m ²
Kanal från kök	0,23*0,16 (3 m) 0,16*0,16 (3 m)	6	4,3
Kanal från badrum	0,23*0,16 (3 m) 0,16*0,16 (3 m)	6	4,3

Före provning tätades respektive kanaldel med fotbollsblåsa på vind, se även bildbilaga.



Bild 1. Provtryckningsfläkten placerades i kök respektive badrum.

Fläktvarvtalet justerades in så att ett konstant övertryck upprätthölls varvid luftflödet över inloppsdysan mäts. Provning utfördes vid trycken 50, 100, 200 och 400 Pa.

Läcksökning har inte utförts, dvs läckflöden har inte lokaliserats.

Mätutrustning

Tryckprovsningsfläkt Swema 765900.
Tryckmätare/luftfästighetsmätare Swema Modell 3000md.
Inspektionskamera Wöhler Vis 350 från Swema.

Utetemperaturen låg vid ca+15 till 17°C vid bägge provningarna och vindhastigheten vid 1-3 m/s.

Resultat

Observera att skalorna i diagrammens x-axlar inte är linjära. Provtrycken har dubblerats vid varje mätning.

Totalt uppmätta läckluftflöden l/s

Fränluftskanal från kök

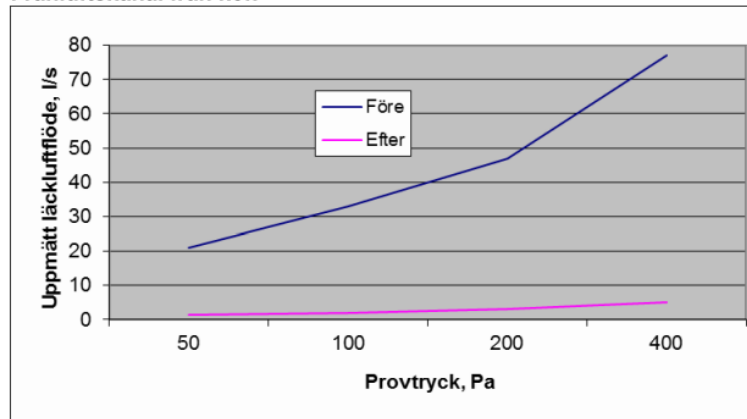


Bild 2. Uppmätt läckluftflöde (l/s) för fränluftskanal från kök före och efter tätning med "strumpa".

Fränluftskanal från badrum

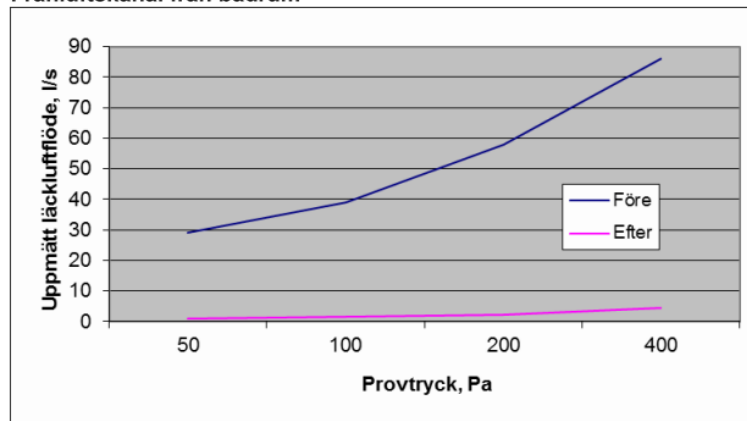


Bild 3. Uppmätt läckluftflöde (l/s) för fränluftskanal från badrum före och efter tätning med "strumpa".

Uppmätta specifika läckluftflöden $l/(s, m^2)$

Frånluftskanal från kök

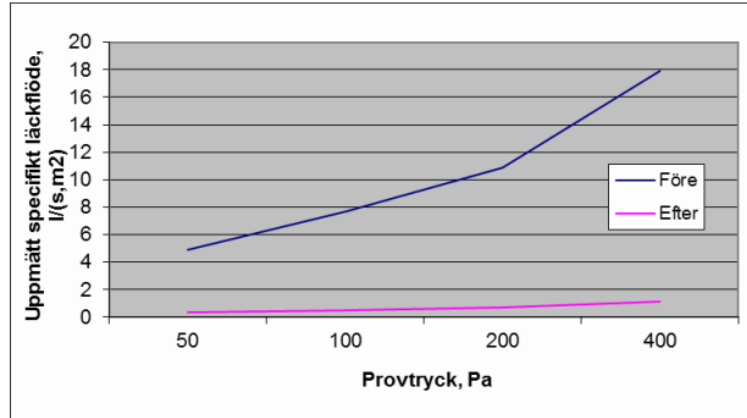


Bild 4. Uppmätt specifikt läckluftflöde ($l/(s, m^2)$) för frånluftskanal från kök före och efter tätning med "strumpa".

Frånluftskanal från badrum

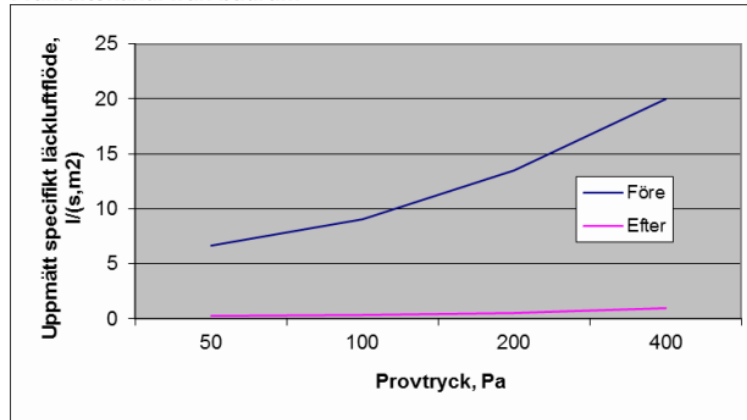


Bild 5. Uppmätt specifikt läckluftflöde ($l/(s, m^2)$) för frånluftskanal från badrum före och efter tätning med "strumpa".

Kommentarer

Uppmätta läckluftflöden före tätningsåtgärder är mycket höga, 20 l/s för kök och 30 l/s för badrum vid lägsta provtrycket 50 Pa. Normalt projekterade undertryck i frånluftskanaler ligger ofta vid ca 50 Pa i ombyggda flerbostadshus. Eftersom normalt projekterade grundflöden i kök och badrum ofta ligger vid 10 respektive 15 l/s är det naturligtvis inte bra om läckluftflöden i kanaler är lika stora eller större än önskade frånluftsföden i frånluftsdon.

Uppmätta läckluftflöden efter tätningsåtgärder är för små för att hög mät noggrannhet ska kunna uppnås med använd mäturustning. Uppmätta mättryckfall över användmättdysa ligger i intervallet 0,2 till 2 Pa vilket är avsevärt under rekommenderat mätområde. Sannolikt är verkliga läckluftflödena klart lägre än vad de röda kurvorna i bild 2-5 anger.

Angivna värden på specifika läckluftflöden i l/s,m² i bilderna 4 och 5 baseras på omslutningsarean 4,3 m². Härvid har samma omslutningsarea använts såväl före som efter tätningsåtgärder.

Egentligen borde kanske omslutningsarean efter tätningsåtgärder ha baserats på invänga arean i tätningsstrumpan. I så fall ska omslutningsarean 2,3 i stället för 4,3 m² användas och följaktligen värdena "Efter åtgärder" ökas med $4,3/2,3=1,87$, dvs med ca 87%. Men för att kunna jämföra värdena före och efter med varandra har samma omslutningsarea använts.

Vid normal drift kommer sannolikt verkliga undertryck i frånluftskanaler att ligga runt ca 50 Pa varför redovisade läckflöden för högre tryckskillnader aldrig kan uppstå i praktiken.

Lidingö 2014-07-01

Bengt Bergqvist EnergiAnalys AB

Bengt Bergqvist