

Peter Blom og Eimund Skåret

Ventilasjon og luftkvalitet i småhus

Feltundersøkelse og litteraturgjennomgang

BYGGFORSK

Norges byggforskningsinstitutt

Peter Blom og Eimund Skåret

Ventilasjon og luftkvalitet i småhus

Feltundersøkelse og litteraturgjennomgang

Prosjektrapport 169 – 1995

Prosjektrapport 169
Peter Blom og Eimund Skåret
Ventilasjon og luftkvalitet i småhus
Feltundersøkelse og litteraturgjennomgang

Emneord: ventilasjon, inneklime – småhus

ISSN 0801-6461
ISBN 82-536-0478-5
100 eks. trykt av
Lobo grafisk as
Cyclus resirkulert papir
Omslag 200 g, innmat 100 g

© Norges byggforskningsinstitutt 1995

Adr.: Forskningsveien 3B
Postboks 123 Blindern
0314 OSLO
Tlf.: 22 96 55 00
Fax: 22 69 94 38 og 22 96 55 42

Forord

Prosjektet har hatt som formål å evaluere funksjon og nytte av ventilasjonsanlegg for boliger. Prosjektet startet i mars 1993 og ble avsluttet i mars 1994. Som en del av prosjektet ble det i mars/juni 1993 gjennomført en undersøkelse i et boligfelt med omkring 1 000 boenheter (Holt/Vestvollen) utenfor Oslo. Viktig bakgrunnsmateriale for rapporten har for øvrig vært Boforholdsundersøkelsen (Statistisk Sentralbyrå 1990) og den svenske ELIB-undersøkelsen (Norlén og Andersson 1993).

Prosjektet er finansiert av Nordiske komiteen for bygningsbestemmelser (NKB). Denne prosjektrapporten presenterer hovedresultatene fra prosjektet.

Innholdsfortegnelse

Forord	3
Innholdsfortegnelse	4
Sammendrag	5
English summary	7
1. Innledning.....	9
2. Særtrekk ved boligmassen i Norge.....	10
2.1. Boforhold.....	10
2.2. Innemiljørelaterte helseplager i befolkningen.....	11
2.3. Oppvarming og ventilasjonssystemer i Norge	12
2.4. Brukervaner i tilknytning til ventilasjon og luftkvalitet	14
3. Nordiske ventilasjons- og luftkvalitetsmålinger	14
3.1. Gjennomførte prosjekter	14
3.2. Ventilasjon.....	14
3.3. Fuktighet	15
3.4. Flyktige organiske forbindelser (VOC).....	16
4. Feltundersøkelse i boligområdet Holt/Vestvollen.....	17
4.1. Forsøksopplegg	17
4.2. Frekvenser av klager og symptomer	18
4.3. Brukervaner og tilfredshet.....	20
4.3.1. Varmekomfort og lufting	20
4.3.2. Ventilasjon.....	21
4.3.3. Renhold.....	22
4.3.4. Vedfyring.....	23
4.4. Teknisk standard.....	23
4.5. Feltmålinger på Holt/Vestvollen	24
4.5.1. Ventilasjonsmålinger	24
4.5.2. Måling av forurensninger	26
4.6. Oppgitt forbruk av elektrisk energi	27
5. Lufttetthet, infiltrasjon og varmetap.....	28
5.1. Lufttetthet og infiltrasjon.....	28
5.2. Varmetap knyttet til ventilasjon i referansebolig.....	29
6. Oppsummering og diskusjon	31
7. Litteratur.....	34
8. Vedlegg. Tabeller.....	35

Sammendrag

Om prosjektet

Prosjektet omfatter en litteraturgjennomgang av feltundersøkelser om ventilasjon og luftkvalitet i Norden og en feltundersøkelse i boligfeltet Holt/Vestvollen Oslo. Feltundersøkelsen ble gjennomført i tidsrommet mai/juni 1993. Formålet med feltundersøkelsen var å kartlegge klager på innklimaet, brukervaner og -tilfredshet i et småhusfelt der alle boligene har et sentralt, mekanisk ventilasjonsanlegg. Boligfeltet har omkring 1 000 boenheter. Rundt 50 % returnerte spørreskjema. Feltundersøkelsen inkluderer også en mindre kartlegging av innendørs luftkvalitet og ventilasjonsanleggenes funksjon. Prosjektet er finansiert av Nordiske komiteen for bygningsbestemmelser (NKB).

Særtrekk ved den norske boligmassen

Åttititre prosent av husholdningene i Norge består av småhus. I over 50 % av boligene bor det en eller to personer, mens gjennomsnittlig antall personer pr. husstand er 2,4 personer. Bare 5 % av husholdningene har en personbelastning (personer pr. m²) over 0,05. Blant småhus bygd etter 1980, har 52 % sentralt mekanisk avtrekkssystem og 6 % balansert ventilasjon. For hus bygd i 1992 er denne andelen steget til henholdsvis 75 og 10 %. Ser man på alle småhus under ett, har 92 % naturlig ventilasjon. Det er beregnet at omkring 40 % av boligene står tomme i løpet av vanlig arbeidstid.

Svært mange boliger har for lavt luftskifte

De mest omfattende målingene av boligventilasjon til nå, ELIB-prosjektet i Sverige, dokumenterer at 86 % av småhusene og 50 % av fler-bolighusene har for lav lufttilførsel i forhold til det svenske kravet på 0,35 l/s m². Spesielt nyere hus (bygd etter 1960) med naturlig ventilasjon har lavt gjennomsnittlig luftskifte. Årsaken er at ventilasjonssystemet ikke er tilpasset dagens mere lufttette konstruksjoner.

Mange soverom er for dårlig ventilert

Feltmålingene på Holt/Vestvollen viser høye konsentrasjoner av karbondioksid i noen soverom, helt opp til 5 – 6 000 mg/m³. Det er tydelig at vinduslufting på soverommet er nødvendig for at nivået av karbondioksid skal holdes på et lavt nivå, og for at anbefalt luftmengde på 7 l/s pr. person skal kunne oppnås. Mekaniske ventilasjonsanlegg, slik de normalt utføres i dag, ventilerer ikke soverommene godt nok. Spørreundersøkelsen på Holt/Vestvollen dokumenterer at omkring 50 % av beboerne sover med lukkede vinduer om vinteren.

Ingen klar sammenheng mellom forurensningskonsentrasjoner (TVOC) og luftskifte

Både målingene på Holt/Vestvollen og ellers i Norden viser at det ikke er noen sammenheng mellom TVOC-konsentrasjon og gjennomsnittlig luftskifte i ulike hus. Årsaken til dette kan være at variasjoner i forurensningskilder mellom hus betyr mer enn effekten av bedre grunnventilasjon.

Tendens til at naturlig ventilerte boliger har høyere fuktnivå

De svenske målingene i ELIB-prosjektet dokumenterer en signifikant høyere fuktighet i boliger med naturlig avtrekk enn i boliger med mekanisk avtrekk, som igjen har høyere fuktighet enn boliger med balansert ventilasjon. Generelt er lav fuktighet i boliger ønskelig for å redusere risikoen for muggsopp, kondensskader og økt forekomst av husstøvmidd.

Mange inneklimate relaterede plager i boligfeltet Holt/Vestvollen

Spørreundersøkelsen i boligfeltet på Holt/Vestvollen dokumenterer en relativt høy frekvens av plager og klager på inneklimate, sammenliknet med landsgjennomsnittet. Årsaken til dette gir ikke undersøkelsen grunnlag for å si noe om. Plagefrekvensen korrelerer ikke med noen andre variable, som for eksempel forekomst av vegg til vegg-teppe i stue eller type ventilasjon (mekanisk avtrekk eller balansert, mekanisk ventilasjon). Det kan ha betydning at utvalget har en overrepresentasjon av beboere med allergiske plager (31 %). Videre kan de mange tekniske problemene i boligfeltet (fuktskader, feil i oppvarmingsanlegg og ventilasjonsanlegg) tenkes å ha en indirekte, psykisk effekt på plagefrekvensen.

Mange har et bevisst forhold til ventilasjon, renhold og vedlikehold

Spørreundersøkelsen viste at et flertall av beboerne har gode vaner når det gjelder renhold i boligen og drift og vedlikehold av ventilasjonssystemet. Omkring 70 % lufter en eller flere ganger om dagen, og 85 – 90 % vasker gulv og/eller støvsuger vegg til vegg-tepper minst en gang i uka. Det er 86 % som sier de rengjør fettfilteret i kjøkkenhette 1 – 2 ganger i året eller oftere.

Mekaniske ventilasjonsanlegg på Holt/Vestvollen har mye tekniske problemer

Svært mange av husholdningene (i snitt omkring 30 %) sier de har hatt tekniske problemer med ventilasjonsanlegget. Blant boliger med avtrekksanlegg, gulvvarme og varmpumpe er det over 60 % som har hatt problemer. Ser vi bort fra problemer med gulvvarme og varmpumpe, er typiske problemer lekkasjer på grunn av kondens i aggregatet, feil på elektronikk, for liten kapasitet på anlegget, spredning av matlukt til andre rom, ulyder i vifte m.v. Omkring 45 % sier at støyen fra ventilasjonsanlegget er litt eller svært sjenerende. Klagene går først og fremst på støy fra aggregatet, som er plassert i skap over komfyr.

Normalt energiforbruk

En analyse av oppgitt forbruk av elektrisk energi blant husholdningene på Holt/Vestvollen viser at boliger med et varmegjenvinningssystem i form av varmpumpe eller varmeveksler ikke bruker mindre energi enn boliger med et rent avtrekksystem. Årsaken til dette er at forskjeller i brukervaner mellom boligene overskygger gevinsten med varmegjenvinning i ventilasjonssystemet. Det er også mulig at gevinsten ved varmeveksler i balanserte systemer tas ut ved økt komfort (dvs. større luftmengde). Resultatet må ikke tolkes slik at varmegjenvinning ikke er energibesparende.

Balanserte systemer med varmegjenvinning og filtrering er lønnsomme

Når ventilasjonen skal forbedres i forhold til dagens form for naturlig ventilasjon, viser enkle lønnsomhetsberegninger at det svarer seg å benytte systemer med varmegjenvinning, framfor naturlig eller mekanisk avtrekksanlegg. Balanserte ventilasjonsanlegg med varmeveksling burde derfor ha større utbredelse på markedet enn tilfellet er i dag.

Det er store muligheter for videreutvikling av boligventilasjonsanlegg

Vanlig mekanisk avtrekk gir stort ventilasjonsvarmetap, det garanterer ikke god ventilasjon på soverom og det kan gi trekkproblemer. Naturlig ventilasjon, slik vi kjenner systemet i dag, gir for liten luftveksling og har ingen mulighet for varmegjenvinning. Dagens balanserte, mekaniske ventilasjonsanlegg er sjelden innrettet mot behovsstyring av luftmengden (f.eks. i soverom), i tillegg til at faktorer som støy, driftssikkerhet og vedlikeholdsvennlighet ofte ikke er godt nok ivaretatt.

English summary

Project title:

Evaluation of domestic ventilation systems

About the project

The purpose of the project has been to evaluate the performance of common domestic ventilation in Norway and the Nordic countries. Included in the project are a literature survey of field studies regarding ventilation and indoor air quality and a field study in the dwelling area Holt/Vestvollen near Oslo. The field study consisted of a postal questionnaire study ($N \approx 1\ 000$) and several ventilation and indoor air quality measurements in a small part ($n = 27$) of the dwellings. The questionnaire study aimed to examine complaints on indoor climate, user habits regarding airing, ventilation, cleaning etc. All the dwellings have a central, mechanical ventilation system.

The project is financed by the Nordic Committee for Building Regulations.

Norwegian dwellings – characteristics

83 % of the homes in Norway are low-rise buildings. Over 50 % of the homes have one or two inhabitants, while the average number of persons pr. home is 2,4. Only 5 % of the homes have a person load (persons pr. m^2) over 0,05. It is calculated that about 40 % of the homes are empty during normal working hours. 52 % of low-rise buildings built after 1980 have a central, mechanical exhaust system. For houses built in 1992 the shares have increased to 75 % and 10 %, respectively. For the low-rise homes as a whole, 92 % have only natural ventilation.

Many homes have low air exchange

Swedish measurements (the ELIB-project) have shown that 86 % of the low-rise homes and 50 % of the multi-family buildings have lower air flow than stated in the Swedish building regulation, 0,35 l/s m^2 . Especially new houses (built after 1960) with natural ventilation have low average air exchange. The reason for this is probably more air-tight building components than in older houses.

Many bedrooms are poorly ventilated

The field study in Holt/Vestvollen show high concentrations of carbon dioxide in several bedrooms, up to 5 – 6 000 mg/m^3 . It is obvious that window airing in the bedroom is necessary in order to keep the level of CO_2 low. This shows that mechanical ventilation systems, as they normally are constructed today, ventilate the bedrooms insufficiently. According to the questionnaire study in Holt/Vestvollen, 50 % of the inhabitants sleep with the windows closed during the winter.

No correlation between TVOC-concentrations and air exchange

Both the measurements at Holt/Vestvollen and other Nordic studies show no correlation between the TVOC-concentrations and average air exchange in the houses. The reason for this could be that variation in the source-strengths between the houses rule out the effect of better ventilation.

Naturally ventilated houses have a higher moisture content

The Swedish measurements in the ELIB-project show that the air in naturally ventilated houses contain significantly more moisture than mechanically ventilated houses.

Many indoor climate related complaints in Holt/Vestvollen

The questionnaire study at Holt/Vestvollen show a high frequency of health symptoms and climate complaints, compared to an earlier, national survey in Norway. The reason for this is unknown. The frequencies do not correlate with any other variable, such as having full-covering carpets or not, type of ventilation system, etc. The fact that the sample has an over-representation of inhabitants with allergies (31 %) could be important. Likewise, the many technical problems in the housing area (moisture damages, faults in the ventilation system) might have had an indirect effect on the frequencies of reported symptoms and complaints.

Sound ventilation, cleaning and maintenance habits

The questionnaire showed that the majority of the inhabitants have sound habits regarding cleaning and maintenance of the ventilation system. About 70 % do window airing once or twice during the day, 85 - 90 % wash the floors or vacuum-clean carpets at least once a week. 86 % say they clean the filter in the kitchen hood once or twice a year or more often.

Many technical problems with mechanical ventilation systems at Holt/Vestvollen

Many of the homes (30 % on average) say they have had technical problems with the ventilation system. Among homes with exhaust ventilation combined with an air to water heat pump, over 60 % have had problems. Excluding problems concerning the heat pump, typical problems were leakage due to condensation in the aggregate, faults in the electronic equipment, too low air flow, spreading of food damp to other rooms, noise from the fan, etc. About 45 % say that the noise from the ventilation system is a little or very annoying.

An average consumption of electrical power

Information of the consumption of electrical power in the houses was collected with the questionnaire. Statistical analysis shows no correlation between consumption of electrical power and type of ventilation system (with or without heat recovery). The reason for this could be that differences in user habits between the dwellings rule out the heat recovery gain. It is also possible that the heat recovery gain is taken out in increased comfort (i.e. more air).

There is a need for further development of domestic ventilation systems

Current domestic ventilation systems can be developed further. Mechanical exhaust give a large ventilation heat loss, it does not guarantee satisfactory bedroom ventilation and it may cause draught problems. Natural ventilation systems give on average too low air exchange. Available balanced, mechanical systems rarely implement satisfactory possibilities for demand ventilation (especially bedrooms). Further, factors like noise, reliability and maintenance are often unsatisfactory dealt with.

1. Innledning

Den overveiende delen av boligmassen i Norden ventileres ved naturlig ventilasjon kombinert med manuell vinduslufting ved behov. I nyere boligblokker og en del nye småhus er det lagt inn mekaniske ventilasjonsanlegg av ulike typer, fra enkle avtrekksanlegg til balanserte anlegg med varmegjenvinning og filtrering. Flere undersøkelser (f.eks. Norlén og Andersson 1993, Brunsell 1991) har dokumentert at boliger med naturlig ventilasjon i snitt blir tilført lite uteluft til boligen, i hvert fall sammenliknet med eksisterende, nordiske retningslinjer for ventilasjon og luftkvalitet (NKB 1991). Spørsmålet det er naturlig å stille seg i denne situasjonen, er for det første om den nåværende form for naturlig avtrekksventilasjon kan aksepteres i nye boliger, og for det andre om mekaniske ventilasjonsanlegg har tekniske og økonomiske kvaliteter som gjør det forsvarlig å kreve at de skal erstatte naturlig ventilasjon.

I denne rapporten er det lagt vekt på å vurdere anleggenes funksjon i lys av spørreundersøkelser og større feltundersøkelser om luftskifte og helseplager og klager på inn klimaet. Rapporten skal:

- trekke fram noen statistiske data om boligmasse, boforhold og bovaner i Norge og Norden som har relevans for luftkvalitet og ventilasjon
- gi en oppsummering av forskningsprosjekter om luftkvalitet og ventilasjon i boligsektoren i Norden
- vise resultatene fra spørreundersøkelse og ventilasjonsmålinger i et større boligfelt med mekaniske ventilasjonsanlegg utenfor Oslo
- oppsummere erfaringene med eksisterende ventilasjonssystemer i forhold til krav det er naturlig å stille til slike systemer

2. Særtrekk ved boligmassen i Norge

2.1. Boforhold

Tabell 1 viser fordelingen av boligmassen i Norge etter hustype og byggeår. Tabellen viser at 83 % av boligmassen består av småhus. For befolkningen sett under ett, er derfor småhusventilasjon svært viktig. Det samme gjelder for den nye boligmassen. Byggeår har en betydning for isolasjonsstandard og utbredelse av mekaniske ventilasjonsanlegg. I flerbolighus begynte sentrale, mekaniske avtrekksanlegg å komme på markedet etter 1960. I småhus er det ingen større utbredelse av mekaniske ventilasjonsanlegg før etter 1980.

Tabell 1

Boligmassen i Norge fordelt etter hustype og byggeår (N = 1749500)
(Boforholdsundersøkelsen, Statistisk Sentralbyrå 1990)

Hustype	Bygd før 1960 (%)	Bygd 1961-80 (%)	Bygd etter 1980 (%)	Totalt (%)
Enebolig	29	23	8	61
Vertikaldelt småhus	3	7	3	13
Horisontaldelt småhus	7	2	0	9
Flerbolighus	8	8	1	17

Tabell 2 viser fordelingen av boligmassen etter antall personer i husholdningen, mens tabell 3 viser fordelingen av boligmassen etter boligstørrelse (antall m²). Gjennomsnittlig antall personer pr. husstand kan beregnes til 2,4 personer, mens gjennomsnittlig boligstørrelse er 105 m². Tabell 2 viser at i over 50 % av boligmassen bor det 1 eller 2 personer. Botettheten er nærmere utredet i fig. 1, som viser fordeling av boligmassen etter kvadratmeter pr. person. Figuren illustrerer at bare litt over 5 % av husholdningene har en personbelastning over 0,05, som er dimensjonerende personbelastning ved beregning av luftmengder blant annet i veiledningen til den norske byggeforskriften (Statens bygnings-tekniske etat 1987). Det er altså relativt få boliger som er "trangbodd" i ventilasjonsteknisk forstand.

Tabell 2

Fordeling av boligmassen i Norge (%) etter antall personer i husholdningen
(Boforholdsundersøkelsen, Statistisk Sentralbyrå 1990)

	Frittliggende småhus	Vertikaldelt småhus	Horisontaldelt småhus	Boligblokk/bygård	Totalt
Enslig	12	3	3	8	26
Par uten barn	15	3	2	4	24
Par med barn under 20 år	21	5	2	2	31
Enslig med barn under 20 år	3	1	0	2	6
Andre husholdninger	9	1	1	2	13

Tabell 3

Fordeling av boligmassen i Norge etter boligstørrelse (m²)
(Boforholdsundersøkelsen, Statistisk Sentralbyrå 1990)

	Gjennomsnitt (m ²)	Under 40 (%)	40-59 (%)	60-79 (%)	80-99 (%)	100-129 (%)	130-159 (%)	160 og over (%)
Frittliggende småhus	123	1	2	5	11	17	12	11
Vertikaldelt småhus	107	0	1	2	4	4	2	1
Horisontaldelt småhus	87	0	1	2	2	2	1	0
Boligblokk/bygård	74	2	4	6	4	2	0	0
Totalt	108	4	8	15	21	24	15	13

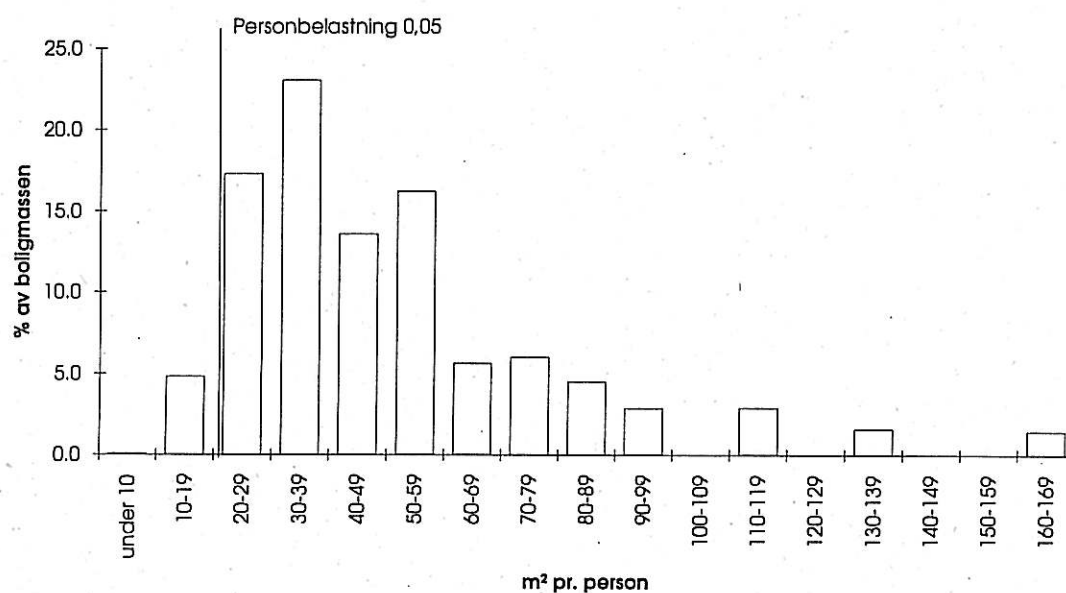


Fig. 1

Fordeling av boligmassen (%) i Norge etter antall kvadratmeter gulvplass pr. person i husholdningen
Beregnet på grunnlag av data fra (Boforholdsundersøkelsen, Statistisk Sentralbyrå 1990)

2.2. Innemiljørelaterte helseplager i befolkningen

Omkring 30 % av befolkningen i Norge oppgir å ha en form for overømfintlighet (astma, høysnue m.v.) i luftveiene (Bløm, Levy og Skåret 1992). Denne gruppen oppgir flere plager som kan relateres til inneklimate enn befolkningen som helhet, jf. tabell 4. Denne befolkningsgruppen stiller ventelig store krav til ventilasjonen i boligen sin. Det antas at antallet personer med overømfintlighetsproblemer er økende, noe som ytterligere understreker betydningen av godt inneklimate og ventilasjon.

Tabell 4

Andel av den norske befolkningen som oppgir en eller flere plager ofte (en gang i uka) innenfor ulike symptomgrupper (Blom, Skåret og Levy 1992). Tallet i parentes viser andelen som mener at plagen skyldes inneklimaet.

	Gjennomsnitt i befolkningen	Personer med oppgitt overfølsomhet
Allmennsymptomer (trøtthet, tung i hodet, hodepine etc.)	14 (4)	21 (7)
Slimhinnesymptomer (irritasjoner i nese, øyne, hoste, heshet)	12 (5)	23 (9)
Hudsymptomer (hudirritasjoner i ansikt, hodebunn, hånd)	9 (3)	17 (5)
En eller flere plager	25 (11)	40 (20)

2.3. Oppvarming og ventilasjonssystemer i Norge

Ulike typer vanlige ventilasjonsanlegg for boliger kan beskrives på følgende måte:

Naturlig avtrekk:

Inneluft trekkes ut av boligen via åpne kanaler over tak fra badetrom og kjøkken. Temperaturforskjellen mellom uteluft og inneluft og vind er drivkraft for lufttransporten. Uteluft tilføres boligen via ventiler og utettheter i bygningskroppen. I den varme årstiden er ventilasjonen basert på åpning av vinduer og luftutveksling gjennom tilfeldige utettheter. I det siste er det blitt vanlig å supplere naturlig avtrekk med en vifte i kjøkkenhette som brukes ved matlaging.

Mekanisk avtrekk:

I boliger med mekanisk avtrekk trekkes luften ut av kjøkken og våtrom ved hjelp av en sentral vifte. Luften tilføres boligen via ventiler og utettheter. Spesielt i flerbolighus finnes det flere varianter av systemet, avhengig blant annet av kanalføring fra leilighetene og plassering av vifte.

Mekanisk avtrekk med varmepumpe:

I den senere tid er det introdusert systemer med varmegjenvinning av varmen i avtrekksluften med en varmepumpe. Normalt brukes det en "luft-til-vann" varmepumpe, der den overførte varmen brukes til varmtvannsoppvarming. På landsbasis finnes det ennå relativt få installasjoner av denne typen varmegjenvinning.

Balansert ventilasjon med varmeveksler:

Ved balansert ventilasjon blir luften både tatt inn og trukket ut ved hjelp av vifter. Kanaler for avtrekk og tilluft til boligens rom tilknyttes et sentralt aggregat. Normalt er det lagt inn i systemet en varmeveksler for å overføre varme fra avtrekksluften til tilluften. Videre har man mulighet for filtrering av uteluften. Systemet finnes i en rekke varianter: Et hovedskille går mellom systemer der aggregatet plasseres på loft eller kjeller og systemer der aggregatet plasseres i kjøkkenhette over komfyr.

Tabell 5 viser antatt utbredelse av de ulike systemene i Norge. Tabellen er basert på markedsundersøkelser blant leverandører av småhusventilasjon. I anslagene for ventilasjon i flerbolighus er det tatt utgangspunkt i svenske data (ELIB-undersøkelsen, Tolstoy 1993) som skjønnsmessig er modifisert for norske forhold. Etter 1980 stiger andelen av boliger med mekanisk ventilasjon i småhus. I 90-årene har over 70 – 80 % av husene enten sentralt mekanisk avtrekk eller balansert ventilasjon.

Tabell 5

Antatt utbredelse av mekaniske ventilasjonssystemer for boliger i Norge

	Bygd før 1960	Bygd 1960-1980	Bygd etter 1980	Totalt
Mekanisk avtrekk, småhus	0	0	52	7
Balansert ventilasjon, småhus	0	0	6	1
Naturlig avtrekk, småhus	100	100	42	92
Mekanisk avtrekk, flerbolighus	10	50	70	33
Balansert ventilasjon, flerbolighus	1	5	20	4
Naturlig avtrekk, flerbolighus	89	45	10	63

Oppvarmingssystemet kan ha en viss betydning for ventilasjonen i en bolig. Husholdninger som fyrer med brensel i ovner, får en ekstra ventilasjon ved forbrenningen, i tillegg til at pipestokken ofte fungerer som en ekstra oppdriftskanal utenom fyringstiden. Tabell 6 viser at en relativt stor andel (25 %) av husholdningene fyrer med fast brensel (i hovedsak ved). Dette er tilfelle også for nyere småhus. For øvrig har utviklingen de senere årene gått mot økt utbredelse av direkte elektrisk oppvarming, på bekostning av sentraloppvarming og ovnsfyring med flytende brensel.

Tabell 6

Norske husholdninger oppdelt etter viktigste oppvarmingsmetode
(Boforholdsundersøkelsen, Statistisk Sentralbyrå 1990)

Fyringsmetode	Andel husstander (%)
Ovnsfyring med fast brensel	25
Ovnsfyring med flytende brensel	15
Elektrisk oppvarming	49
Sentralfyring (olje, fast brensel)	11

2.4. Brukervaner i tilknytning til ventilasjon og luftkvalitet

Behovet for tilførsel av uteluft til en bolig henger nøye sammen med bruksmønster og aktiviteter. Brukeren av en bolig er i høy grad med på å bestemme både ventilasjonen i boligen og mengden forurensninger som tilføres miljøet, som f.eks. fuktighet, tobakksrøyk og matos. Luftevaner i soverom og i boligen generelt, bruk av lufteventiler og kjøkkenhette ved matlaging er dårlig kartlagt i Norge. Når det gjelder forurensninger, er ikke minst fuktighet en interessant parameter i ventilasjonsteknisk henseende. Det er ting som tyder på at fuktnivået i innendørs luft i Norden er økt, noe som kan ha klare negative konsekvenser som økt forekomst av husstøvmidd og risiko for kondensskader og muggdannelse. Det kan være mange årsaker til en slik økning, som hyppigere kles- og kroppsvask, mer innendørs tøytørking og nedsatt ventilasjon.

Når brukeren oppholder seg i boligen, påvirker han ventilasjonen i stor grad. Gang gjennom dører og åpning av vinduer øker både den interne luftvekslingen mellom rommene og det totale luftskiftet i boligen. Praktisk erfaring har da også vist at en tom bolig med naturlig avtrekksventilasjon ofte blir for dårlig ventilert. Ut ifra dataene i en norsk spørreundersøkelse (Blom, Levy og Skåret 1992) kan det beregnes at omkring 40 % av boligene står tomme under normal arbeidstid.

3. Nordiske ventilasjons- og luftkvalitetsmålinger

3.1. Gjennomførte prosjekter

ELIB-undersøkelsen i Sverige (Norlén og Andersson 1993) er en landsomfattende undersøkelse utført i 1991 – 92. 20 000 svensker, bosatt i 3 300 husholdninger, har besvart spørsmål om hvordan de opplever inneklimate. Fysiske målinger av inneklimate, luftforurensninger og luftskifte er gjennomført i drøyt 1 100 av de 3 300 boligene. Johnson (1990) refererer til luftskiftemålinger i 900 svenske hus. Noen av disse husene er gjennomført fordi man har hatt et inneklimateproblem i boligen. I Danmark har Bergsøe 1993 har gjennomført ventilasjons- og luftkvalitetsmålinger i 123 boliger. En liknende undersøkelse som inkluderer 115 boliger er foretatt av Harving 1992. Disse boligene hadde en eller flere beboere som hadde astma. I Finland har J. Säteri (Säteri, Ronnberg m.fl. 1990) gjennomført ventilasjonsmålinger i 251 boliger. I Norge har Brunsell 1992 målt luftskifte i 17 boliger.

3.2. Ventilasjon

Resultater fra ventilasjonsmålingene i 1 100 svenske boliger (ELIB-undersøkelsen, Norlén og Andersson 1993), 123 danske boliger (Bergsøe 1993), 251 finske boliger (Säteri, Ronnberg m.fl. 1990) og 17 norske boliger (Brunsell 1992) er oppsummert i tabell 7. Ventilasjonsmålingene i ELIB-prosjektet (Norlén og Andersson 1993) ble gjennomført ved PFT-målinger, med en eller to sporgasskilder (en i oppholdsrom i hver etasje) og oppsamlingsenheter i kjøkken og foran baderom. De svenske målingene er gjennomsnittsmålinger over en måned i vinterhalvåret. Spesielt i naturlig ventilerte boliger kan ventilasjonen variere mye, både over året og fra dag til dag. Bergsøe og Brunsell har også benyttet PFT-teknikken, Bergsøe med to eller tre forskjellige sporgasser. De danske husene er boliger bygd etter 1982.

Tabell 7

Gjennomsnittlig ventilasjon i nordiske boliger, avhengig av hustype og ventilasjonssystem

Hustype og ventilasjonssystem		Ventilasjon i liter pr. sekund og m ²			
		Sverige (N = 1100)	Finland (N = 251)	Danmark (N = 251)	Norge (N = 17)
Småhus	Naturlig avtrekk	0,23	0,28	0,24	0,26
	Mekanisk avtrekk	0,24	0,31	0,38	0,24
	Balansert	0,29	0,35	–	0,40
Flerbolighus	Naturlig avtrekk	0,33	0,43	–	–
	Mekanisk avtrekk	0,39	0,47	0,40	–
	Balansert	0,40	0,42	–	–

De svenske småhusene med naturlig avtrekk omfatter for det meste (70 %) hus som er bygd før 1960. Boliger fra denne perioden har signifikant høyere lufttilførsel enn boliger med naturlig avtrekk bygd etter 1960. Årsaken til reduksjonen er trolig en byggeteknikk som gir mer lufttette ytterkonstruksjoner. Samtidig har svært mange svenske boliger som er bygd etter 1970 – 75 mekanisk ventilasjon. Blant flerbolighus er det hus bygd før 1940 og hus bygd i perioden 1961 – 75 som har høyest lufttilførsel. Hus fra disse to periodene er de eneste utvalgene der den gjennomsnittlige lufttilførselen tilfredsstillende den svenske minimumsnormen på 0,35 l/s m² (≈ 0,5 oms/h). Totalt viser målingene at 86 % av småhusene og 50 % av flerbolighusene ikke tilfredsstillende denne normen. Dette gjelder trolig også for boliger i de andre nordiske landene.

Flerbolighus har generelt høyere lufttilførsel pr. m² enn småhus. Regnes imidlertid lufttilførselen pr. person, blir det ingen forskjell mellom disse husgruppene, fordi arealet pr. person er større i småhus.

Harving m.fl. (1992) har målt luftskifte i soverommet i 115 boliger ved hjelp av sporgass (avtakende (decay) konsentrasjon). Målingene varte i 30 – 60 min. Boligene har naturlig avtrekksventilasjon. Gjennomsnittlig luftskifte i soverommet ble målt til 0,28 oms./h. 18 % av soverommene hadde en luftomsetning mindre enn deteksjonsgrensen på 0,1 oms./h., mens 72 % av soverommene hadde en luftomsetning mindre enn forskriftens krav om 0,5 oms./h.

3.3. Fuktighet

De svenske målingene i ELIB-prosjektet dokumenterer en signifikant høyere fuktighet i boliger med naturlig avtrekk enn i boliger med mekanisk avtrekk, som igjen har høyere fuktighet enn boliger med balansert ventilasjon. I de danske målingene (Bergsøe 1993) er det imidlertid ingen signifikant forskjell, verken mellom småhus og flerbolighus eller mellom hus med ulik type ventilasjon. Målemetoden i de to prosjektene er forskjellig. Det svenske prosjektet har benyttet en diffusjonsprøvetaker med et salthydrat som absorpsjonsmedium, mens danskene har brukt en trekloss som måleinstrument. Målingen baseres på at treklossen får et fuktinnhold som tilsvarer romluftens relative fuktighet.

3.4. Flyktige organiske forbindelser (VOC)

Tabell 8 viser gjennomsnittsverdier for TVOC i 189 svenske boliger (Norlén og Andersson 1993) og 115 danske boliger (Bergsøe 1993). De to undersøkelsene har brukt forskjellig målemetode: Den svenske undersøkelsen har samlet opp VOC på Tenax absorpsjonsrør, mens Bergsøe har benyttet aktivt kull som absorpsjonsmedium. Dette betyr at verdiene ikke er direkte sammenliknbare.

Begge undersøkelsene viser en høyere TVOC-konsentrasjon i naturlig ventilerte hus. Videre finner man i Sverige høyere konsentrasjoner i flerbolighus, i tillegg til at usikkerheten for gjennomsnittstallet er lavere enn i småhus. Forskjellen mellom naturlig og mekanisk ventilerte boliger i Danmark er ikke signifikant. I det svenske materialet er det ikke oppgitt om forskjellene er signifikante, verken når det gjelder ventilasjonssystem eller hustype. Det kan derfor meget vel være andre faktorer som ligger bak forskjellen mellom husgruppene, som f.eks. materialbruk, aktiviteter etc.

15 % av boligene i ELIB-undersøkelsen har en TVOC-konsentrasjon høyere enn 0,6 mg/m³. I Norge har Helsedirektoratet 90 fastsatt retningslinjer for totalkonsentrasjonen av organiske forbindelser (TVOC) i inneluft til til 400 µg/m³. Denne verdien representerer en slags gjennomsnittsverdi i bomiljøer. Når denne verdien overskrides, er det en indikasjon om at det finnes forurensningskilder i miljøet som bør undersøkes nærmere. Det er altså ingen direkte helsemessig risikovurdering som ligger bak. I dag vet man lite om den helsemessige betydningen av TVOC-konsentrasjoner i det aktuelle området (400 – 1 000 µg/m³). Nyere forskning tyder imidlertid på at det kan opptre irritasjoner og redusert trivsel ved TVOC-konsentrasjoner i området 200 – 3 000 µg/m³. På denne bakgrunn kan det synes betenkelig at 15 % av småhusene har relativt høye verdier.

Tabell 8

Konsentrasjoner av TVOC i svenske og danske boliger

Hustype og ventilasjonssystem		TVOC (mg/m ³)	
		Sverige ¹⁾ (N = 189)	Danmark ²⁾ (N = 115)
Småhus	Alle	0,47 ± 0,18	–
	Naturlig avtrekk	0,50	0,33 ± 0,05
	Mekanisk ventilasjon	0,34	0,29 ± 0,06
Flerbolighus	Alle	0,31 ± 0,04	–
	Naturlig avtrekk	0,33	–
	Mekanisk avtrekk	0,28	0,33 ± 0,05

¹⁾ ELIB-undersøkelsen (Norlén og Andersson 1993)

²⁾ Bergsøe 1993

4. Feltundersøkelse i boligområdet Holt/Vestvollen

4.1. Forsøksopplegg

Formålet med feltundersøkelsen var å kartlegge klager på inneklimaet, brukervaner og -tilfredshet i et småhusfelt med sentral, mekanisk ventilasjonsanlegg. I tillegg skulle det foretaes en mindre kartlegging av innendørs luftkvalitet og ventilasjonsanleggenes funksjon.

Undersøkelsen besto av en spørreundersøkelse i et større boligfelt og feltnålinger i et begrenset utvalg. Boligfeltet Holt/Vestvollen i Skedsmo utenfor Oslo hadde omkring 1 000 husstander. Den eldre delen av feltet (Vestvollen/Sollia) ble bygd i 1984, mens størstedelen av feltet (Holt) ble bygd i 1988 - 90. Feltet består stort sett av rekkehus i to eller tre etasjer. Bebyggelsen er variert både når det gjelder konstruksjonsmåte, materialvalg og arkitektur.

Spørreskjemaene ble distribuert pr. post, med porto for tilbakesending betalt. Spørreskjemaet ble sendt ut i mars 1993. En purring ble sendt ut 1 måned etterpå. I alt 484 personer returnerte skjemaet, altså en svarprosent på litt under 50. Spørreskjemaet hadde spørsmål om bruk, tilfredshet og vedlikehold av boligen, spesielt med hensyn til oppvarming, renhold og ventilasjon. Det ble også spurt om helsemessige plager som kan relateres til inneklima og klager på ulike inneklimafaktorer. Disse spørsmålene var identiske med tidligere undersøkelser gjort i Norge (Blom, Levy og Skåret 1992). Enkelte andre spørsmål var identiske med spørsmål som ble stilt i Statistisk Sentralbyrås boforholdsundersøkelse (SSB 1990).

Feltnålingene inkluderte 25 boliger. Boligene ble plukket ut etter at husstandene i spørreskjemaet på oppfordring hadde svart at de var villige til å stille sin bolig til disposisjon for målinger. I disse boligene ble det målt luftmengder, støy og tre typer luftforurensninger (Totalkonsentrasjonen av flyktige organiske forbindelser (TVOC), karbonoksid (CO) og karbondioksid (CO₂)). I sju av boligene ble ventilasjonen i huset målt over et døgn med sporgass (konstant konsentrasjon).

Både til sporgassundersøkelsene og til måling av forurensninger ble det brukt en multigass-analysator Bruel & Kjør 1302. Dette er et direktevisende instrument basert på fotoakustisk spektroskopi, der gasskonsentrasjonen blir bestemt ut fra absorpsjonen av infrarødt lys. Måling av luftmengdene ble gjennomført med Swema hetetrådsanemometer.

Boligene på Holt/Vestvollen kjennetegnes av at alle boligene har en form for mekanisk ventilasjon. I de aller fleste tilfellene er aggregatene plassert i skap over komfyr på kjøkkenet. 35 % av husstandene har balansert, mekanisk ventilasjon, jf. tabell 1, Vedlegg, som viser fordeling av ulike typer ventilasjonssystemer i boligområdet. En stor andel av husstandene har i utgangspunktet vegg til vegg-tepper av samme type. Svært mange av disse teppene hadde nå mistet heften og fått buler, på grunn av en og samme produksjonsfeil. Lekkasje i vinyl gulvbelegg på badrom var også et problem i mange av husene, grunnet feilaktig oppbygging av golvkonstruksjon. Generelt var det mange bygnings-tekniske problemer under utbyggingen av feltet, noe som ga bomiljøet som helhet en litt dårlig start.

Sammenliknet med landsgjennomsnittet, har utvalget relativt mange barnefamilier, jf. tabell 2, Vedlegg, som viser fordeling av antall beboere i hver husstand i boligområdet. Det

er også litt flere røykere (40 % av de spurte røyker daglig, se tabell 3, Vedlegg) og allergikere (tabell 9) enn gjennomsnittet. Av utvalget på 484 personer er 60 % kvinner.

Tabell 9

Forekomst av astma, allergi eller høysnue blant beboerne på Holt/Vestvollen, sammenliknet med landsgjennomsnitt i Norge (Blom, Levy og Skåret, 1992)

Har du eller har du hatt:	Andel av de spurte (%)	Landsgjennomsnitt (%)
Astmatiske plager	11,8	9
Høysnue	16,9	12
Allergi	30,6	18
Andre i familien med slike plager?	35,5	39

4.2. Frekvenser av klager og symptomer

Tabell 10 viser hvor stor andel av de spurte som ofte har vært plaget av ulike klimafaktorer. Tabell 11 viser hvor stor andel som ofte har hatt ulike plager/symptomer. Tabell 12 viser plagefrekvens innenfor tre plagegrupper, allmennsymptomer, slimhinnesymptomer og hudsymptomer. I de fleste tabellene sammenliknes det med landsgjennomsnittet, slik det er målt i Blom, Levy og Skåret (1992).

Generelt klager beboerne mer på inneklimate enn landsgjennomsnittet, i tillegg til at de har flere helseplager. 19 % klager over tørr luft, mens 8 % har irritert eller tett nese, som de mener skyldes inneklimate. Hele 17 % har en eller annen plage som de mener skyldes inneklimate (tabell 12). Samtidig viser tabell 6, Vedlegg at 58 % er meget godt eller ganske godt fornøyd med inneklimate.

Tabell 4, Vedlegg og tabell 5, Vedlegg viser henholdsvis klager på inneklimatefaktorer og inneklimate relaterte helseplager blant beboere med en eller annen form for overømfintlighet. Beboere med en form for allergi klager mer på inneklimate og har flere helseplager enn andre.

Tabell 10

Andel av de spurte som ofte (hver uke) de siste tre måneder har vært plaget av en eller flere av følgende faktorer i boligen, sammenliknet med landsgjennomsnitt i Norge

Klimafaktor	Feltundersøkelse (%)	Landsgjennomsnitt (%)
Trekk	9,1	3
For høy romtemperatur	6,8	2
Varierende romtemperatur	10,5	2
For lav romtemperatur	6,8	3
Innestengt ("dårlig") luft	11,4	3
Tørr luft	18,8	7
Ubehagelig lukt	6,8	1
Statisk elektrisitet	5,4	1
Andres tobakksrøyk	4,1	5
Støy	8,9	4
Støv og smuss	16,7	3
Annet	1,9	0

Tabell 11

Andel av de spurte som ofte (hver uke) de siste tre måneder har hatt en eller flere av følgende plager/symptomer. Tabellen viser også andel av de spurte med plager som de tror skyldes miljøet i huset.

Plage/symptom	Hele utvalget (landsgjennomsnitt i parentes)	
	%	Plage pga. inneklime (%)
Trøtthet	21,1 (9)	5,0 (3)
Tung i hodet	12,4 (5)	4,8 (1)
Hodepine	11,8 (5)	4,1 (1)
Svimmel	3,1 (3)	0,4 (0)
Konsentrasjonsproblemer	3,5 (2)	0,8 (1)
Kløe/svie/irritasjon i øyne	11,0 (4)	3,9 (1)
Irritert, tett eller rennende nese	17,1 (4)	8,1 (1)
Heshet, tørrhet i halsen	12,8 (5)	5,2 (2)
Hoste	9,3 (4)	3,3 (1)
Tørr eller irritert hud i ansiktet	13,2 (5)	4,1 (2)
Flassing/kløe i hodebunnen/ørene	10,5 (4)	2,7 (1)
Tørr, kløende hud på hendene	13,4 (4)	3,7 (1)

Tabell 12

Andel av de spurte som ofte har en eller flere plager som de mener skyldes innemiljøet

	Feltundersøkelse Holt/Vestvollen (%)	Beboere som oppgir overømfintlighet (%)
Allmennsymptomer (trøtthet, tung i hodet, hodepine etc.)	7,4	9,6
Slimhinnesymptomer (irritasjoner i nese, øyne, hoste, heshet)	12,2	20,3
Hudsymptomer (hudirritasjoner i ansikt, hodebunn, hånd)	6,4	10,7
En eller flere plager	17,4	24,9

4.3. Brukervaner og tilfredshet

4.3.1. Varmekomfort og lufting

Tabell 13 viser at beboerne lufter relativt hyppig. 67 % sier de lufter med åpne vinduer eller dører en eller flere ganger om dagen. Videre blir ventiler i yttervegg og over vinduer stort sett holdt åpne. Bare 1 % holder ventilene lukket, se tabell 7, Vedlegg, som viser bruk av ventiler i yttervegg og i baderom. Bare 5 og 6 % bruker henholdsvis luftrensere og luftfukter i boligen. 7 % av husholdningene sier det dugger på vinduene om vinteren, mens 46 % oppfatter boligen som varm om sommeren.

Tabell 13

Luftevaner i husholdningene

	Andel husholdninger (%)
Lufter dere med åpne vinduer eller dører i stue og oppholdsrom (ikke soverom)?	
Ja, som regel flere ganger om dagen	26,2
Ja, som regel 1 gang om dagen	43,0
Ja, som regel 1 – 2 ganger i uka	18,2
Sjeldnere	11,6
Pleier du å sove med åpent vindu?	
Ja, hele året	24,2
Ja, så lenge det ikke er for kaldt	41,9
Ja, men bare om sommeren	18,8
Nei, sjelden eller aldri	14,7

4.3.2. Ventilasjon

Tabell 8, Vedlegg viser at 85 % av husholdningene forserer kjøkkenavtrekket under matlaging. 31 % er misfornøyd med kjøkkenhettas funksjon. Hele 86 % sier de rengjør filteret i kjøkkenhetta 1 – 2 ganger i året eller oftere.

Tabell 14 viser også at mange vedlikeholder ventilasjonsanlegget. 82 % rengjør friskluftfilteret i ventilasjonsanlegget. Her må det nevnes at en del av husstandene har etablert servicekontrakt for ventilasjonsanlegget med et ventilasjonsfirma. Det er ikke kartlagt hvor mange som har slike kontrakter. Tabell 9, Vedlegg viser hvilket hastighetstrinn som ventilasjonsanlegget normalt står på. 44 % av husholdningene sier de benytter hastighetsbryteren på ventilasjonsanlegget for å regulere luftmengden, også utenfor perioder med matlaging.

Tabell 14

Renhold av komponenter i husholdninger med balansert, mekanisk ventilasjonssystem med varmegjenvinner

Har dere selv noen gang rengjort/vedlikeholdt følgende komponenter i ventilasjonsanlegget:	Andel husstander (%) N = 171
varmeveksler	40,4
friskluftfilter	82,4
vifter	50,3
tømt kondenskar	46,8

Når det gjelder støy, mener 40 % at støyen fra ventilasjonsanlegget er litt sjenerende, se tabell 21. Vi vet ikke om det er forsert avtrekk i kjøkkenhetta eller om det er støyen fra normaldrift som forårsaker dette. Det må presiseres at alle husholdningene har ventilasjonsaggregatet plassert i skap over komfyr, og ikke på loft eller i kjeller.

Tabell 10, Vedlegg viser beboernes vurdering av ventilasjonens betydning for inneklime og luftkvalitet. 63 % mener ventilasjonsanlegget har stor betydning. Samtidig er relativt mange (30 – 40 %) misfornøyd med det anlegget de har i dag, jf. tabell 16.

Tabell 15

Støy fra ventilasjonsanlegget

	Andel husholdninger (%)
Er det støy fra ventilasjonsanlegget?	
Ja, mye støy	10,1
Ja, litt	73,0
Svært lite/ingen støy	15,1
Er støyen fra ventilasjonsanlegget sjenerende?	
Ja, svært	6,4
Litt/Av og til	39,3
Ikke sjenerende støy	26,4

Tabell 16

Beboernes holdning til valg av ventilasjonsanlegg

Hvis dere kunne velge fritt, ville dere ha valgt samme ventilasjonsanlegg i dag?	Ja (%)	Nei (%)	Vet ikke (%)
Boliger med balansert ventilasjon og varmeveksler (N = 171)	20,5	33,3	42,7
Boliger med mekanisk avtrekksventilasjon (N = 175)	18,3	37,7	42,3
Boliger med mekanisk avtrekk og luft/vann varmepumpe (N = 86)	25,6	41,9	32,6
Alle boliger (N = 484)	19,6	35,5	41,1

4.3.3. Renhold

88 % av beboerne støvsuger 1 gang i uka eller oftere. Blant de som ikke har vegg til vegg-teppe i stua, er det 86 % som vasker gulvet 1 gang i uka eller oftere, se tabell 17.

Tabell 17

Frekvens for støvsuging, tepperens og gulvvask

	Andel husholdninger (%)
Hvor ofte støvsuges det i stua?	
Som regel 1 gang i uka eller oftere	88,0
1 - 2 ganger i måneden	9,3
Sjeldnere	1,2
Hvis det er vegg til vegg teppe i stua: Blir teppet renset? (N = 297)	
Ja, som regel 1 gang i året eller oftere	39,7
Sjeldnere	35,7
Aldri	24,6
Hvis det ikke er vegg til vegg-teppe i stua: Hvor ofte vaskes gulvet? (N = 187)	
Som regel 1 gang i uka eller oftere	86,0
Som regel 1 gang i måneden	10,6
Sjeldnere	1,3

4.3.4. Vedfyring

Tabell 11, Vedlegg viser fyringsvaner og problemer med spredning av røyklukt og manglende trekk. Tabellen viser at det er relativt få (14 %) som klager over dårlig trekk i vedovn eller peis. Man kunne vente at flere skulle vært misfornøyd, tatt i betraktning de velkjente problemene med mekanisk avtrekksanlegg og peisfyring. Det er også 14 % som klager over sjenerende røyklukt i huset når ildstedet brukes.

4.4. Teknisk standard

Tabell 18 viser andel fuktige og kalde rom i boligen. Spørsmålsstillingen er identisk med spørsmål i den norske boforholdsundersøkelsen (SSB 90), som er tatt med i tabellen som referanse. Det er overraskende at hele 17,6 % sier de har noen rom som er kalde/vanskelige å varme opp, når en tenker på at dette er relativt nye hus som burde være rimelig godt tettet og isolert.

Tabell 12, Vedlegg viser andel husstander med fuktskader i boligen. Den høye andelen fuktskader i gulv (23 %) skyldes antakeligvis den generelle konstruksjonsfeilen som finnes i mange av boligene. 5 % rapporterer fuktskade i forbindelse med ventilasjonsanlegget.

Tabell 19 viser andelen av husstander som har hatt tekniske problemer med ventilasjonsanlegg eller varmepumpe. Svært mange av de spurte rapporterer feil i anleggene, spesielt de som har boliger med avtrekksanlegg og varmepumpe. Blant disse sier 60 % at de har hatt tekniske problemer. I gjennomsnitt har 30 % hatt tekniske problemer med ventilasjonsanlegget. Ser vi bort fra problemer med gulvvarme og varmepumpe, er typiske problemer lekkasjer på grunn av kondens i aggregatet, feil på elektronikk, for liten kapasitet på anlegget, spredning av matlukt til andre rom, ulyder i vifte, m.v.

Tabell 18

Andel husstander som oppgir å ha rom som er fuktige eller kalde/vanskelige å varme opp

	Er noen av oppholdsrommene i boligen:			
	Fuktige:		Kalde/vanskelige å varme opp:	
	Feltundersøkelse (%)	Landsgjennomsnitt (%)	Feltundersøkelse (%)	Landsgjennomsnitt (%)
Nei, ingen	85,7	95	74,4	98
Ja, noen	4,8	5	17,6	3
Ja, alle	0	0	2,1	0

Tabell 19

Har det vært tekniske problemer med ventilasjonsanlegg eller varmepumpe?

	Andel av husstandene som oppgir tekniske problemer (%)
Boliger med balansert ventilasjon og varmeveksler (N = 171)	36,3
Boliger med mekanisk avtrekksanlegg (N = 175)	13,1
Boliger med mekanisk avtrekksanlegg og varmepumpe (N = 86)	61,6
Alle boliger (N = 484)	30,4

4.5. Feltnmålinger på Holt/Vestvollen

4.5.1. Ventilasjonsmålinger

Tabell 20 viser resultat av sporgass- og luftmengdemålinger i seks boliger. Forskjellen mellom luftskifte målt med sporgass og luftskifte målt ut fra ventilasjonsmengder utgjør infiltrasjon, først og fremst i form av lufting. I en av boligene utgjør infiltrasjonen hele 0,5 oms./h. I en av boligene (nr. 1) er det målt negativ infiltrasjon. Dette kan forklares med at beboerne har skrudd ned luftmengden i ventilasjonsanlegget mens sporgassmålingene pågikk. Det samme kan være tilfelle for bolig nr. 4.

Tabell 20

Luftskiftet i seks boliger beregnet ut fra målte luftmengder i ventilasjonsanlegget, og målt med sporgassundersøkelse (konstant konsentrasjon).

Bolig nr.	Luftskifte ut fra luftmengder i anlegg (oms./h)	Luftskifte målt med sporgass (oms./h)	Infiltrasjon (oms./h)
1	0.74	0.54	-0.20
2	0.38	0.64	0.26
3	0.42	0.58	0.16
4	0.57	0.57	0.00
5	0.54	0.63	0.09
6	0.83	1.34	0.51

Fig. 2 viser fordeling av luftmengder i ventilasjonsanlegg. Det er gjennomført målinger i 25 hus, dels med mekanisk avtrekk og dels med balansert, mekanisk ventilasjon. Målingene er gjennomført med hastigheten på vifta innstilt på det normale for boligen. Gjennomsnittlig luftmengde ble målt til 0,3 l/s m², med et standardavvik på 0,16 l/s m². Gjennomsnittlig bruksareal i boligene er 108 m², som gir et gjennomsnittlig luftskifte på

0,44 oms./h. Omkring 70 % av anleggene hadde ved normal drift mindre luftmengder enn kravet i veiledningen til byggeforskriften.

Tabell 21 viser lydnivå fra ventilasjonsanlegg i seks boliger. I henhold til byggeforskriften skal innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner ikke overstige 32 dBA i oppholdsrom i boenheter. I enkelte rom kan man akseptere 5 dBA høyere. Lydnivået i de seks boligene ligger såvidt innenfor forskriftens krav.

Tabell 21

Målt lydnivå fra ventilasjonsanlegg i seks boliger

Bolig nr.	Målt ved komfyr og med maks. viftehastighet (dBA)	Målt midt i kjøkken, med normal viftehastighet (dBA)
1	38	33
2	43	38
3	41	35
4	35	31
5	46	33
6	47	33

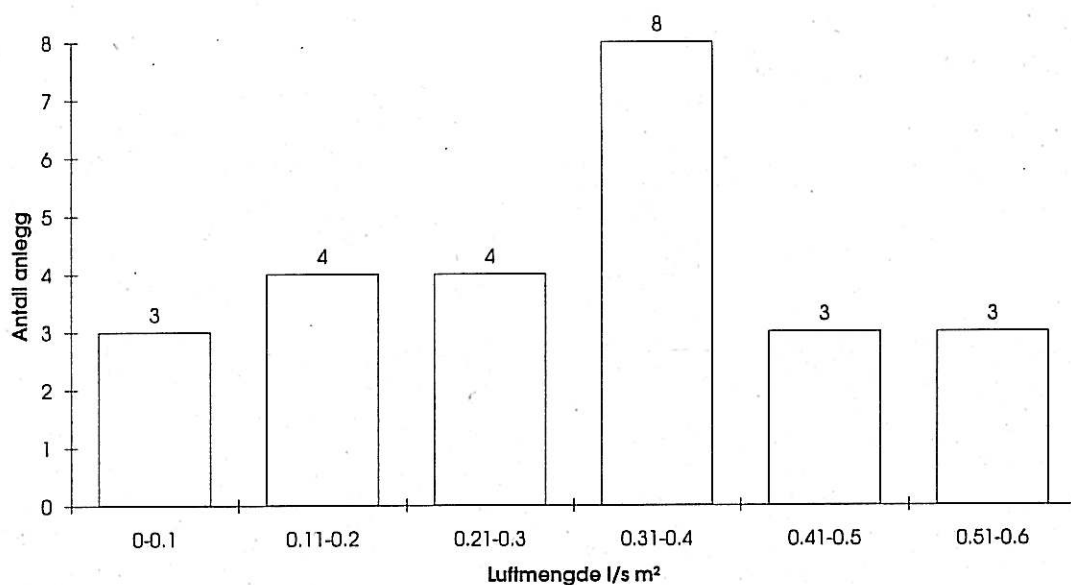


Fig. 2

Fordeling av luftmengder i ventilasjonsanleggene i 25 boliger

Målingene er gjennomført med viftehastigheten innstilt på det normale for boligen. I to av boligene var anlegget i ustand og dermed ute av drift.

4.5.2. Måling av forurensninger

Figur 3 viser gjennomsnittlige konsentrasjoner av flyktige organiske forbindelser (TVOC) i 22 boliger. Konsentrasjonene er målt med et direktevisende instrument basert på fotoakustisk absorpsjon (Brüel og Kjær 1302). De fleste verdiene er gjennomsnittsverdier fra kontinuerlig måling over 1 – 2 timer. Gjennomsnittlig konsentrasjon av TVOC i de 22 boligene er 4,2 mg/m³ (standardavvik 1,8 mg/m³). Gjennomsnittlig utendørs konsentrasjon er 2,6 mg/m³, med standardavvik 0,58 mg/m³.

Man må være oppmerksom på at måleverdiene fra denne målemetoden ikke kan sammenliknes f.eks. med VOC-målinger utført med Tenax absorbent og analyse med GC/MS, jf. side 16. Årsaken er at fotoakustisk absorpsjon inkluderer en rekke lettflyktige, organiske gasser som ikke registreres med Tenax. Dette betyr at TVOC-nivåene målt med B&K 1302 ligger høyere enn målinger utført med Tenax. Videre har man med denne målemetoden i dag dårligere referansegrunnlag for hva som er normalt. En gjennomsnittlig konsentrasjon av TVOC på 4,2 mg/m³ virker imidlertid ikke spesielt høyt, nivåene må karakteriseres som normale i bomiljøer.

Figur 3 viser at det ikke er noen sammenheng mellom luftmengden i ventilasjonsanlegget i boligen og forurensningskonsentrasjon. Det har sammenheng med at det først og fremst er variasjoner i innendørs forurensningskilder som forklarer forskjellene. I flere boliger viser målingene at kortvarige, høye forurensningskonsentrasjoner på grunn av matlaging, bruk av parfyme, maling etc. drar gjennomsnittsverdien for TVOC opp.

Figur 4 viser sammenheng mellom konsentrasjon av karbondioksid (CO₂) og luftskifte i soverommet målt med sporgass. Her er sammenhengen mellom ventilasjon og forurensningskonsentrasjon klar. Men det er først og fremst bruk av vinduslufting som forklarer variasjonene. De som sover med vinduene oppe, får mye lavere CO₂-konsentrasjon i rommet enn de som sover med lukket vindu. Figuren viser også at man med lukket soveromsvindu ikke oppnår anbefalt luftmengde (Byggforsk 1992) på 7 l/s pr. person.

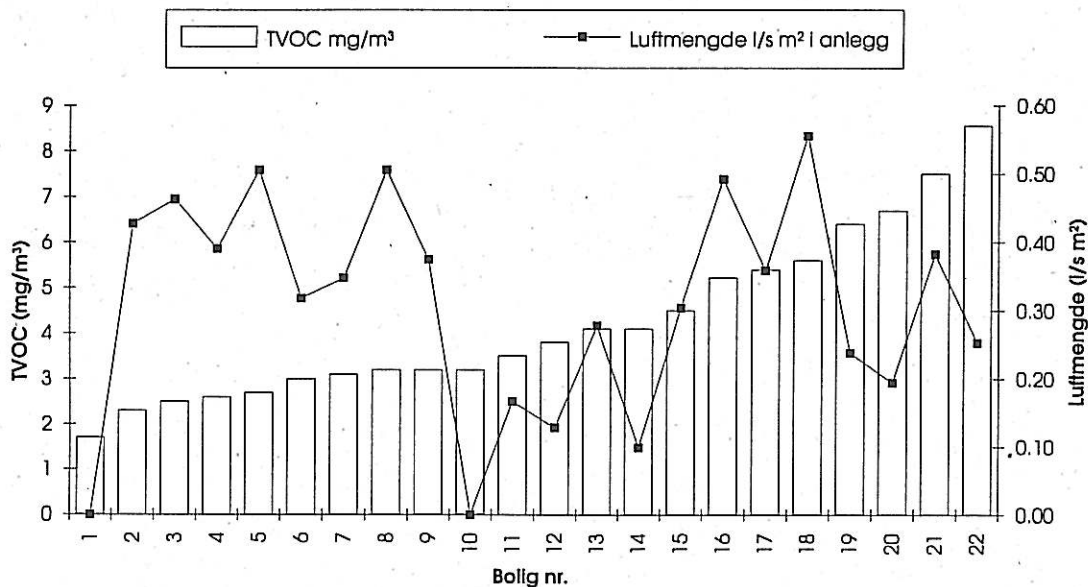


Fig. 3

Gjennomsnittlige konsentrasjoner av flyktige organiske forbindelser (TVOC) i 22 boliger

De fleste verdiene er gjennomsnittsverdier fra kontinuerlig måling over 1 – 2 timer. Figuren viser også luftmengde i ventilasjonsanlegget i hvert hus.

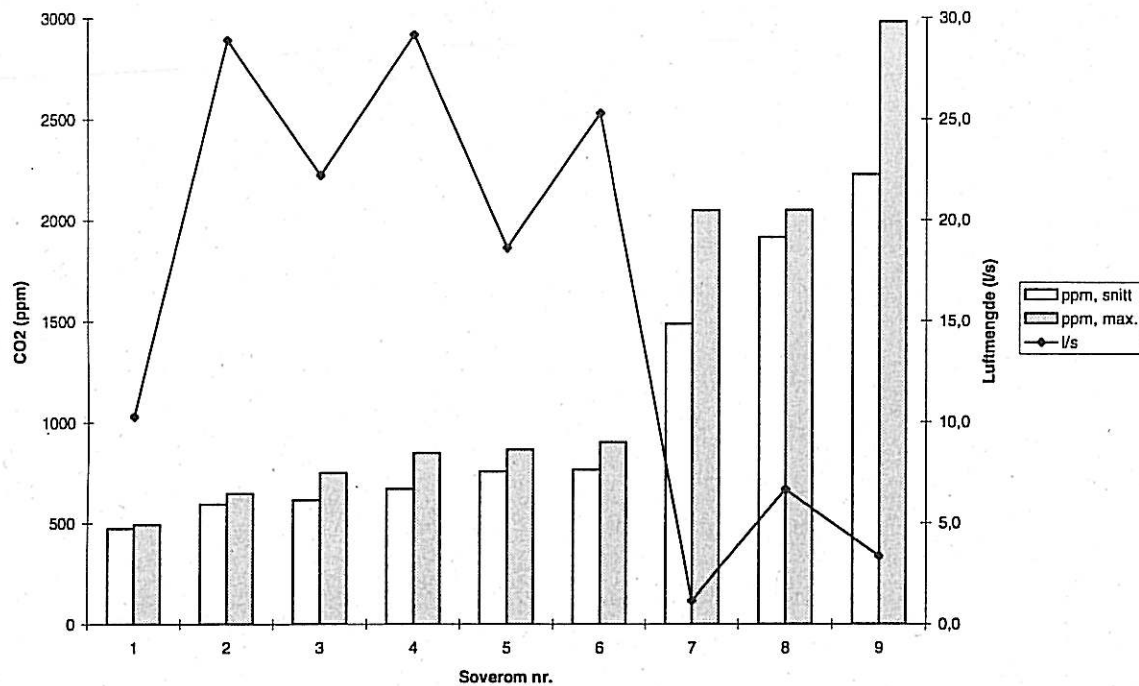


Fig. 4

Sammenheng mellom konsentrasjon av karbondioksid (CO_2) og tilført luftmengde i 9 soverom
I tillegg til maksimal CO_2 -konsentrasjon i løpet av natten, viser figuren gjennomsnittlig luftskifte og CO_2 -konsentrasjon over en natt (2300 – 0600).

4.6. Oppgitt forbruk av elektrisk energi

Figur 5 viser fordeling av oppgitt forbruk av elektrisk energi. Gjennomsnittlig forbruk er ca. 16 000 kWh. Analyser med logistiske regresjonsmodeller viser at det ikke kan dokumenteres noen korrelasjon mellom forbruk av elektrisk energi og ventilasjonssystem (dvs. med eller uten varmegjenvinning). Den eneste signifikante variabelen som kan forklare variasjonene i forbruket, er boareal. Årsaken til dette noe skuffende resultatet er at forskjeller i brukervaner overskygger gevinsten med varmegjenvinning i ventilasjonssystemet. Det gjennomsnittlige forbruket på omkring 160 kWh/m² er noenlunde i overensstemmelse med feltmålinger i småhus gjennomført av Byggforsk (Fossdal 1990). På landsbasis er gjennomsnittlig, totalt energiforbruk 232 kWh/m² år.

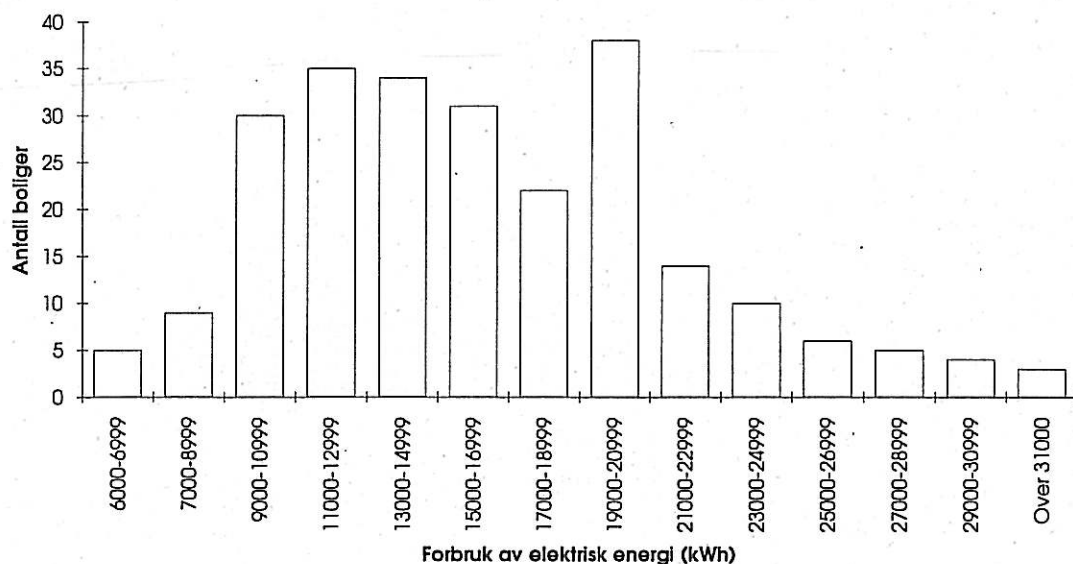


Fig. 5
Oppgitt elektrisitetsforbruk siste år

5. Lufttetthet, infiltrasjon og varmetap

5.1. Lufttetthet og infiltrasjon

Infiltrasjon betegner den luftmengden som trenger inn i boligen utenom det egentlige ventilasjonssystemet. Infiltrasjon omfatter luft som kommer inn både via utettheter og ved vinduslufting. Den "ufrivillige" infiltrasjonen varierer med husets tetthet og klimaforhold på stedet, mens vindusluftingen er avhengig av brukervaner. I hus med naturlig og mekanisk avtrekksventilasjon kan infiltrasjonen sees på som en del av ventilasjonen. I hus med balansert ventilasjon er infiltrasjonen uønsket, fordi luften går utenom varmegjenvinner og filter.

Det har lenge vært antatt at nyere boliger har hatt en lufttetthet som har medført lav lufttilførsel til boligen. Man har spekulert på om såkalte "tette hus" har vært en årsak til helseplager og dårlig komfort. Det er liten tvil om at hus fra før 1960 jevnt over er mer utette enn nyere hus fra 70 – 80 årene. Dette gjenspeiles også i luftskiftemålingene i ELIB. Både i Norge og Sverige blir imidlertid den negative effekten av tettere hus dempet av at mekanisk ventilasjon stadig blir mer utbredt.

I forbindelse med bruk av nye ventilasjonssystemer med varmegjenvinning og filtrering, er det viktig å kartlegge hvor stor andel av ventilasjonsmengden som utgjøres av infiltrasjon. Ventilasjonsmålinger som i ELIB-undersøkelsen gir ikke noe svar på dette. Det er også sannsynlig at integrerende metoder som PFT-metoden underestimerer luftskiftet i boliger med mye lufting. Kryssløfting i soverom blir i liten grad registrert av PFT-målingene i ELIB-undersøkelsen.

Vindusluftingens betydning i Europa for ventilasjon er behandlet i (AIVC 1988). Her anslås det at gjennomsnittlig vinduslufting gir et ekstra luftskifte på 0,1 – 0,5 oms./h, mens mye vinduslufting kan gi et ekstra luftskifte på 0,5 – 0,8 oms./h. Det er ikke foretatt systematiske undersøkelser av vindusluftingens betydning i Norden. Men både ventilasjonsmålingene i ELIB-undersøkelsen og de finske målingene (Säteri og Ronnberg m.fl. 1990) viser en stor variasjonsbredde i luftskiftet i småhus, fra 0,1 oms/h til over 1,2 oms/h. Dette gir grunnlag for en antakelse om hvilken betydning infiltrasjonen har for luftskiftet i nordiske boliger, se tabell 22.

Tabell 22

Anslått gjennomsnittlig ekstra luftskifte i fyringssesongen på grunn av infiltrasjon (inkl. vinduslufting) i et nytt hus med normal tetthet

	Andel infiltrasjon (oms./h)
Lite vinduslufting	0,05 – 0,1 oms/h
Gjennomsnittlig vinduslufting	0,1 – 0,2 oms/h
Mye vinduslufting	0,3 – 0,6 oms/h

5.2. Varmetap knyttet til ventilasjon i referansebolig

Tabell 23 viser resultater fra beregning av oppvarmingsbehov i en bolig med størrelse 105 m², beliggende i Oslo og med isolasjonsstandard etter den gjeldende norske byggeforskriften (Bygningsteknisk Etat 1988). Innendørs temperatur er satt til 21 grader. Oppvarmingsbehovet er beregnet på månedsbasis (NS 3031). I tabellen er det tatt utgangspunkt i et normalt grunnluftskifte, og en ekstra infiltrasjon som kan skyldes utettheter eller vinduslufting. En naturlig ventilert bolig får dermed et grunnluftskifte 0,15 oms./h og en infiltrasjon på 0,15/0,4 oms./h. Dette kan ansees som normalt for henholdsvis moderne (tette) og gamle (utette) småhus, eventuelt for et nytt hus med gjennomsnittlig og mye vinduslufting, jf. tabell 22. Grunnluftskiftet i boliger med mekanisk avtrekk er satt til 0,2 oms./h, mens boliger med balansert ventilasjon har et normalt grunnluftskifte på 0,3 oms./h. Oppvarmingsbehovet er også beregnet for boliger med et grunnluftskifte på 0,7 oms./h, som er i tråd med nye krav til luftmengder i ventilasjonsanlegg (Byggforsk 1992).

Oppvarmingsbehovet i tabell 23 er beregnet relativt i forhold til en bolig med naturlig avtrekk, og med normal tetthet og lufting (totalt luftskifte 0,3 oms./h.).

Tabell 23

Beregnet, relativt oppvarmingsbehov i en forskriftsmessig isolert, 105 m² bolig i Oslo.

En infiltrasjon på 0,15 oms./h henspeiler på normal tetthet og normale luftevaner, mens en infiltrasjon på 0,4 oms./h gjelder et svært utett hus, eventuelt hyppig lufting.

Ventilasjonssystem og grunnventilasjon (n)	Infiltrasjon 0,15 oms./h (%)	Infiltrasjon 0,4 oms./h (%)
Naturlig avtrekk og realistisk grunnventilasjon (n = 0,15)	0	+ 24
Mekanisk avtrekk og realistisk grunnventilasjon (n = 0,2)	+ 5	+ 29
Avtrekkssystem og anbefalt grunnventilasjon (n = 0,7)	+ 54	+ 80
Balansert ventilasjon m/varmegjenvinning og realistisk grunnventilasjon (n = 0,3)	+ 4	+ 28
Balansert ventilasjon m/varmegjenvinning og anbefalt grunnventilasjon (n = 0,7)	+ 16	+ 40

Figur 6 viser sammenheng mellom luftmengde i ventilasjonsanlegg og oppvarmingsbehov for samme bolig som i tabell 23. Ut fra fig. 6 og tabell 23 kan vi trekke følgende konklusjoner:

- Oppvarmingsbehovet i en bolig uten varmegjenvinning øker med omkring 1 500 kWh pr. år når det totale luftskiftet øker med 0,1 l/s m² (ca. 1 000 kWh for en ekstra luftomsetning i timen).
- En bolig med enkelt avtrekkssystem kan ha et relativt stort ventilasjonsvarmetap (> 5 000 kWh), sammenliknet med boliger med varmegjenvinning.
- Naturlig ventilerte boliger med luftskifte slik det vanligvis registreres, har omtrent samme ventilasjonsvarmetap som en bolig med balansert ventilasjon med varmegjenvinning og høyere luftskifte.

Her må det understrekes at når moderne, naturlig ventilerte boliger kommer gunstig ut energimessig, så er det med et luftskifte som etter helsemessige vurderinger er for lavt.

For øvrig kan det vises at det etter vanlige økonomiske lønnsomhetskriterier alltid vil være lønnsomt å installere et balansert system med varmegjenvinning framfor et enkelt, mekanisk avtrekkssystem. Det er derfor litt underlig at nye boliger i dag nesten utelukkende leveres med mekanisk avtrekk.

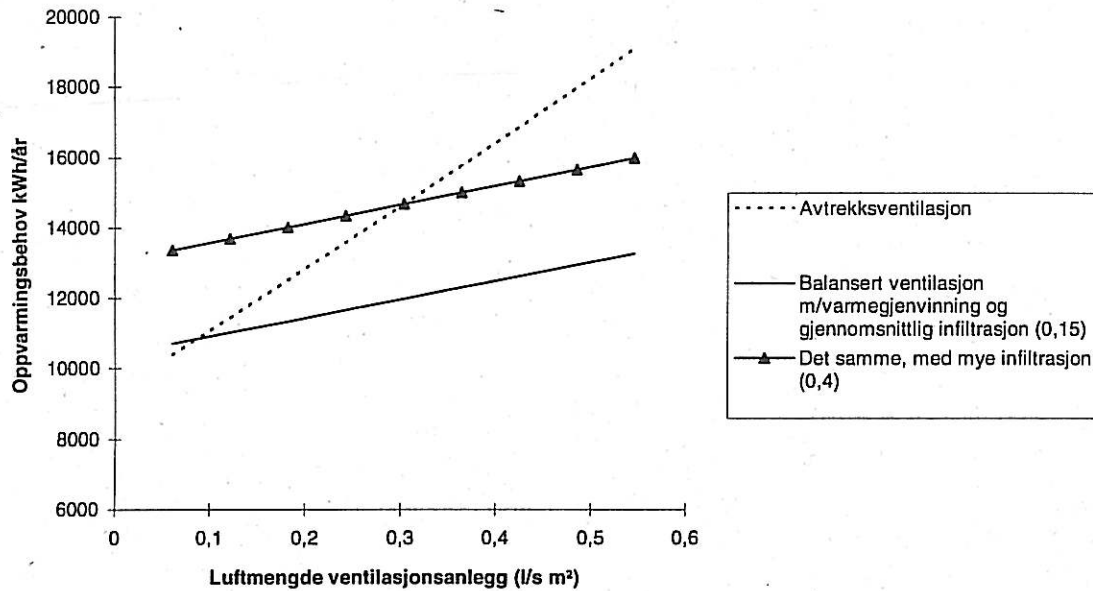


Fig. 6
Sammenheng mellom luftmengde i ventilasjonsanlegg og oppvarmingsbehov i en forskriftsmessig isolert, 105 m² bolig i Oslo

6. Oppsummering og diskusjon

Svært mange boliger har for lavt luftskifte

De mest omfattende målingene av boligventilasjon til nå, ELIB-prosjektet, dokumenterer at 86 % av småhusene og 50 % av flerbolighusene har for lav lufttilførsel i forhold til det svenske kravet på 0,35 l/s m². Samtidig er det klart at den integrerende målemetoden som er benyttet i ELIB-prosjektet ikke gir et riktig bilde av lufttilførselen pr. person gjennom døgnet. Ventilasjonen av soverommet er ikke målt. Videre bør man ta i betraktning at omkring 40 % av boligene er tomme på dagtid, og at svært mange boliger (over 50 %) er bebodd av en eller to personer, jf. tabell 2 på side 10.

En del soverom er for dårlig ventilert

Figur 4 på side 27 viser høye konsentrasjoner av karbondioksid i noen soverom, helt opp til 5 – 6 000 mg/m³. Det er tydelig at vinduslufting på soverommet er nødvendig for at nivået av karbondioksid skal holdes på et lavt nivå, og for at anbefalt luftmengde på 7 l/s pr. person skal kunne oppnås. Dette viser også at mekaniske ventilasjonsanlegg, slik de normalt utføres i dag, ikke ventilerer soverommene godt nok. Tabell 13 side 20 viser at omkring 50 % av beboerne sover med lukkede vinduer om vinteren.

Moderne hus med naturlig ventilasjon har spesielt lavt luftskifte

ELIB-prosjektet dokumenterer at nyere hus (bygd etter 1960) med naturlig ventilasjon har svært lavt gjennomsnittlig luftskifte. Årsaken er trolig mer lufttette konstruksjoner, sammenliknet med eldre hus.

Ingen klar sammenheng mellom forurensningskonsentrasjoner og luftskifte

Både målingene på Holt/Vestvollen og ellers i Norden viser at det ikke er noen sammenheng mellom TVOC-konsentrasjon og gjennomsnittlig luftskifte i ulike hus. Årsaken til dette kan være at variasjoner i forurensningskilder mellom hus betyr mer enn effekten av bedre grunnventilasjon. Det er åpenbart at en effektiv kjøkkenhette med vifte kan redusere forurensningskonsentrasjonene i boligen.

Tendens til at naturlig ventilerte boliger har høyere fuktnivå

De svenske målingene i ELIB-prosjektet dokumenterer en signifikant høyere fuktighet i boliger med naturlig avtrekk enn i boliger med mekanisk avtrekk, som igjen har høyere fuktighet enn boliger med balansert ventilasjon. Generelt er lav fuktighet i boliger ønskelig, for å redusere risikoen for muggsopp, kondensskader og økt forekomst av husstøvmidd.

Mange inneklimate relaterede plager i boligfeltet Holt/Vestvollen

Spørreundersøkelsen i boligfeltet på Holt/Vestvollen dokumenterer en relativt høy frekvens av plager og klager på inneklimate, sammenliknet med landsgjennomsnittet. Årsaken til dette gir ikke undersøkelsen grunnlag for å si noe om. Plagefrekvensen korrelerer ikke med noen andre variable, som for eksempel forekomst av vegg til vegg-teppe i stue eller type ventilasjon (mekanisk avtrekk eller balansert, mekanisk ventilasjon). Det kan ha betydning at utvalget har en overrepresentasjon av beboere med allergiske plager (31 %). Videre kan de mange tekniske problemene med bygningsmessige fuktskader og installasjoner tenkes å ha en indirekte, psykisk effekt på plagefrekvensen. At nivået er høyere enn landsgjennomsnittet, kan også ha sammenheng med forskjellig intervjuform (postal undersøkelse/ personlig intervju). Det skal også bemerkes at svarprosenten er lav (litt under 50 %), som gjør det litt problematisk å si at resultatene er representative for gruppen som helhet.

Mange har et bevisst forhold til ventilasjon, renhold og vedlikehold

Spørreundersøkelsen viste at et flertall av beboerne har gode vaner når det gjelder renhold i boligen og drift og vedlikehold av ventilasjonssystemet. Beboerne lufter ofte, både i soverom og i boligen som helhet. Omkring 70 % lufter en eller flere ganger om dagen, og 85 – 90 % vasker gulv og/eller støvsuger vegg til vegg-tepper minst en gang i uka. Det er 86 % som sier de rengjør fettfilteret i kjøkkenhette 1 – 2 ganger i året eller oftere. Vi vet ikke om luftingen skyldes problemer med inneklimate, eller om det er innarbeidede rutiner. Hyppig lufting representerer et energitap som burde være unødvendig i boliger med balansert ventilasjon og varmegjenvinning. For øvrig finnes det ingen referanseundersøkelser for denne type data.

Ventilasjonsanlegg på Holt/Vestvollen har mye tekniske problemer

Svært mange av husholdningene (i snitt omkring 30 %) sier de har hatt tekniske problemer med ventilasjonsanlegget. Blant boliger med avtrekksanlegg, gulvvarme og varmpumpe er det over 60 % som har hatt problemer. Dette er åpenbart alt for høye tall. Ser vi bort fra problemer med gulvvarme og varmpumpe, er typiske problemer lekkasjer på grunn av kondens i aggregatet, feil på elektronikk, for liten kapasitet på anlegget, spredning av matlukt til andre rom, ulyder i vifte, m.v. En av årsakene til de mange feilene kan være at leverandører av boligventilasjonsanlegg er utsatt for et sterkt prispress, som gjør det vanskelig å følge opp installeringen av anlegget i hver enkelt bolig. Ofte blir anleggene montert av folk uten ventilasjonsteknisk bakgrunn. Anleggene blir svært sjelden innregulert ved overlevering, og bruk av fleksible kanaler øker risikoen for klemskader og innsnevring av kanaltverrsnitt. Omkring 45 % sier at støyen fra ventilasjonsanlegget er litt eller svært

sjenerende. Klagene går først og fremst på støy fra aggregatet, som er plassert i skap over komfyr.

Normalt energiforbruk

En statistisk analyse av oppgitt forbruk av elektrisk energi viser at boliger med et varmegjenvinningssystem i form av varmepumpe eller varmeveksler ikke bruker mindre energi enn boliger med et rent avtrekkssystem. Årsaken til dette er at forskjeller i brukervaner mellom boligene overskygger gevinsten med varmegjenvinning i ventilasjonssystemet. Det er også mulig at gevinsten ved varmeveksler i balanserte systemer tas ut ved økt komfort (dvs. større luftmengde). Resultatet kan derfor ikke tas som et bevis på at gevinsten fra varmegjenvinningen ikke er til stede. Det er en kjent problemstilling at innføring av energisparende tiltak ikke gir utslag på energistatistikken. For eksempel har energibehovet til boligsektoren økt jevnt de siste tiårene, til tross for stadig bedre isolasjonsstandard.

Balanserte systemer med varmegjenvinning burde kunne erstatte avtrekksanlegg

Når ventilasjonen skal forbedres i forhold til dagens form for naturlig ventilasjon, viser enkle beregninger at det er lønnsomt å benytte systemer med varmegjenvinning. Balanserte ventilasjonsanlegg med varmeveksling burde derfor ha større utbredelse på markedet enn tilfellet er i dag. Da får man også med komfort- og helsefremmende funksjoner som filtrering og trekkfri tilførsel av uteluft.

Det er store muligheter for videreutvikling av boligventilasjonsanlegg

I dag bygges de fleste småhusboliger med et enkelt, mekanisk avtrekkssystem. Systemet har flere mangler. Det gir et stort ventilasjonsvarmetap, det garanterer ikke god ventilasjon på soverom og det kan gi trekkproblemer. Naturlig ventilasjon, slik vi kjenner systemet i dag, fungerer heller ikke tilfredsstillende. God luftkvalitet og tilstrekkelig luftskifte i moderne, naturlig ventilerte boliger krever at beboerne har innarbeidet gode luftevaner. Det er sannsynlig at mange beboere ikke lufter jevnlig. I vår undersøkelse er det 30 % som oppgir at de lufter sjeldnere enn 1 – 2 ganger pr. uke. Dagens balanserte, mekaniske ventilasjonsanlegg er sjelden innrettet mot behovsstyring av luftmengden (f.eks. i soverom), i tillegg til at faktorer som støy, driftssikkerhet og vedlikeholdsvennlighet ofte ikke er godt nok ivaretatt.

7. Litteratur

- AIVC. Air Infiltration and Infiltration Centre. 1988. Inhabitant Behaviour with Respect to Ventilation – a Summary Report. Technical Note AIVC 23. Bracknell.
- Bergsøe N. 1993. Undersøgelse af ventilationsforhold i nyere boliger. SBI-rapport 213. Statens Byggeforskningsinstitut, Hørsholm.
- Blom P., Levy F., Skåret E. 1992. Omfanget av inneklimateproblemer i Norge. Prosjektrapport nr. 97. Norges byggforskningsinstitut, Oslo.
- Brunsell, J. 1991. Luftskifte i norske boliger. Oppdragsrapport. Norges byggforskningsinstitut, Oslo.
- Byggforsk. 1992. Krav til inneklimate. Byggdetaljblad G 421.505, Byggforskserien. Norges byggforskningsinstitut, Oslo.
- Fossdal, S. 1990. Energiforbruk og varmekostnader i boliger. Prosjektrapport nr. 65, Norges byggforskningsinstitut, Oslo
- Harving H. m.fl. 1992. A study of Air-exchange, Humidity and Pollutants in 115 Danish Residences. Brunsell J. 1992. Luftskifte i norske boliger. Norges byggforskningsinstitut. Oppdragsrapport O 3660. Oslo.
- Hedman E. (red.) 1993. Swedish Housing market in an International Perspective. National Board of Housing, Building and Planning, Report 1993:2. ISBN 91-38-12860-8.
- Helsedirektoratet. 1990. Retningslinjer for inneluft-kvalitet. Helsedirektoratets utredningsserie 6-90. Oslo.
- Hestad T., Skåret E., Blom P. 1993. Utvikling av energieffektivt, balansert ventilasjonsaggregat for boliger. Oppdragsrapport N6462. Norges byggforskningsinstitut, Oslo.
- Johnson, B.G. m.fl. 1990. Hus & Hälsa. T4:1990, Byggforskningsrådet, Stockholm.
- NKB 1991. Nordiska kommittén för byggnadsbestemmelser. NKB-skrift nr. 61 Inomhusklimat-luftkvalitet.
- Nordtest. 1993. Indoor Climate Problems. NT TECHN REPORT 204. Nordic Ventilation Group, NORDTEST, Espoo.
- Norlen U., Andersson K. 1993. Bostadsbeståndets inneklimate. ELIB-rapport nr. 7. TN:30 Statens institut för byggnadsforskning, Gävle.
- NS 3031 Beregning av bygningers energi- og effektbehov til oppvarming og ventilasjon. Norges Byggstandardiseringsråd, Oslo, 1987.
- Statens byggetekniske etat (BE). 1987. Byggforskrift 1987 m/veiledning. Oslo.
- Statistisk Sentralbyrå (SSB). 1990. Boforholdsundersøkelsen 1988. Statistisk Sentralbyrå, Oslo.
- Statistisk Sentralbyrå (SSB). 1992. Levekårsundersøkelsen 1991. Norges offisielle statistikk C43. Statistisk Sentralbyrå, Oslo.
- Säteri, J., Ronnberg, R. m.fl. 1990. Indoor climate and the performance of ventilation in 251 residences. Indoor Air'90, Vol. 4, pg. 269. Toronto.
- Tolstoy, N. 1993. Bostadsbeståndets tekniske egenskaper. ELIB-rapport nr. 6. TN:29 Statens institut för byggnadsforskning, Gävle.
- Yearbook of Nordic Statistics 1992. NORD 1992:1. ISBN 91-7996-411-7.

8. Vedlegg. Tabeller

Tabell 1

Fordeling av ventilasjonssystemer

Ventilasjonssystem	Andel husstander (%)
Mekanisk avtrekk	36,2
Mekanisk avtrekk, kombinert med luft/vann varmpumpe	17,8
Balansert system med varmegjenvinner	35,3
Vet ikke	10,8

Tabell 2

Fordeling av husstander etter størrelse, sammenliknet med landsgjennomsnitt (Boforholdsundersøkelsen, Statistisk Sentralbyrå 1990) N = 484

Antall beboere	Feltundersøkelse (%)	Landsgjennomsnitt (%)
1	17,1	26
2	29,3	31
3	21,9	17
4	23,6	18
5	4,3	7
6 og over	3,1	2

Tabell 3

Røykevaner i husholdningene, sammenliknet med landsgjennomsnitt

Klimafaktor	Ja, daglig (%)	Ja, av og til (%)	Nei (%)
Røyker du?	40,3 (36)	8,5 (6)	50,2 (40)
Røykes det inne i boligen av deg eller andre i husstanden?	38,8	18,6	41,9

Tabell 4

Klager på inneklimafaktorer blant beboere med og uten en form for overømfintlighet (astma, høysnue eller generell allergi)

Klimafaktor	Feltundersøkelse (%)	Beboere med overømfintlighet	Landsgjennomsnitt (%)
Trekk	9,1	11,7	3
For høy romtemperatur	6,8	8,1	2
Variierende romtemperatur	10,5	13,7	2
For lav romtemperatur	6,8	7,6	3
Innestengt ("dårlig") luft	11,4	13,2	3
Tørr luft	18,8	26,9	7
Ubehagelig lukt	6,8	6,6	1
Statisk elektrisitet	5,4	6,1	1
Andres tobakksrøyk	4,1	5,1	5
Støy	8,9	9,6	4
Støv og smuss	16,7	20,3	3
Annet	1,9	2,5	0

Tabell 5

Inneklimarelaterte helseplager blant beboere med og uten en form for overømfintlighet (astma, høysnue eller generell allergi)

Plage/symptom	Hele utvalget (landsgjennomsnitt i parentes)		Personer som oppgir å ha en form for overømfintlighet (N = 197)	
	%	Plage pga. inneklima (%)	%	Plage pga. inneklima (%)
Trøtthet	21,1 (9)	5,0 (3)	28,9	7,1
Tung i hodet	12,4 (5)	4,8 (1)	14,2	4,6
Hodepine	11,8 (5)	4,1 (1)	14,7	5,1
Svimmel	3,1 (3)	0,4 (0)	3,0	0,5
Konsentrasjonsproblemer	3,5 (2)	0,8 (1)	3,6	0,5
Kløe/svie/irritasjon i øyne	11,0 (4)	3,9 (1)	17,3	7,1
Irritert, tett eller rennende nese	17,1 (4)	8,1 (1)	29,9	14,7
Heshet, tørrhet i halsen	12,8 (5)	5,2 (2)	19,3	9,1
Hoste	9,3 (4)	3,3 (1)	14,7	5,1
Tørr eller irritert hud i ansiktet	13,2 (5)	4,1 (2)	22,3	7,6
Flassing/kløe i hodebunnen/ørene	10,5 (4)	2,7 (1)	15,7	4,1
Tørr, kløende hud på hendene	13,4 (4)	3,7 (1)	22,3	6,1

Tabell 6

De spurtes oppfatning av inneklimaet generelt

Hvordan oppfatter du inneklimaet/ innemiljøet generelt hjemme?	Feltundersøkelse Holt/Vestvollen (%)	Beboere som oppgir en form for overfølsomhet (%)	Landsgjennomsnitt (%)
Meget godt	12,2	8,1	42
Ganske godt	46,1	41,1	47
Verken godt eller dårlig	32,9	38,6	8
Ganske dårlig	5,8	7,6	1
Meget dårlig	1,7	2,5	0

Tabell 7

Bruk av uteluftventiler i yttervegg/vindu og avtrekksventiler i baderom

Svaralternativ	Hvordan brukes uteluftventiler? (%)	Reguleres ventiler i baderom? (%)
Ventilene står alltid åpne	53,9	81,0
Ventilåpningen varierer	33,9	6,2
Alle ventilene står alltid lukket	1,7	1,9

Tabell 8

Regulering, funksjon og renhold av kjøkkenhetter

	Andel husholdninger (%)
Blir avtrekket i kjøkkenhette skrudd opp under matlaging?	
Nei	3,7
Ja, av og til	10,1
Ja, som regel	84,9
Fungerer kjøkkenheten tilfredsstillende under matlaging?	
Ja	66,5
Nei	31,2
Blir fettfilteret i kjøkkenhette rengjort?	
Som regel 1 – 2 ganger i året eller oftere	85,5
Sjeldnere	11,2
Aldri	1,7

Tabell 9

Hastighetsinnstilling på ventilasjonsanlegg

Hvilket trinn står bryteren som regulerer hastigheten på vifta i ventilasjonsanlegget normalt på ?	Andel husholdninger (%)
Laveste hastighet	46,9
Halv hastighet	15,7
Full hastighet	7,9
Vet ikke	29,5

Tabell 10

Vurdering av ventilasjonens betydning for inneklima og luftkvalitet

Hvilken betydning mener du ventilasjonsanlegget har for inneklima og luftkvalitet i boligen din?	Andel husholdninger (%)
Stor betydning	63,2
Liten betydning	25,0
Ingen betydning	5,6

Tabell 11

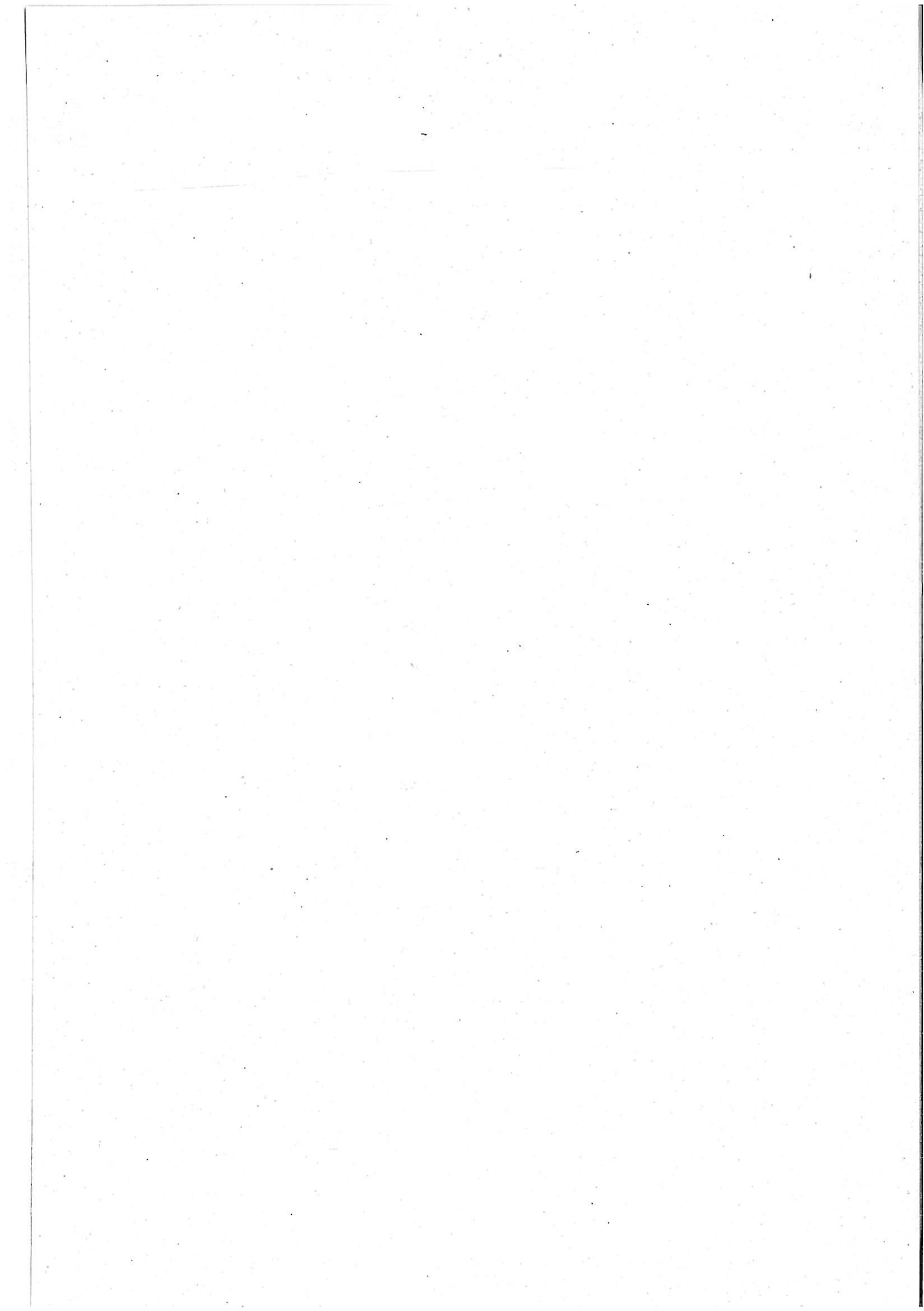
Fyringsvaner, spredning av røyklukt og problemer med trekk i ildsted

	Andel husholdninger (%)
Fyrer dere med ved i ovn eller peis?	
Aldri/svært sjelden	68,6
En gang i mellom-ofte	14,1
Daglig om vinteren	7,6
Blir det sjenerende røyklukt i huset når dere fyrer i peis eller vedovn? (N = 135)	
Nei	85,9
Ja	14,1
Er det tilfredsstillende trekk i vedovn eller peis? (N = 135)	
Ja	86,1
Nei	13,9

Tabell 12

Har det vært fuktskade eller fuktansamling noen steder i huset?

	Andel husstander (%)
Nei, ingen fuktskader/fuktansamlinger	59,9
Ja, i våtrom	22,5
Ja, i gulv	5,6
Ja, i tilknytning til ventilasjonsanlegg	5,2
Ja, andre steder	8,5



Uke 6