

INNEHÅLL

Förord	9
1. Inledning	11
<i>Arbetsgången vid felsökning</i>	13
2. Mätningar, mätinstrument och verktyg	15
<i>Luftflödesmätning över fasta mätställen och mätdysor</i>	15
<i>Mätning av lufthastighet i kanal med</i> <i>prandtlrör eller varmrådsanemometer</i>	17
<i>Spårgasmätningar</i>	18
<i>Loggning av temperatur och tryck</i>	23
<i>Mätning av eleffekt hos fläktar och aggregat</i>	27
<i>Fotografering</i>	28
<i>Mätning av luftflöde i till- och frånluftsdon</i>	30
<i>Mätning av dragindex</i>	32
<i>Radonmätningar</i>	34
<i>Ljudmätningar</i>	35
<i>Mätningar i fjärrvärmeundercentraler</i>	36
<i>Mätningar och iakttagelser i elcentraler</i>	40
<i>Instrument och verktyg för felsökning</i>	41
3. Täthetsprovning och termografering	43
<i>Täthetsprovning av byggnad eller lägenhet</i>	43
<i>Termografering</i>	47
4. Inneklimat	49
<i>Låga innetemperaturer</i>	49
<i>Höga innetemperaturer sommartid</i>	51
<i>Problem med drag</i>	52

5. FTX-system för luftbehandling och ventilation	55
<i>Luktspridning i FTX-system</i>	<i>57</i>
6. FX-system för luftbehandling och ventilation	67
<i>Vanliga orsaker till fel i FX-system</i>	<i>69</i>
7. System för värmeproduktion	71
<i>Frånluftsvärmepump</i>	<i>73</i>
<i>Bergvärmepump</i>	<i>76</i>
8. Värmesystem	77
<i>Radiatorsystem</i>	<i>77</i>
<i>Golvvärmesystem</i>	<i>78</i>
<i>Luftvärmesystem</i>	<i>78</i>
<i>Vanliga fel i värmesystem</i>	<i>78</i>
9. Varmvatten	81
<i>Lång väntetid på varmvatten</i>	<i>81</i>
<i>För litet eller för stort vattenflöde</i>	<i>83</i>
<i>Pendlande varmvattentemperatur</i>	<i>84</i>
10. Varmvattencirkulation	85
<i>Höga vvc-förluster</i>	<i>86</i>
<i>Alternativ till vvc-system</i>	<i>86</i>
11. Energianvändning	89
<i>Vanliga orsaker till hög energianvändning</i>	<i>89</i>
<i>Arbetsgång vid analys av byggnaders energianvändning</i>	<i>92</i>
<i>Beräkning av byggnaders energianvändning</i>	<i>93</i>
<i>Enklare handberäkningsmetoder</i>	<i>94</i>
12. Energieffektivisering	99
<i>Arbetsgång vid felsökning i elcentral</i>	<i>100</i>
<i>Arbetsgång vid felsökning i fjärrvärmeundercentral</i>	<i>100</i>
<i>Arbetsgång vid felsökning i fläkttrum</i>	<i>102</i>

Praktikfall

1. Flerbostadshus med högre energianvändning än beräknat	107
<i>Bakgrund och beskrivning av arbetsgång för felsökning</i>	<i>107</i>
2. Problem med matos i flerbostadshus	117
<i>Bakgrund</i>	<i>117</i>
<i>Arbetsgång</i>	<i>120</i>
<i>Mätningar och provningar i lägenheter</i>	<i>123</i>
<i>Sammanfattning av åtgärdsförslag</i>	<i>126</i>
3. Felsökning av luktspridning med avklingningsmetoden	127
<i>Bakgrund</i>	<i>127</i>
<i>Analys</i>	<i>127</i>
<i>Utvärdering och resultat</i>	<i>130</i>
4. Problem med lukt från matos	133
<i>Bakgrund</i>	<i>133</i>
<i>Åtgärder och slutsatser</i>	<i>136</i>
5. Onödig avfrostning vid forcering av spiskåpor	137
<i>Åtgärd och slutsats</i>	<i>139</i>
6. Uppföljning av fläktdriften i kontor	141
7. Problem med vvs-installationer i ett flerbostadshus	143
<i>Bakgrund</i>	<i>143</i>
<i>Förberedelser inför felsökningen</i>	<i>143</i>
<i>Besök på plats</i>	<i>144</i>
8. Täthetsprovning av värmeväxlare	151
9. Dragproblem i kontorslandskap	155
<i>Bakgrund</i>	<i>155</i>
<i>Arbetsgång vid felsökning</i>	<i>155</i>
<i>Besök på plats</i>	<i>156</i>
<i>Kompletterade mätningar vid återbesök i februari</i>	<i>160</i>

<i>Bedömning av luftkvalitet</i>	161
<i>Kommentar</i>	162
<i>Förslag till åtgärder</i>	162
Referenser	165

FÖRORD

SYFTET MED FELSÖKNINGSBOKEN är att underlätta för fastighetsägare och besiktare att upptäcka osynliga fel i byggnader. Eftersom felen inte syns måste rätt verktyg användas för att felen ska kunna synliggöras och sedan åtgärdas.

Mitt första felsökningsuppdrag var examensarbetet vid institutionen för Uppvärmnings- och Ventilationsteknik på KTH i Stockholm. Titeln på detta var ”Undersökning av ventilationen på en ytbehandlingsavdelning” och genomfördes efter önskemål från Telefonaktiebolaget LM Ericsson vid Telefonplan i Stockholm under läsåret 1973–1974. Med hjälp av rök kunde stora brister i befintlig punktutsugning av luftföreningar från olika ytbehandlingsbad konstateras men genom att förse ytbehandlingsbaden med luftridåer kunde utsugningen förbättras och därmed också luftkvaliteten i lokalen.

Arbete med felsökning har därefter utgjort en stor del av mitt arbete som VVS-konsult på Theorells ingenjörbyrå, Strängbetong, NCC Teknik och sedan i det egna företaget Bengt Bergqvist Energianalys AB, sammanlagt under mer än 50 år. Erfarenheter visar att nästan alla byggnader har osynliga fel men dessa kan dock upptäckas om rätt verktyg och sökmetoder används.

I felsökningsboken beskrivs vanliga fel i byggnader och lämpliga tillvägagångssätt för att hitta dessa fel. I boken har jag sammanställt nio olika praktikfall som beskriver olika exempel på hur felsökning kan genomföras. Det är min förhoppning att boken ska kunna bidra till att osynliga fel i byggnader hittas och avhjälpas så att inneklimat och luftkvalitet kan förbättras och energianvändningen effektiviseras.

Jag vill tacka alla arbetskamrater som hjälpt mig i olika felsökningsuppdrag genom åren. Speciellt vill jag tacka Eva Eneström Schmied och Gabriella Wiklund på Svensk Byggtjänst som varit till stor hjälp vid framtagningen av denna bok.

Lidingö i augusti 2025
Bengt Bergqvist

INLEDNING

NÄR EN BYGGNAD planeras, projekteras, uppförs och tas i drift är det nästan omöjligt att få den helt felfri. Normalt kan dock de flesta felen upptäckas innan byggnaden tas i bruk eller under garantitiden. Ofta finns trots det en del kvarstående fel som kan förorsaka problem för brukarna, till exempel ojämna innetemperaturer, drag, dålig luft, matos, ljud från installationer och hög energianvändning. En del av dessa fel kan vara svåra att upptäcka och åtgärda före inflyttning och kan därför orsaka ägare och hyresgäster stora problem under lång tid om de inte hittas i tid.

Denna bok tar upp hur dessa osynliga fel snabbt kan upptäckas och åtgärdas. Det handlar om att kunna identifiera vad det är för typ av fel man letar efter och sedan välja rätt metoder och hjälpmedel för att kunna upptäcka och åtgärda felen.

För att minimera antalet fel gäller det att välja enkla och felsäkra lösningar redan när byggnaden och dess installationer projekteras. På samma sätt är det viktigt att genomföra noggranna besiktningar och funktionskontroller innan byggnaden tas i bruk samt att fånga upp problem som inrapporterats under garantitiden och åtgärda dessa. Då hade många av de fel som tas upp kunnat undvikas.

Att leta efter fel som inte syns kan liknas vid att fånga fisk. Att bara ro ut med ekan och känna med handen i vattnet om det finns fisk är ingen bra metod. Innan fisket påbörjas måste man ha klart för sig vad för fiske man ska bedriva och välja fångstmetod därefter. Det gäller att ha rätt hjälpmedel i form av metspön, nät, ryssjor eller kanske rent av ekolod och trål om det ska bli gott om fisk. Men till skillnad mot vanligt fiske vill vi ju att byggnaden ska bli helt utfiskad på kvarstående fel.

Exempel på fel som tas upp i boken:

- matos som sprids mellan lägenheter och lokaler, till exempel via ventilationssystem
- drag från tilluftsdon, kylbafflar och fönster
- för låga eller för höga rumstemperaturer i bostäder, kontor och lokaler
- hög energianvändning
- långa väntetider på varmvatten
- svängande temperatur på varmvatten
- stora VVC-förluster.

Vanliga orsaker till att fel förekommer:

- val av onödigt komplicerade eller oprövade tekniska lösningar i projekteringen
- att kontroller inte utförs i tillräcklig omfattning, det gäller till exempel samordnad funktionskontroll, kontroll av vinter- och sommarfall samt täthetskontroll av byggnader och luftbehandlingssystem
- otillräcklig besiktning, OVK eller felsökning
- att brukarsynpunkter, till exempel klagomål från hyresgäster, inte fångas upp och åtgärdas under garantitiden.

I boken beskrivs hur det med rätt hjälpmedel snabbt går att hitta den här typen av fel i byggnader och installationssystem samt hur felsökningen kan genomföras i fläktrum, värmeundercentraler, lägenheter eller kontorslandskap.

Boken beskriver också vikten av att ”göra rätt från början”, det vill säga att utforma enkla och driftsäkra system för värme, ventilation och kyla. Då finns bra förutsättningar för att undvika framtida problem.

Målgrupp är i första hand besiktare, funktionskontrollanter, vvs-konsulter, bygg- och installationsentreprenörer, driftpersonal, mättekniker och fastighetsägare. Boken riktar sig förstås till alla som är nyfiket intresserade av att snabbt hitta felen som förbättrar inneklimat och energieffektivitet.

ARBETSGÅNGEN VID FELSÖKNING

Normalt brukar mina uppdrag starta med att jag får ett telefonsamtal från en fastighetsägare, eller dennes konsult eller entreprenör, som beskriver det aktuella problemet. Det kan till exempel handla om att hyresgäster upplever problem med svängande rumstemperaturer, instängd luft eller att det luktar matos i lägenheter. Ibland kräver hyresgästen att hyran reduceras till dess att problemet är löst. Då är det naturligtvis viktigt att orsakerna till problemen snabbt upptäcks och åtgärdas.

Innan felsökningsarbetet kan påbörjas är det nödvändigt att sätta sig in i problemen och vad dessa kan bero på. Är det lägenheternas väggar som är otäta eller är det systemen för värme, ventilation och sanitet som orsakar problemen? Varje system har ju sina speciella egenskaper och därmed också de fördelar och nackdelar som följer med systemen. I kapitel 5–10 beskrivs de olika vvs-systemen och vilka styrkor och svagheter som kännetecknar dem.

Arbetsgången vid felsökning, till exempel besvär med matoslukter i lägenheter, kan läggas upp på följande sätt:

1. DEFINIERA OCH AVGRÄNSA PROBLEMET. Vid den första kontakten med beställaren av uppdraget är det viktigt att ta reda på vilken eller vilka hyresgäster som upplever problem med matos. Efter det kan hyresgästen i aktuell lägenhet intervjuas, gärna ihop med driftpersonal. Frågor som bör utredas är varför det luktar matos i lägenheten och varifrån matoslukten kommer. Sprids den från tilluftsdon i vardagsrum och/eller sovrum? Från köksventilation? Från trapphus? Från angränsande lägenhet? Utifrån? När är matoslukten som störst? Vid middagstid eller annan tid? Vintertid eller sommartid?
2. STÄLL UPP ARBETSHYPOTES. Vilka tänkbara orsaker till matoslukten kan finnas? Här kan det vara bra att se tillbaka på tidigare utredningar om problem med matos och om möjligt avgränsa problemet. Kan det vara samma problem som förekommit någon gång tidigare? Vilka orsaker kan uteslutas?
3. HUR ORSAKERNÄ KAN HITTAS. Vilka metoder och hjälpmedel kan användas för att hitta orsakerna? Prova här de tidigare uppställda arbetshypoteserna. Exempel på hjälpmedel:
 - spårgasutrustning för att klarlägga hur luft rör sig i ventilations-system och byggnader

- värmekamera för att hitta otätheter och bedöma installationer och köldbryggor
 - inspektionskamera för undersökning av kanaler, rör, schakt och dolda utrymmen i byggnader
 - dataloggrar för att logga tryck, temperatur eller koldioxidhalt
 - fläktar för täthetsprovning och tryckprovning
 - ficklampa, stege och verktyg
 - lufthastighetsmätare och/eller rökpatri för att hitta eventuella otätheter i bjälklag, väggar eller genomföringar.
4. FELSÖKNINGENS GENOMFÖRANDE. Redovisa valda mätmetoder och resultaten från felsökningen.
5. FÖRSLAG TILL ÅTGÄRDER. Redovisa vilka åtgärder som bör genomföras för att bli av med upptäckta fel.
6. GENOMFÖRANDE AV ÅTGÄRDER. Beskriv och dokumentera hur åtgärderna ska genomföras.
7. KONTROLL EFTER ÅTGÄRDER. Utför och redovisa uppföljande mätningar och intervjuer med hyresgäster efter att alla åtgärder är genomförda.